

## ALTERNATIVAS PARA A FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO: AS CONCEPÇÕES DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE (CTS)

**Tatiana Comiotto Menestrina** – [tatiana@udesc.br](mailto:tatiana@udesc.br)

Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC, Centro de Ciências Tecnológicas (CCT) Campus Universitário Prof. Avelino Marcante s/n – Bairro Bom Retiro 89223-100 – Joinville, SC

**Walter Antonio Bazzo**- [wbazzo@emc.ufsc.br](mailto:wbazzo@emc.ufsc.br).

Departamento de Engenharia Mecânica - Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC – NEPET - Trindade / Caixa Postal: 476 88040-900- Florianópolis/SC

***Resumo:** Muito se tem discutido sobre as mudanças ocorridas neste início de século. O planeta encontra-se interligado por bits, na era da cibernética, da globalização que, se por um lado oportuniza um grande avanço da sociedade, por outro a torna extremamente competitiva, gerando enormes problemas sociais, ambientais e éticos. Neste quadro, também se desorientam os contornos clássicos dos campos científicos, impondo para aqueles que se questionam sobre o homem, sérias reflexões político-sociais, filosóficas ou culturais. Se a tecnologia vem se modificando consideravelmente nas últimas décadas, pode-se dizer que a educação formal, num desenvolvimento a passos curtos, continua confundindo um aglomerado de fatos com conhecimento; ignorando os estilos individuais de aprendizagem; privilegiando a memorização e não a interpretação; exigindo apenas uma única resposta como verdadeira, ao invés de saber achar a informação necessária, no momento correto. Neste sentido uma pergunta torna-se necessária: De que forma propor alternativas para a melhoria da formação do profissional engenheiro, atendendo a perspectiva integral no que se refere aos aspectos sócio-político-culturais? Observa-se que os cursos de Engenharia principalmente, no Brasil, precisam se adaptar a essa nova realidade. Uma das maneiras é introduzir estudos sobre CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) foco de pesquisas deste artigo.*

***Palavras-chave:** Engenharia; CTS; formação profissional.*

### 1. INTRODUÇÃO

A educação vivência atualmente uma crise que perpassa a sociedade. Essa crise é oriunda de diferentes fatores, entre eles os econômicos, os políticos, os culturais e, principalmente, aqueles que decorrem de aspectos de ordem existencial e filosófica.

Muitas são as reflexões sobre a situação que envolve o ensino; poucas, no entanto, são as ações eficazes para a transformação desse quadro. Essa realidade permite afirmar que em educação há necessidade de eterno recomeço e constante inovação.

Sendo um processo, a educação está em constante integração e interação com os sujeitos e seu meio social, político-cultural. Ao mesmo tempo em que se apropria de subsídios vivenciados ao longo da história humana, utiliza fatos da atualidade. Para existir, a educação precisa arraigar-se no cotidiano das experiências humanas e fazer com que se descubram suas potencialidades.

A educação deve estar atenta à realidade, e é fundamental que a modifique. Neste sentido a conscientização do papel de todo o cidadão em relação a uma intervenção crítica da realidade possibilitará a transformação do saber. Não é concebível entender a educação como um fenômeno estático e acabado. Ela deve se realizar de tal forma que dê sentido à vida. Além disso, deveria conduzir a uma sociedade onde se consolidasse uma quantidade imensa de capacidades no maior número de pessoas. Na sociedade atual, as mudanças ocorrem com muita rapidez, fazendo com que a educação seja caracterizada como uma ação insubstituível para contextualização do homem no seu tempo.

O ensino universitário, como toda a educação e o ensino de Engenharia em especial, sofre uma crise muito séria de identidade. A Universidade é um fragmento desta totalidade que a determina e que, conforme o seu desempenho, poderá colaborar para a sustentação ou para a modificação da sociedade.

É preciso tornar as pessoas mais criativas, mais questionadoras, mais críticas, que duvidem das verdades da mídia e da opinião pública. Nisto reside à importância de uma educação para a cidadania. As pessoas deveriam estar aprendendo a se questionar em relação às novas tecnologias e ao conhecimento produzido pela ciência, ao invés de serem, simplesmente, usuários passivos de situações pré-estabelecidas.

Desta forma é fundamental oportunizar aos educandos a perspectiva de serem agentes reflexivos e sujeitos de seu próprio desenvolvimento. Isto significa desafiar o ciclo de vida cada vez mais rápido dos produtos, estabelecer ambientes de aprendizado alternativos (sejam presenciais, sejam via internet), fortalecer o controle social das tecnologias e das redes de comunicação, defender a privacidade das pessoas e ter espírito crítico para filtrar as informações que são recebidas.

A Universidade deve possuir autonomia, desempenhar seus objetivos, compreender o mundo como ele é vivido, defendendo as idéias distintas e a liberdade de ação. É preciso, também, que haja integração entre o ensino, a pesquisa e a extensão. Estes elementos têm a incumbência, de levarem à reflexão sobre a relação e a importância social dos conhecimentos veiculados na Universidade.

