

## O ASPECTO COLETIVO DA ENGENHARIA NA FORMAÇÃO E PRÁTICA PROFISSIONAL

### THE COLLECTIVE ASPECTS OF ENGINEERING IN ACADEMIC FORMATION AND PROFESSIONAL PRACTICES

Jarbas Macedo Lorenzini<sup>1</sup>  
Walter Antonio Bazzo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>UFSC / PPGECT / jarbas@portalengenharia.com.br

<sup>2</sup>UFSC / PPGECT / wbazzo@emc.ufsc.br

#### Resumo

Apresentamos neste artigo uma caracterização dos aspectos coletivos da engenharia, buscando compreender das ações dos engenheiros sob a influência das estruturas sociológicas desta profissão. Explanamos sobre o papel do processo de formação acadêmica na introdução do indivíduo nesta comunidade profissional, contribuindo para a continuidade e perpetuação deste modelo de pensamento. O entorno social é apresentado também como agente ativo na capacidade de percepção orientada do engenheiro, incentivando uma postura individualista. Estas considerações estruturam o pano de fundo para comentarmos sobre a postura acrítica do profissional na aceitação do aparato técnico e literário disponibilizado pela profissão, e das barreiras às tentativas de inovação que se opõem aos seus padrões e modelos hegemônicos. consideramos esta abordagem de grande importância para a compreensão da formação acadêmica dos engenheiros e de sua conseqüente percepção do desenvolvimento e aplicação da ciência.

**Palavras-chave:** práticas coletivas, ensino de engenharia, CTS, inovação.

#### Abstract

In this article we characterize the collective aspects in engineering, pointing the engineer's actions under influence of sociological structure of this profession. The academic formation is shown as the initiation of an individual into the professional community, which contributes to the perpetuation of this way of thinking. The social environment is also presented as an active agent in the oriented perception of engineers, inducing the individualist behavior of contemporary professionals. These considerations form the background to comment the non-critical behavior of the professional on the acceptance of both theoretical and technical information for his/her practices, and the barriers to innovation in concepts that contradicts the hegemonic models and standards. We consider this approach very important to the comprehension of academic formation of engineers and their perception of development and application of science.

**Keywords:** collective practices, engineering education, CTS, innovation.

## 1. INTRODUÇÃO

A engenharia, como todas as demais profissões, se desenvolve através da interação de diversos profissionais. Na compreensão de suas ações devemos considerar, portanto, além das convicções empíricas e especulativas dos engenheiros, as estruturas sociológicas e as convicções pessoais que os unem.

Um indivíduo pode ter determinados pontos de vista, porém o pensamento coletivo é em geral preponderante sobre o individual por ser historicamente construído, estabelecido e aceito pela sociedade. Isto implica em que toda inovação que não esteja alinhada com as idéias e concepções compartilhadas pela comunidade profissional seja compreendida como uma atitude subversiva, pois se constrói e se orienta na direção contrária à estrutura de idéias estabelecida pelo grupo.

É inegável que na engenharia – assim como em qualquer outro campo profissional – todas as ações e decisões tomadas por seus membros estão impregnadas por hábitos próprios e pela forma de pensar de sua comunidade profissional, conferindo ao engenheiro uma predisposição a perceber e agir orientado com uma forma coletiva de pensar. Porém, devemos levar em conta que a estrutura de valores e visões de mundo do engenheiro é formada, além das percepções características de sua classe profissional, também por concepções oriundas de outros círculos sociais dos quais participa.

O ensino de engenharia, por sua vez, deve buscar a formação de cidadãos que vão atuar numa sociedade em constante mutação e fortemente influenciada pelo desenvolvimento tecnológico. O futuro engenheiro deve estar apto a desenvolver suas atividades no sentido do intercâmbio de idéias e de conhecimentos e da interação entre as diversas áreas de atuação da profissão. O trabalho em equipe não pode ser compreendido como uma colaboração simplesmente aditiva, mas sim um processo coletivo que consiste em criar, mediante o esforço conjunto, uma estrutura especial que não é igual à soma dos trabalhos individuais.