Nos Cursos de Engenharia isto deve ser uma tônica, pois eles necessitam oportunizarem reflexões críticas que possam transformar as atuais visões dos alunos, futuros profissionais, a fim de que possa passar de uma fase de descontextualização estrutural para uma nova visão de mundo e com isso uma nova postura frente à realidade.

Os cursos de Engenharia têm sido a base para o desenvolvimento das sociedades nos mais diferentes culturas. Quanto mais desenvolvido é conhecimento da Engenharia, mais condições uma nação possui para resolver os problemas a elas inerentes. No entanto, com a globalização, os novos cursos precisam se adaptar as necessidades deste mundo em transformação. Neste sentido, um estudo em Engenharia que pretenda acompanhar o processo de mudanças necessita fazer refletir a respeito da situação atual em termos de Ensino ministrado e verificar alguns pontos de destaque:

- A globalização exige profissionais mais bem preparados e adaptáveis. Desta forma, a Universidade deverá incentivar os alunos a pensarem de forma criativa levando-os a busca de inovação e conhecimentos permanentes em termos tecnológicos e sociais;
- Os currículos devem ser flexíveis, regionalizados e, acima de tudo contextualizados com as questões sociais mais prementes, proporcionando uma sólida formação científica, tecnológica e reflexiva para os estudantes;
- Em virtude da necessidade de mestres e doutores, muitas Universidades possuem em demasia professores-pesquisadores e poucos profissionais que atuam no

mercado, propriamente dito. Isto de uma certa maneira contribui para um distanciamento destes profissionais com a realidade existente;

- O aluno muitas vezes não é estimulado a descobrir e a exercer seu papel social. Eles precisam conscientizar-se de sua função de agentes de transformação da sociedade;
- Percebe-se um descompasso entre a atual estrutura de formação de engenheiros e os processos de transformação da sociedade e do mundo produtivo. Entregues à competição e ao mercado, as escolas de engenharia lutam para acompanhar as inovações e a "agilidade" do sistema de produção. Muitas universidades procuram formar *engenheiros "just-in-time"* que, no imaginário dos dirigentes de empresas e de escolas, viriam atender às novas exigências de qualificações, demandadas pelo mercado. No entanto, até alcançar o ponto de ser expedido, um diploma de engenheiro demora cerca de cinco anos. Um tempo muito longo para um mercado tão necessitado de inovações, e cujos investimentos crescem rapidamente. Neste sentido, surge o dilema: atender ao mercado ou às demandas sociais?
- A prática pedagógica dos professores está moldada por modelos tradicionais de ensino sem levar em consideração as novas perspectivas atuais;
- O despreparo profissional para a atuação na sociedade de muitos dos egressos das escolas de engenharia, demonstra a necessidade de providências;
- Percebe-se uma necessidade de comprometimento dos professores sobre as reflexões acerca das implicações e repercussões sociais e políticas dos artefatos e processos científico-tecnológicos.
- Muitos profissionais de ensino e docentes engenheiros têm resistências a mudanças;
- Há necessidade de superação da distância entre as áreas humanas e tecnológicas.

Para que isso possa ocorrer é necessário, por exemplo, que se desenvolva uma proposta de CTS nos Cursos de Engenharia, onde se oportunizem questionamentos tais como: Como é a qualidade de vida das pessoas na atualidade? O que as pessoas pretendem para o futuro? Os desenvolvimentos científicos tecnológicos têm produzido um mundo de qualidade superior ao que se tinha anteriormente? As produções científicas e tecnológicas ajudam ou trazem malefícios à sociedade? A tecnologia e a ciência têm auxiliado os principais problemas sociais que as pessoas enfrentam? Como se está tratando os impactos ambientais e sociais oriundos da tecnologia? Qual a porcentagem da população tem acesso aos benefícios do uso da tecnologia? Como estabelecer a relação entre o técnico e o popular? Como fazer que os usuários de tecnologia possam opinar sobre a própria tecnologia? As tecnologias propostas vêm trazer libertação as pessoas ou vem escraviza-las ainda mais?

Buscar respostas para estas questões é, uma tarefa crucial para as escolas de engenharia e demais instituições a elas relacionadas. Não é admissível que a Universidade não oportunize discussões a respeito do papel da ciência e da tecnologia na conjuntura social.

Neste sentido, é importante, portanto analisar de que maneira se poderão implantar as concepções de Ciência, Tecnológica numa perspectiva social nas disciplinas profissionalizantes dos cursos de Engenharia. De que forma propor a construção de uma proposta pedagógica baseada na instrumentalização de metodologias que estejam voltada para as concepções de CTS, junto à comunidade acadêmica, bem como propor alternativas para a melhoria na formação do profissional engenheiro, atendendo a perspectiva integral tanto no que se refere aos aspectos sócio-culturais, quanto políticos.

## **2. A FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO**

A educação deve ser, além de construtora de cultura, um agente de mudanças, gerando novos valores culturais, éticos e filosóficos. Deve-se buscar a formação do futuro engenheiro como um agente de transformações sociais e não um mero reproduzidor de técnicas consagradas. Não se pode tratar tais questões com tanta neutralidade, deve-se convidar os estudantes a refletirem e discutirem sobre o que eles estão fazendo durante sua formação dentro da Universidade e, principalmente, sobre aquilo que deverão e poderão fazer posteriormente junto à sociedade.

É preciso educar os estudantes na perspectiva de adaptar a produção industrial ao homem e não o contrário, numa busca desenfreada pela produtividade. É necessário buscar uma educação que oportunize o ato de construir com mais relevância do que o ato de reproduzir, não tratando os engenheiros apenas como bons técnicos dotados de suficiente treinamento, mas sim como cidadãos em sintonia com os problemas da sociedade na perspectiva de sua transformação.

O aluno merece aprender a compreender a Ciência e a Tecnologia em toda sua plenitude para poder ser elemento participante nas decisões de ordem política e social que influenciarão seu futuro e das próximas gerações. A educação, portanto deverá investir em conhecimento crítico e consistente, voltado para o bem estar da comunidade.

A evolução tecnológica acontece em um ritmo acelerado e, por decorrência, existem muitas repercussões sociais. Muitas vezes, no entanto, a Universidade oferece apenas treinamentos que não são suficientes para sustentar uma carreira. Essa supervalorização da tecnologia, apreciada por grande parte dos docentes, na maioria das vezes, desligada de suas implicações sociais e humanas, é utilizada como um fator motivacional para os alunos. Os docentes, desta forma, passam aos futuros profissionais uma visão mágica e distorcida da profissão, atribuindo-lhes um caráter puramente técnico, neutro e descontextualizado do ambiente social que os rodeia. Saem técnicos e pesquisadores, mas não cidadãos.

Na tentativa de se modificar o atual panorama é importante fazer uma reflexão sobre os princípios que devem orientar a Educação Superior no Século XXI apontados pela UNESCO, em linhas gerais:

- Ampliar o acesso e a participação na educação superior;
- Investir mais em educação, incluindo o nível superior, mediante a mobilização mundial de todas as partes interessadas, a fim de assegurar uma base mais ampla de recursos;
- Melhorar a pertinência da educação superior respondendo aos desafios de um mundo em mudança nos planos internacional, regional, nacional e comunitário;
- Aumentar a qualidade da educação superior em todas suas funções e com respeito a todos os que participam de suas atividades;
- Fomentar a função da pesquisa na educação superior;
- Fomentar a liberdade acadêmica e a autonomia institucional;
- Intensificar a cooperação internacional na educação superior e orientá-la num espírito de solidariedade acadêmica.

Nesse artigo, o enfoque que se pretende discutir está relacionado à qualidade do ensino superior para atender as novas exigências do mundo atual. Não basta apenas a preocupação com a Tecnologia e a Ciência, é necessário que as propostas de aprendizagem sejam pautadas na forma de como fazer uso desta tecnologia e desta ciência e suas implicações sociais.

Procurando atualizar os sistemas educacionais para que os mesmos se adaptem às novas realidades e desafios da atualidade, as diretrizes e bases para a Educação Nacional

corporificada na Lei 9.394 de dezembro de 1996 e os mecanismos e processos de avaliação da qualidade do ensino nas Instituições de Ensino Superior conduzem a mudanças de concepções filosóficas, sociológicas e pedagógicas bastante significativas para todo o processo educativo. A nova LDB (Leis de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira) e as diretrizes curriculares para os cursos de engenharia propõem, dentre outras coisas, que seu egresso saiba conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos; planejar, supervisionar, projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados, além de saber atuar em equipes multidisciplinares, comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica e avaliar a viabilidade econômica de projetos e o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental.

Nesta perspectiva, cada curso de Engenharia deve ter um projeto pedagógico que demonstre ampla e detalhadamente seus objetivos e como os conjuntos de atividades executados desenvolverão as características e competências esperadas para o profissional que está formando.

Propõe, ainda, que as estruturas curriculares devem ser flexíveis, estar direcionadas a proporcionar condições para consolidação dos conhecimentos e para atividades complementares, objetivando autonomia intelectual do aluno. Para isso, é fundamental que existam trabalhos de síntese e integração dos conhecimentos e conteúdos adquiridos. E, que deverão ser estimuladas atividades empreendedoras, com o objetivo de se desenvolverem posturas de cooperação, comunicação e liderança.

Analisando as propostas da nova LDB, verifica-se que várias reformulações precisam ocorrer no quadro atual do ensino de engenharia, onde a graduação deve deixar de ser apenas um lugar para “transmissão” e aquisição, passando a ocupar um espaço de construção e produção de conhecimentos. A aprendizagem não deve se esgotar no campo dos métodos de reprodução do saber, mas em sua apropriação e recriação constante, impulsionando o aluno, em sua dimensão individual e social, a criar e responder a desafios para que as mesmas se realizem de maneira satisfatória.