Neste sentido, o presente artigo busca abordar a influência dos condicionantes sociais na produção de conhecimento e no desenvolvimento da práxis da engenharia, comentando a falta de criticidade na aceitação das informações fornecidas pelo paradigma vigente, bem como as dificuldades encontradas no surgimento de inovações que se colocam contra a estrutura de idéias hegemônica deste campo do saber.

## 2. ASPECTOS COLETIVOS DA ENGENHARIA

Os engenheiros constituem coletivamente uma unidade social com significativo poder decisório no processo de desenvolvimento da sociedade. O engenheiro é, acima de tudo, um formador de opinião que constrói suas idéias a partir de um referencial estabelecido pela sua comunidade profissional.

*“A engenharia é uma construção coletiva, formada por anseios individuais imersos em um coletivo sócio-cultural e comprometida profundamente com o seu passado. Neste aspecto, o engenheiro assume um papel reflexivo, mas antes de tudo o de um sujeito que interage continuamente com os objetos de seu trabalho e com todo o seu entorno social e histórico. Nesta visão, que refuta um papel unicamente empirista para a engenharia, o engenheiro é um agente interativo nas suas*

*construções individuais vislumbradas como admissíveis no estilo de pensamento dominante” (BAZZO & PEREIRA, 1997).*

O engenheiro possui uma maneira particular de perceber o mundo e de relacionar-se com ele, uma vez que o seu conhecimento é influenciado pelo conjunto de concepções, tradições e normas de sua profissão. A participação de um indivíduo neste contexto profissional pressupõe, portanto, uma predisposição para uma percepção direcionada e seletiva e conseqüentemente para uma ação orientada. Logo, as idéias do engenheiro constituem uma atividade eminentemente social, e não têm sentido se analisadas somente sob um viés individual.

A estrutura coletiva da engenharia se mantém pela permanente circulação de idéias entre os indivíduos que compartilham seus ideais e interesses comuns, estabelecendo uma forma de pensamento particular. Esta estrutura cognitiva gera um conjunto de informações que são validadas, organizadas e estruturadas pela comunidade profissional, possibilitando a criação de um aparato técnico instrumental e literário necessário para o desenvolvimento desta área do conhecimento. A estrutura coletiva da engenharia é, portanto, portadora de um conhecimento que supera em muito as capacidades individuais dos seus membros.

BAZZO, PEREIRA & LINSINGEN (2000) comentam que a participação em um coletivo se dá mediante a corroboração de sua estrutura paradigmática. Um indivíduo, para se inserir e participar de determinado círculo profissional, deve incondicionalmente aceitar e reproduzir o modo de operação deste coletivo e submeter-se aos seus padrões de funcionamento. Sem a observância destas condições não é possível considerar o indivíduo como membro de determinado coletivo sendo, portanto impossibilitado de representar este “monopólio” de determinado campo de ação humana.

A participação de um indivíduo na comunidade profissional da engenharia e em outros núcleos sociais se dá, a priori, voluntariamente. Na análise da formação do pensamento do engenheiro deve-se levar em conta sua participação concomitante nestas diversificadas estruturas sociais, das quais o profissional compartilha concepções, valores morais e éticos. Todas estas estruturas coletivas exercem influência na sua prática profissional direta ou indiretamente, independente da participação ativa ou não do engenheiro em suas práticas. Entretanto o indivíduo geralmente não tem consciência da influência do estilo do coletivo na sua forma de pensar, não analisa criticamente esta contribuição e, portanto, dificilmente consegue se opor a esta forma particular de influência das suas idéias e opiniões.