Quadro 1: Paradigmas educacionais

	Antigo Paradigma Educacional	Novo Paradigma Educacional
Professor	Colocar um conjunto de conhecimentos factuais e habilidades intelectuais, e testar estas informações periodicamente através de provas e exames.	Libera-se para ser mais um guia do aluno, um conselheiro, um parceiro na procura da informação e da verdade, aumentando a participação ativa do educando.
Habilidades intelectuais	lingüística (capacidade de ler, compreender e escrever textos) e a lógico-matemática (capacidade de processar informação quantitativa), porque essas eram aquelas necessárias para empregos na indústria e comércio, para onde a maior parte dos alunos eram destinado na Era Industrial.	além da lingüística e da lógica-matemática, são agora, valorizadas. Gardner trabalha com a noção de inteligência múltipla.
As salas de aula	eram isoladas umas das outras e limitadas em recursos; mesas e cadeiras dispostas em filas;	Há mesas para trabalhos em grupo, sofás e poltronas confortáveis para leituras, computadores para a realização de tarefas e para comunicações digitais locais, nacionais e internacionais; com infraestrutura para permitir a interconexão com outras escolas.
Conteúdo	O professor desempenhando a função de dono e transmissor principal do conhecimento; a apresentação de informação limitada ao uso de livros-texto e do quadro-negro e quase sempre de forma linear e seqüencial. O aluno é um elemento passivo, um mero receptor dos pacotes de informação preparados pelo sistema educacional.	Aumento do uso das novas tecnologias de comunicação, caracterizadas pela interatividade, pela sua capacidade de uso individualizado, pela não-linearidade e pela capacidade de simular eventos do mundo natural e do imaginário de forma a levar o aluno a perceber fenômenos que antes não faziam parte do ensino formal;

Avaliação	Memorização de informação é a pedra fundamental neste paradigma; respostas corretas sob um único ponto de vista.	Feita constante e serenamente ao longo de todo o período de formação do aluno, e a ênfase é colocada na capacidade de pensar e se expressar claramente, solucionar problemas e tomar decisões adequadamente.
Motivação	Há poucas oportunidades para a simulação de eventos naturais ou imaginários, tanto para aumentar a compreensão de conceitos complexos quanto para estimular a imaginação.	Surge no aluno, de dentro para fora, em vez de ser algo externo e, há o reconhecimento de que a aprendizagem permanente será uma tarefa constante na vida profissional e pessoal de todos.
Currículo	é visto através de uma filosofia de separação: o conhecimento humano, em busca de amplitude, é entendido dentro da idéia de multidisciplinaridade e se divide em classificações estanques (matemática, geografia, história, literatura, português, língua estrangeira, biologia, física, química, etc.) sem maiores incentivos à possibilidade de se ver inter-relacionamentos entre elas – a interdisciplinaridade.	A Universidade tem que ser, antes de tudo, um ambiente inteligente, especialmente criado para a aprendizagem, de forma transdisciplinar.
Aluno	É considerado formado, pronto para o mercado de trabalho, quando termina os estudos.	O futuro profissional deverá manter-se sempre atualizado.
Estudo da ciência	Baseado no modelo de conhecimento cartesiano e positivista limita-se a classificar, calcular, e prever dados empíricos. O sujeito assume uma posição passiva diante dos fatos e acontecimentos.	O modelo de conhecimento baseado na teoria crítica discute a ciência integrada a um contexto social no qual esta se encontra.

O antigo paradigma educacional tornou-se incapaz de lidar com as constantes mudanças ocorridas na sociedade: as informações se tornaram muito grandes em termos de volume e acessíveis para um número significativo da população, houve um aumento da complexidade em todos os setores da vida profissional e pessoal; a necessidade de fazer inter-relacionamentos entre campos de conhecimento anteriormente estanques; mudança no sistema valorativo e no comportamento social; transformação na questão relativa ao emprego; necessidade de atualização permanente de profissionais devido à quantidade de novas informações disponível em novos formatos e com novas formas de acesso; e o aumento de internacionalização dos conhecimentos necessários para tomar decisões, para ser mais produtivo e mais competitivo no mercado de trabalho.

Um dos imperativos básicos do Ensino de Engenharia atual é a compreensão de que o docente de tecnologia não é um mero “transmissor” de conhecimentos técnicos acabados. Por melhor que seja este ensino, o educador possui compromissos éticos e sociais que vão além do ensino da técnica. Não é mais possível desconsiderar que sua atuação educativa possua conseqüências sociais e éticas. Mesmo que indiretamente existe um compromisso que não pode ser ignorando ou negligenciando, pois implicitamente a sua ação docente perpassa valores sociais e culturais interferindo nas escolhas que realiza, tanto em termos de técnicas como em termos de concepções e posicionamentos.