### 3. ENGENHARIA COMO IDEOLOGIA

Toda prática profissional da engenharia está diretamente relacionada – e vinculada – à sua estrutura hegemônica de pensamento, que através de uma linguagem própria distingue o seu saber especializado do saber popular. Os engenheiros podem ser definidos como

*“cidadãos que, mediante um aprendizado formal e específico, adquiriram uma reconhecida qualificação para o exercício de uma determinada profissão, trabalho ou ofício. Ou seja, são cidadãos especialmente preparados para o desempenho das múltiplas atividades produtivas a todo instante demandadas pelo processo de desenvolvimento sócio-econômico” (MACEDO, 1997).*

A maneira peculiar da engenharia de conceber os problemas e analisar os seus objetos de estudo define claramente os contornos da profissão aos indivíduos que optam por esta carreira profissional. No que se refere à natureza individual destas pessoas, supomos que

*“os indivíduos que escolhem a profissão de engenheiro sejam curiosos, tenham espírito prático aguçado e possuam um tipo de criatividade direcionada a operações envolvendo manuseio de artefatos tecnológicos de variadas complexidades, possuindo uma espécie de impulso natural (inato) à identificação (e encaminhamento das respectivas soluções) de problemas de ordem prática, apresentados pelas necessidades da interação com o meio ambiente. Problemas, portanto, que sejam exigentes de soluções complexas e multidisciplinares, que serão equacionadas através da disciplina mental compatível com a metodologia científica, exigente de alta capacidade de abstração, com resultados validados no âmbito do conhecimento estruturado, dentro dos limites da ciência e da verificação empírica. Descrições desse tipo não excluem nenhuma outra característica pessoal, relacionada com a afetividade, a expressão artística ou a responsabilidade social e ambiental, como pode ter sido fixado no estereotipo cultural e mesmo educacional dos engenheiros.” (TIMM, SCHNAID & COSTA, 2004).*

A engenharia pode ser vista de certa maneira como uma ideologia, pelo domínio que exerce sobre seus membros através da imposição de suas idéias e de seu modo peculiar de produzir informação e conduzir os problemas. A ideologia da engenharia apresenta, através de sua estrutura conceitual e sociológica, um forte poder de persuasão, pois distorce a percepção dos fatos, coisas e acontecimentos. FREIRE (1996) afirma neste sentido que

*“(...) a ideologia tem que ver diretamente com a ocultação da verdade dos fatos, com o uso da linguagem para penumbrar ou opacizar a realidade ao mesmo tempo em que nos torna ‘míopes’. (...) Mais séria ainda é a possibilidade que temos de docilmente aceitar que o que vemos e ouvimos é o que na verdade é, e não a verdade distorcida.”.*

Este sistema de opiniões formado, estruturalmente completo e fechado, composto por numerosos detalhes e relações, conduz seus membros a resistir com veemência a tudo o que o contradiga. Há portanto uma tendência de internalismo, ou seja, de fechamento da comunidade profissional da engenharia sobre sua lógica interna de funcionamento, que lhe confere uma suposta autonomia de ação. Esta é a principal ameaça do caráter ideológico da engenharia: uma ilusória noção de auto-suficiência diante dos fatos, que impede os engenheiros de nortear suas ações no sentido de uma postura interdisciplinar, contextualizada e relacionada aos aspectos sociais de suas atividades.

#### **4. A INFLUÊNCIA DA FORMAÇÃO ACADÊMICA**

A introdução de determinado indivíduo na estrutura coletiva da engenharia ocorre, a priori, através do processo de formação. O curso de graduação tem, dentre outras atribuições, a função de preparar, treinar e doutrinar seus alunos a uma forma particular de perceber o seu entorno, elaborar problemas, buscar respostas e apresentar soluções, todas orientadas com a estrutura hegemônica de pensamento da engenharia. Este processo molda a estrutura mental do engenheiro e a sua capacidade de análise do objeto de seu trabalho e das relações sociais pertinentes, orientando na sua prática profissional o que e como observar.