Há, portanto, necessidade de uma reflexão ética e moral que investigue temas como a formação do engenheiro, a repercussão de seu trabalho no meio social, bem como as questões éticas relativas ao desempenho de sua profissão. A humanidade tem sido pouco capaz de utilizar os seus avanços científicos e tecnológicos de modo sintonizado com as necessidades sociais. É importante analisar, o papel da tecnologia e a sua relação com os efeitos que produzem na sociedade. No entanto, não basta refletir, tem-se que propor alternativas para revisão deste quadro, que de um lado é fascinante e de outro amedrontador. Por esse motivo, é necessário que se discuta, se analise e se avalie, a forma de produzir o conhecimento tecnocientífico com a qualidade e as conseqüências que essa forma de utilização, muitas vezes fragmentada e linear pode trazer para a sociedade.

## 2.1 O Engenheiro Docente

Em engenharia, é fundamental, na atualidade que se tenha um ensino de melhor qualidade, com um ritmo mais acelerado, de forma a acompanhar a evolução da tecnologia.

Antigamente, a duas ou três décadas atrás, era usual que os docentes de engenharia fossem engenheiros do mercado de trabalho, que dedicavam algumas horas semanais para “transmitir” suas experiências profissionais para os alunos, futuros colegas de profissão.

Houve uma evolução. Muitas coisas mudaram. O que se percebe, na atualidade dos Cursos de Engenharia, é que normalmente para contratação na Universidade são exigidos mestrados ou doutorados. No entanto, uma coisa permanece inalterada. A preparação didática e metodológica. Muitos docentes apenas se transformaram de engenheiros para pesquisador-engenheiro. O que geralmente ocorre, nestes casos, é que apenas em uma das provas para o ingresso nas Universidades é exigida uma prova de didática (aula sobre um assunto sorteado), e com avaliação de professores-engenheiros sem, muitas vezes conhecimentos de didática, epistemologia e questões referentes a educação como um todo.

Na maioria das vezes, a capacidade técnica desses professores é inquestionável. No entanto, em termos de didática e metodologias de ensino alguns têm desempenhos razoáveis, conseguem incentivar seus alunos, usam algumas dinâmicas de ensino, estabelecem o diálogo em sala de aula, propõe planos de ensino razoavelmente estruturados. Mas de forma conjuntural deixam a desejar. Pode-se perceber isto através de alguns fatores principais: altas taxas de evasão e reprovações, desinteresse dos alunos em sala de aula, e resultados nas avaliações institucionais.

Os engenheiros docentes, na maioria das vezes, não têm claro os seus papéis como formadores de culturas, às vezes nem mesmo da posição como defensores de um momento tecnológico. Os alunos acabam passando pelo Curso sem se sentirem parte da comunidade, mas apenas colecionando créditos para o diploma, passaporte de ascensão social.

Segundo BAZZO (1998), quando se avalia o ensino de engenharia e principalmente as relações destes com a ciência, tecnologia e sociedade, verifica-se a existência de discrepância significativas na cultura científica, humanista, na formação e na prática pedagógica, de muitos professores-engenheiros. Isto se deve, em grande parte devido à formação dos profissionais que sofreram influências do pensamento cartesiano associado a concepções positivistas e tecnicistas de ensino.

Algumas pesquisas têm sido realizadas nesta área. Um dos exemplos a serem citados são pesquisas de BRINGHENTI (1993) e BOOTH (1996), que demonstram que um número significativo de docentes de engenharia, tem como concepção que ensinar é transmitir matéria (cumprir o programa), que todo o ensino deve ser centrado no professor, a participação do aluno é passiva, sendo ele apenas um receptor e a avaliação considerada sempre como sinônimo de prova ou teste. Ou seja, utilizam-se dos antigos paradigmas educacionais.

Nesta pesquisa a autora BRINGHENTI (1993) identifica, ainda, que muitos docentes dos Cursos de Engenharia, não comunicam sua metodologia, formas de avaliação, seus objetivos, deixando os alunos completamente a mercê do que irão aprender e do deles será exigido. Demonstra que em apenas poucos momentos os alunos são requisitados a utilizar o raciocínio reflexivo, a criatividade e o senso crítico.

“O ensino de engenharia, até hoje, não se pautou por uma reflexão pedagógica sobre como se deveria ensinar engenharia. A "pedagogia" empregada está inteiramente inadequada ao processo de aprendizagem (BRINGHENTI, 1993, p. 116).

Neste sentido, pode-se inferir que os *docentes engenheiros* trazem na sua postura profissional grande parte de sua própria formação. Não vislumbram a necessidade de que uma prática docente deve pautar-se em dois campos principalmente: a *técnica*, fundamental para atuação como engenheiro, e a *pedagógica* para o exercício de sua profissão como docente.

Portanto, para atuar de forma efetiva em sua prática como engenheiro-docente, é importante que sejam interligadas as competências técnico-científicas, as competências humanísticas e pedagógicas. Os conhecimentos técnicos são fundamentais, no entanto, não garantem que um engenheiro possa atuar com eficácia em sua profissão se não forem considerados os aspectos didáticos e metodológicos e suas concepções filosóficas. É importante para isso se analisar quais as visões de mundo destes profissionais, para que se possa atender de modo significativo o mercado emergente.

Para isso, os professores-engenheiros precisam utilizar-se de concepções e métodos pedagógicos cada vez mais inovadores e interativos, oportunizando aos alunos o trabalho em equipe, e a desenvolverem projetos em várias áreas, de preferência de forma interdisciplinar. Necessitam levar o aluno a responsabilizar-se pela sua aprendizagem e saberem-se construtores de seus conhecimentos, suas habilidades, competências e valores oportunizando uma discussão-releção a respeito de suas funções na sociedade.

### **3. CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE (CTS)**

Ao iniciar esta discussão, é importante mencionar que a concepção sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) deve ser uma análise criteriosa e crítica das relações existentes entre Ciência e Tecnologia abordados dentro de uma perspectiva social. Hoje em dia, quando se pensa em Ciência e a Tecnologia, percebe-se uma necessidade de transcendência das questões meramente acadêmicas para uma perspectiva da existência do ser humano e as suas relações sociais.

Precisa-se, de acordo com esta nova postura, superar uma análise de um conhecimento fragmentário do contexto atual e da profissão. Seu estudo, na verdade constitui-se principalmente numa visão de mundo complexa e globalizante. Neste sentido, um desafio que se coloca para as Universidades que possuem cursos ligados às áreas científicas e tecnológicas é a introdução de concepções a respeito de CTS nas práticas pedagógicas de seus profissionais.

A dimensão CTS deve estar associada à formação de profissionais que atuam na área científica e tecnológica. Dessa forma, os conceitos deverão estar entrelaçados, interligados e articulados, oportunizando inter-relações entre saberes diversos. Neste sentido e de acordo com a multidimensão que a concepção de CTS aborda é imprescindível trazer para os Cursos de Ciência e Tecnologia uma discussão transdisciplinar. Esse tipo de enfoque tem um caráter mais ousado em termos de conhecimento, procurando aproximar a idéia de transversalidade de conceitos, onde estes ficam mais soltos para estabelecerem articulações, sem territórios, nem fronteiras.

A ação pedagógica através da transversalidade enfoca a construção de um ensino superior de maneira participativa para a formação de um sujeito sensível às causas sociais. O objetivo da mudança do ensino através da transversalidade é tornar as vivências da realidade global, um fator que se insere nas experiências cotidianas do aluno, do professor e da população de modo geral.

Articular saberes, conhecimentos, vivências, universidade, comunidade, meio-ambiente, ciência e tecnologia são um dos desafios da transversalidade e da educação

prospectiva. Em termos práticos a transversalidade em ciência e tecnologia, é um trabalho coletivo e solidário na organização dos conteúdos, dos objetivos, que se pretende atingir.

Um projeto em CTS deverá ser marcado por uma visão transversal de educação, num sentido progressista, social e libertador. Esta perspectiva engloba um aprender sobre a realidade, na realidade e a respeito das transformações desta realidade. Essa idéia de transversalidade, portanto serve de modo muito especial para levar à prática a concepção de formação integral da pessoa, numa visão de Ciência, Tecnologia e Sociedade.

Considera-se a transversalidade como uma concepção muito adequada para o tratamento dos temas relacionados a CTS. Por esta razão deve-se oportunizar um trabalho sistemático, contínuo, abrangente e integrado no decorrer de toda a educação e não numa disciplina, permeando toda a prática educativa. Seus objetivos e conteúdos devem estar inseridos em diferentes momentos de cada uma das disciplinas. Devem ser trabalhados em uma e em outra de diferentes modos.

A transversalidade é uma concepção integradora e contextualizadora do conhecimento, que propicia o relacionamento interpessoal e com o grupo. Neste sentido, abordar CTS como constituintes de idéias geradoras de conhecimento, que atravessam e se cruzam entre as diferentes disciplinas, constitui-se um fator estruturador, ou seja, linhas diretrizes da aprendizagem, pois potencializam valores, fomentam comportamentos e desenvolvem conceitos, procedimentos e atitudes, que correspondem às necessidades pessoais e da própria sociedade.

A compreensão dessa desterritorialização dos conceitos permite a tessitura das redes entre os contextos de que os sujeitos participam. Sabe-se que o enfoque CTS vem se constituindo nas práticas educativas de docentes engajados, mas podemos dizer que isto só basta para uma efetivação nos currículos? De que forma pode-se garantir a multiplicidade de conhecimento que a envolve?

Trata-se de compreender a Universidade como um local de questionamentos permanentes e reconstrutivos, capazes de formar sujeitos historicamente atuantes, com percepções emancipatórias, desenvolvendo novas competências e qualificações, promovendo uma comunicação aberta e criadora de um sistema imaginativo e transformador da cultura, do ser humano e da sociedade.