BAZZO & PEREIRA (1997) salientam que

*“o aluno faz parte de um contexto coletivo, tornando-o agente participativo de um processo que não é só seu, como também não é de posse apenas do conjunto daqueles que acolheram para si a responsabilidade de lidar com os pertinentes conhecimentos da área. O engenheiro é um dos componentes de um enorme sistema de compromissos sociais e históricos, que devem ser contemplados de alguma forma em sua formação. O modelo de relação sujeito-objeto adotado nas escolas e a ideologia dos objetivos do ensino realizado são fatores que têm influência direta no plano concreto, muito embora se relegue à própria sorte estas questões, como se não fizessem parte do universo necessário do ensino de engenharia”.*

O ensino de engenharia utiliza modelos perpetuados que são transmitidos aos alunos, conferindo-lhes uma pertinência e conseqüente identidade com o grupo. A fase de formação introduz nos acadêmicos a forma de trabalho e de implantação dos problemas, o equipamento teórico e a sua respectiva aplicação prática. Desta forma, a introdução didática deste campo do conhecimento corresponde a uma imersão em sua estrutura conceitual e de valores, e a uma preparação e disponibilidade intelectual a ver e atuar de uma forma orientada.

*“É certo que cada profissional assumirá um arcabouço de valores individuais, pois depende da bagagem de valores anteriormente assumidos e dos caminhos seguidos depois em cursos de aperfeiçoamento profissional, de pós-graduação e das outras relações que vai fazendo na vida profissional e pessoal, mas acredita-se que os valores adotados no período de graduação, que vem a ser a etapa de formação profissional básica, têm um peso bastante grande na formação do paradigma orientador da prática profissional. Não se pode negar que o período de aproximadamente cinco anos da graduação, que vem carregado de informações e formações, exerce grande influência para a construção do referencial assumido pelo profissional.” (COLOMBO, 2005).*

Esta forma de introdução do aluno na estrutura de pensamento desta comunidade profissional molda a percepção do engenheiro, evoluindo do simples observar ingênuo a uma leitura baseada em um referencial conceitual e teórico. Como conseqüência, o aumento desta habilidade de observar orientada ocasiona no indivíduo uma sensível redução na sua capacidade de enxergar os fatos que contradigam este ver formativo adquirido.

Um dos pontos negativos do ensino de engenharia é a valorização excessiva dos alunos que apresentam as melhores notas nas avaliações e se dedicam com mais intensidade às atividades desenvolvidas nos laboratórios de pesquisa. Esta postura incentiva indiretamente – ou diretamente – o individualismo, minimizando as oportunidades de construção coletiva dos conhecimentos. Neste sentido, BECK (1999) afirma que vivemos em uma era de risco global com predomínio da ética da auto-realização e do sucesso individual, e que qualquer tentativa de criar um novo sentido de coesão social deve partir do reconhecimento de que a individualização está inscrita em nossa cultura. A individualização consiste, segundo este autor, em um “individualismo institucionalizado”, um conceito estrutural relacionado com o estado de bem-estar. Os direitos deste “estado de bem-estar” estão mais orientados para os indivíduos do que para as estruturas coletivas e, em uma escala crescente de valores excludentes, pressupõem o emprego e a educação, que juntos pressupõem mobilidade. Na direção contrária de uma construção social, estes requisitos induzem as pessoas a planejar, perceber e compreender-se somente como indivíduos isolados e, em caso de insucesso, a culparem a si mesmos. A

individualização implica, paradoxalmente, em um estilo coletivo de vida, tornando necessária a valorização do aspecto coletivo da profissão já que boa parte dos problemas com os quais o profissional se depara são insolúveis de um ponto de vista individualista.

Outro aspecto do ensino de engenharia é a sua relevante parcela de contribuição na perpetuação de uma concepção puramente tecnicista da engenharia.

*“Nas escolas de Engenharia, os futuros profissionais recebem soluções prontas, baseadas nas ciências exatas, sem acompanhamento de um ‘conhecimento cultural’ mais amplo, o que os inibe ao diálogo e à crítica, quando os produtos de seu trabalho são postos a serviço da sociedade. Os Engenheiros adquirem dados concretos puros, isentos de reflexão, o que os torna detentores de idéias fixas alijadas de qualquer perspectiva social, ou seja, sem qualquer prática filosófica, no sentido de reflexão.” (FERRAZ, 1983).*

Neste sentido BAZZO, PEREIRA & LINSINGEN (2000) apontam que os cursos superiores de engenharia, por apresentarem um excessivo apego à técnica, relegam a um segundo plano a sua nobre missão de formar indivíduos, além de tecnicamente capazes, com visão social crítica e criadora. A estruturação do ensino busca somente equilibrar os conteúdos técnicos na grade curricular, em uma tentativa de transmitir ao acadêmico todas as informações consideradas como necessárias à sua formação profissional.

O pensamento tradicional transmitido pelo sistema de ensino, orientado apenas pela estrutura tipicamente fechada e normativa, centra-se na análise e no processo e conduz o futuro engenheiro a um modelo de comparação de uma situação ou problema por solucionar a um conjunto de possíveis soluções-padrão. A pergunta a ser feita deve deixar de ser “o que é” e passar a ser “o que pode ser”, sendo respondida com criatividade, pensamento construtivo e capacidade de inventar algo novo, sem se limitar apenas ao conjunto de opções estabelecidas pela sua comunidade profissional. O engenheiro deve estar apto a mudar a qualquer momento a própria posição e a dos envolvidos em seu trabalho, para permitir a análise da situação por diferentes ângulos.

A educação, por um lado, não pode deixar de transmitir ao aluno as concepções e saberes característicos do pensamento coletivo da engenharia. Em contrapartida, deve instigá-lo a analisar criticamente o desenvolvimento da profissão, afim de intervir com coerência nas suas práticas profissionais. Para FREIRE (1996)

*“(...) como experiência especificamente humana, a educação é uma forma de intervenção no mundo. Intervenção que além do conhecimento dos conteúdos bem ou mal ensinados e/ou aprendidos implica tanto o esforço de reprodução da ideologia dominante quanto o seu desmascaramento. Dialética e contraditória, não poderia ser a educação só uma ou só a outra dessas coisas. Nem apenas reprodutora nem apenas desmascaradora da ideologia dominante.”.*

## 5. A INFLUÊNCIA DO ENTORNO SOCIAL

O atual modelo de desenvolvimento social baseia-se em uma visão positivista dos avanços científicos e tecnológicos, esquecendo-se que esta percepção também contém uma noção de neutralidade científica e tecnológica. A engenharia não é neutra, e suas construções são profundamente influenciadas pelo seu entorno social; a sociedade impõe à engenharia suas diversificadas necessidades e anseios, obrigando-a a apresentar resultados confiáveis que

agreguem o maior número possível de informações técnicas e alternativas. O que se observa, no entanto, é que o atual estágio do desenvolvimento tecnológico não conduz a um atendimento das expectativas sociais relacionadas principalmente às necessidades humanas, mas formata o modo de viver das pessoas de acordo com o que a ciência e a tecnologia produzem.

Diversos autores vêm estudando as relações entre a sociedade e a tecnologia. Cabe destacar a abordagem de ECHEVERRÍA (1999) *apud* BAZZO, PEREIRA & LINSINGEN (2003), que aborda a evolução social através da distinção entre sociedades de três entornos. O primeiro, denominado E1, possui fronteiras territoriais bastante reduzidas, onde o homem estabelece relações apenas com aqueles que estão próximos a si. É composto por culturas de subsistência baseadas na extração de recursos naturais sem a presença da tecnologia, onde as técnicas apresentam-se mais como um acaso da solução para os problemas enfrentados no cotidiano do que a invenção de um aparato por um indivíduo. O entorno E2, nesta análise, possui como meio característico o cultural, social e urbano, isto é, uma sobrenatureza produzida através da técnica e da indústria. A intensa e crescente aplicação da tecnologia provoca o aumento da abrangência dos limites territoriais de determinada sociedade, tornando-se necessárias a instituição de formas de poder (religioso, militar, político, econômico etc.) para controle do desenvolvimento social.