É importante deixar claro que uma proposta de aplicação da idéia da CTS para o ensino de Engenharia enfrentará desafios fundados na própria tradição e formatação institucional da imensa maioria dos docentes engenheiros. Essa proposta provocará transformações nas estruturas acadêmicas atualmente legitimadas mais como representantes de estruturas políticas e de poder do que de saberes. Os conhecimentos dissociados da conjectura social não condizem com as necessidades da formação que se espera dos engenheiros.

Apesar de todas as conquistas provocadas pelo rápido desenvolvimento científico e tecnológico, a complexidade da problemática social se agrava a cada instante. Para isto, é necessária, uma abordagem epistemológica mais flexível que possa, intercalar alguns conceitos sociológicos e políticos à visão dos atuais panoramas dos Cursos de Engenharia.

Qualquer coisa, em qualquer campo do conhecimento só vai ser valorizada, analisada e utilizada criticamente quando for realmente compreendida. Por esse motivo, é imprescindível um questionamento entre os alunos das áreas científicas e tecnológicas a respeito do impacto que determinado estudo ou artefato tecnológico irá provocar sobre a população, sobre de que forma o seu modo de vida e seus valores serão alterados, enfim, se é esta forma de tecnologia que a sociedade realmente quer e precisa.

Desta forma, é necessário rever este quadro sobre as políticas científico-tecnológicas e analisar de que maneira se poderia desenvolver um programa de 'controle' da sociedade

sobre os efeitos negativos das aplicações desenfreadas da ciência e da tecnologia, sociedade esta que necessita de cidadãos responsáveis e conscientes, contrapondo-se com a noção de hiperespecialistas vigente atualmente. Para isto é fundamental a reflexão sobre a forma de como propor um programa de implantação de CTS nas engenharias.

É essencial que estudos sobre CTS não se resumam a disciplinas estanques e neutras, mas sim que ele seja uma área do conhecimento fundamental para tornar o futuro engenheiro um profissional sintonizado com as suas responsabilidades técnicas e sociais. É preciso desenvolver um vocabulário moderno e algumas ferramentas metodológicas que permitam uma cooperação importante entre as várias faces da existência tecnológica.

Neste sentido, urgem propostas que possam abarcar ciência, tecnologia nos seguintes aspectos: sociais, ambientais, comportamentais, políticos e etc. No entanto, não basta que sejam introduzidos conteúdos disciplinares que trabalhem a inserção da engenharia na tecnologia e de ambas no contexto social, nem, apenas incluir assuntos em algumas disciplinas que coloquem em xeque muitos dos pressupostos que orientam a prática pedagógica nos Cursos de Engenharia.

A proposta deste trabalho é a constituição de um programa que poderá ser um diferencial na resolução dos impasses percebidos. Esta proposta procurará propor uma reavaliação e um redimensionamento de questões epistemológicas e educacionais referentes à estrutura das disciplinas profissionalizantes dos Cursos de Engenharia.

O alicerce da cultura técnica adquirida se enriquece ao ser contemplado por abordagens da economia, da sociologia, da filosofia e da administração, de modo que as questões possam ser tratadas com um enfoque sistêmico. É preciso ainda considerar a dimensão qualificacional do trabalho, devendo os Cursos de Engenharia garantir a introdução desta dimensão através do método da educação pela pesquisa, do conhecimento como um processo em construção, e aprimoramento.

A proposta é que se tenha uma reflexão, uma vez que os progressos que a tecnologia apresenta em uma determinada sociedade não se separam da forma como o conhecimento foi constituído. Assim sendo, o ensino de engenharia pode ser construído dentro de uma nova base questionadora e atualizada. As áreas humanas e sociais desempenham uma mediação entre o conhecimento elaborado, no âmbito da área tecnológica, e a sua aplicação no mundo social do trabalho e da existência humana. O currículo de engenharia deve proporcionar uma inter-relação destes de modelos, de forma que técnica e o conhecimento humano e social convivam harmonicamente numa trajetória cooperativa. Mas isto só não basta. É importante a criação de grupos permanentes de discussão, seminários, palestras a respeito de CTS tanto para alunos quanto para professores.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A visão globalizante de CTS é um verdadeiro desafio para os profissionais que atuam em cursos de Engenharia. Ela deve, de certa maneira, possibilitar uma realfabetização com relação a esta proposta e a tudo que o compõe. Isto significa dizer que é necessário se repensar os conceitos de CTS que se possui. A situação atual exige um novo reaprender. A complexidade dos problemas exige análises profundas e um amplo debate em torno de idéias, posições e alternativas de solução. Por esse motivo é importante desenvolver trabalhos de discussão das imagens, das suas representações sociais, oferecendo aos participantes novos componentes pedagógicos: a possibilidade de análise e dialogicidade acerca das diferentes representações sobre os temas, sobre os discursos que escondem, os

equivocos que evidenciam, as críticas, alternativas e soluções propostas por pessoas e grupos sociais em diferentes fases dos Cursos de Engenharia.