Para o autor, o terceiro e último entorno (E3) resulta do avanço das tecnociências, extingue as barreiras físicas e se caracteriza como um espaço basicamente artificial através do uso de uma série de tecnologias, conduzindo à construção de uma “cidade planetária”. Estabelece-se, portanto, um novo espaço de interação entre os seres humanos, e o desaparecimento dos limites entre as sociedades provoca o embate entre os distintos valores e culturas locais, desestruturando e modificando as formas sociais existentes para a construção de um novo entorno social mais amplo. Neste entorno a tecnologia torna-se também um instrumento de controle, uma vez que ocorre a submissão de uma parcela da sociedade à dependência de determinadas tecnologias controladas por seletos grupos.

Os entornos E1 e E2 apresentam propriedades comuns relativas à interação entre os seres humanos, destacando-se as topológicas (os recintos se caracterizam em interior, fronteira e exterior) e as métricas (há grande dependência da vizinhança e da proximidade, tanto espacial como temporal). Acerca destas características pode-se afirmar que nestes entornos, embora a tecnologia tenha ocasionado direta e indiretamente a profunda alteração do ambiente onde a sociedade encontra-se imersa, as relações sociais conseguiram se sobrepor ao desenvolvimento tecnológico mantendo – em escala cada vez mais reduzida – os laços e os valores que compõem a estrutura da sociedade.

Na sociedade atual, globalizada pelo o regime capitalista e pela visão positivista do desenvolvimento, vivenciamos um processo de desterritorialização e de redução da importância das fronteiras geográficas e políticas tradicionais, em decorrência da disseminação das novas tecnologias de comunicação. Este processo conduz à extinção dos valores e culturas locais, criando uma nova realidade vinculada aos interesses de um conceito mais amplo de sociedade, onde o individualismo passa a ser realidade e não mera exceção. Neste novo contexto os indivíduos se vêem diante de uma situação em que devem adequar ou reconstruir suas referências a partir de um modelo social que se apresenta em constante mutação e não lhes garante uma continuidade nas interações sociais. Enfim, este novo modelo de sociedade colocou a mudança como fetiche, em detrimento da estabilidade necessária à evolução salutar do modelo social.

Há um notável descompasso e uma negligente independência entre o desenvolvimento científico/tecnológico e o desenvolvimento social. Presenciamos atualmente uma corrida desenfreada na busca do desenvolvimento e aplicação da tecnologia, e não empreendemos os esforços necessários à estruturação da sociedade para compreender, administrar e aplicar esta tecnologia em seu benefício.

## 6. A ACEITAÇÃO ACRÍTICA DO APARATO TÉCNICO DA PROFISSÃO

A manutenção da base de conhecimento da engenharia depende, em grande parte, da pesquisa em tecnologia. À exceção dos projetos financiados pelo Estado, os recursos necessários para o desenvolvimento da pesquisa são originados de outras fontes do poder econômico, que passam a ditar os objetivos e rumos da profissão. Consequentemente, os benefícios oriundos destas pesquisas são reservados prioritariamente a uma parcela da sociedade comprometida mais com o consumismo do que com a superação das diferenças sociais.

Esta base de conhecimento, composta por uma estrutura de valores e de informação estabelecida e validada coletivamente, constitui o referencial para o desenvolvimento da engenharia e para sua aplicação prática. Este modelo apresenta-se ao profissional através de um código de ética e conduta (explícito ou, muitas vezes, velado) e de um aparato técnico, composto por equipamentos, instrumentos de trabalho e um conteúdo literário.

O atual modelo econômico e social estimula a competitividade, enaltecendo a relação entre o sucesso profissional e o retorno financeiro. Os meios técnicos, por sua vez, proporcionam uma potencialização das capacidades produtivas individuais e coletivas, otimizando os processos e reduzindo o tempo necessário para realização das tarefas. Em contrapartida, se estabelece um abismo crescente entre o esforço demandado para a produção e a escala de remuneração destas atividades. Neste contexto, o engenheiro, diante da necessidade de manutenção de sua qualidade de vida (ou de um padrão mínimo aceitável), passa a buscar alternativas para maximizar o retorno financeiro das atividades que desenvolve.