O desafio que se apresenta ao ensino de engenharia no Brasil concorre ao cenário mundial que demanda uso intensivo da ciência e tecnologia e exige profissionais qualificados. A revolução tecnológica e o processo de reorganização do trabalho demandam uma completa revisão dos currículos uma vez que é exigida dos trabalhadores, em doses crescentes, maior capacidade de raciocínio, autonomia intelectual, pensamento crítico e iniciativa própria, além de capacidade de visualização e resolução de problemas.

É imprescindível, analisar as mudanças internas das universidades brasileiras e, sobretudo das reformulações dos Cursos de Engenharia, bem como as grandes transformações que estão se processando quanto ao perfil exigido pelo mercado de trabalho, frente ao profissional que está sendo formado. Em virtude destas tendências e dos novos desafios a enfrentar, urgem reformulações, definições de novos enfoques e estabelecimento de prioridades para o futuro, desencadeando um processo de mudanças e desenvolvimento, transformações estas que devem levar em consideração uma nova gama de ferramentas se possuem a disposição para a busca e construção do conhecimento.

Desta forma, deve-se propor algumas possibilidades para vencer esses novos desafios, dentre os quais destaca-se a necessidade de substituição de uma concepção fragmentária e linear de conhecimento a partir de uma proposta transversal que permita articular saberes, ao tratar os problemas de uma forma contextualizada em uma época planetária.

Cabe, portanto, às pessoas que estão envolvidas com a Engenharia tornarem-se agentes do processo e construir as mudanças que serão necessárias para esta área do conhecimento, que é fundamental para o progresso humano e social. Isto envolve uma nova postura, o desenvolvimento de novos comportamentos, a redefinição de valores diversos para que se possa por em prática as novas concepções sobre CTS, através de Congressos, cursos, debates, seminários, grupos de estudos permanentes de discussões, bem como disseminar projetos de extensão que oportunizem a formação do indivíduo enquanto ser humano e social, a formação do cidadão, do profissional e do profissional cidadão; identificação de oportunidades, demandas, necessidades e problemas comuns visando o processo de integração e de autonomia das diferentes universidades que trabalham com este tema; articular saber popular e as práticas sociais das comunidades com o saber acadêmico e a prática social da vida universitária.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAZZO, W. A., PEREIRA, L.T. do V. , LINSINGEN, I. **Educação Tecnológica, enfoques para o ensino de engenharia**. Florianópolis: EDUFSC, 2000.

BAZZO, W. A. . **Introdução à Engenharia**, 6. edição. Florianópolis: EDUFSC, 2002.

\_\_\_\_\_. **BAZZO, W. A. Ciência, Tecnologia e Sociedade e o Contexto da Educação Tecnológica**. Florianópolis: Editora da UFSC, 1998.

BEHRENS, M. **Formação continuada dos Professores e a prática pedagógica**. Curitiba: Champagnat, 1996.

BOOTH, I. A S. et al. Caracterização das Concepções de Engenheiros-Professores ao Planejar Ensino de Nível Superior, **Anais do XXVII COBENGE**, p.1026- 1034, Natal, 1999.

BOOTH, I. A. S. **Ensino de Engenharia**: comportamentos profissionais de engenheiros-professores em relação aos processos de ensinar e de aprender em nível

superior, **Dissertação de Mestrado em Educação**-Metodologia de Ensino, Universidade Federal de São Carlos, 1996.

BRINGHETI, I. **O ensino na Escola Politécnica da USP** – Fundamentos para o ensino de engenharia. São Paulo: Ed. Universidade de São Paulo, 1993.

DIRETRIZES CURRICULARES PARA OS CURSOS DE ENGENHARIA. Anteprojeto de Resolução. Brasília, 5/05/99.

LEI n. 9.394/96. Estabelece as diretrizes e bases da Educação nacional. Brasília, MEC, 20/11/96.

PEREIRA L. T. do V., BAZZO, W. A. **Ensino de Engenharia**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2000.

## **ALTERNATIVES TO THE ENGINEER TRAINING: THE SCIENCE, TECHNOLOGY AND SOCIETY'S CONCEPCIONS (CTS)**

***Abstract:** Much had been discussed about alterations occurred in the beginning of this century. The planet to comes across connected by bits, in the cybernetic era of globalization that, if by a side opportunese a great society advance, by another give back excessively competitive, generating larges social, environmental and ethical problems. In this portrait, also put out of the way the classics profile of scientific fields, imposing to those that question about the man, serious reflections politic-socials, philosophical or cultural. If the technology comes considerable modifying in the last decades, can say that the conventional education, on a short steps development, to continue disarraying a agglomerated of facts with knowledgement; to privilege the memorization and not the explanation; demanding just only one answer like truth, instead to know how to find the necessary information, in the correct moment. In this sense a question to comes necessary: Wich way to propose alternatives to the improvement of arrangement of the enginery professional, attending to integral perspective on what referee to the aspects cultural-social-politics? To observe that that mainly, the Engineering Courses, in Brasil, need to adapt to this new reality. One of the way is to introduce researches about CTS (Science, Technology and Society), search of this paper.*

***Key words:** Engineering, CTS (Science, Technology and Society), profession form.*