O desenvolvimento tecnológico disponibiliza uma gama considerável de material técnico aos profissionais, apresentando soluções diversificadas para um mesmo problema. O engenheiro, no intuito de otimizar suas atividades e maximizar seu potencial produtivo, tende a evitar uma análise aprofundada dos processos que acarrete em uma disponibilidade maior de tempo. Este cenário vem provocando uma mudança na postura profissional, estabelecendo uma arriscada cultura de aceitação acrítica das informações e do instrumental disponibilizados pela estrutura coletiva da profissão.

Um dos reflexos desta postura pode ser observado na utilização massificada de *softwares* computacionais nas atividades relacionadas a projetos de engenharia. Podemos ilustrar esta situação comentando sobre a utilização de programas computacionais no desenvolvimento de projetos de estruturas em concreto armado. A elaboração de tais projetos exige do engenheiro, por um lado, uma sólida formação teórica adquirida no curso universitário, potencializada em alguns casos por cursos de capacitação ou aperfeiçoamento. Complementando esta capacitação técnica, a experiência adquirida na prática profissional lhe confere habilidades intelectuais na elaboração do projeto, tais como noções de posicionamento das peças estruturais, de identificação dos regimes de carga atuantes nas mesmas e dos esforços não padronizados etc. Todas estas variáveis são avaliadas com a devida atenção e rigor técnico e convertidas em uma série de dados informados ao *software* que, como resultado, apresenta o dimensionamento e detalhamento das peças estruturais. O desenvolvimento eficaz deste trabalho resulta na obtenção de uma estrutura mais “leve”, que requer quantidades reduzidas de aço e de concreto. A redução do volume de material, por sua vez, acarreta em uma economia na obra a ser executada e também em uma redução do consumo de recursos naturais.

A aceitação acrítica deste instrumento de trabalho da engenharia reside justamente na credibilidade que se confere aos resultados apresentados pelo *software*. Deve-se levar em conta que estes instrumentos utilizam diversos coeficientes de segurança na sua programação de cálculo, a fim de garantir a estabilidade das edificações pela majoração dos dimensionamentos efetuados. Conforme comentamos anteriormente, a dinâmica do mercado de trabalho induz o engenheiro a otimizar seu tempo nas suas práticas profissionais. Neste contexto, o profissional não efetua uma avaliação criteriosa dos dimensionamentos fornecidos pelo programa, e passa a

considerar como válidas e coerentes as soluções apresentadas. Ao proceder desta forma, ou seja, ignorando os excessos contidos nos resultados do programa, transforma-se em um simples operador da máquina e contribui para a desvalorização da profissão. Um aspecto interessante de toda esta situação é que, curiosamente, os coeficientes de segurança são atribuídos ao *software* como prevenção ao seu manuseio por profissionais incapacitados e às práticas inadequadas na execução da obra.

O engenheiro, ao estabelecer esta relação de dependência do ferramental e documentação técnica gerados pela profissão, passa a ignorar ou dar pouca importância às contribuições dos membros do seu coletivo profissional. A credibilidade atribuída ao material técnico validado e aceito pela comunidade profissional torna aparentemente desnecessário o embate de idéias com os demais profissionais do seu círculo de trabalho, afrouxando os laços que unem os profissionais. Entretanto esta impressão é equivocada e prejudicial, uma vez que o desenvolvimento da profissão – inclusive no que tange à criação e evolução do aparato técnico instrumental e literário – está diretamente relacionado às suas construções coletivas. O conflito de opiniões e a conseqüente gênese e implementação de soluções integradas são as molas propulsoras da produção de conhecimento da engenharia, e a garantia da credibilidade desta área do conhecimento.

## 7. AS BARREIRAS À INOVAÇÃO

De alguma maneira, toda inovação rompe com as formas estabelecidas de fazer as coisas, com a rotina e, portanto, tem certo caráter transgressor. Em geral a mudança se opõe à ordem estabelecida e, em conseqüência, suscita resistências. A inovação pode ser vista como

*“(...) enxergar o novo no velho; é criar novos modelos; é vencer a resistência intrínseca às alterações e a preferência pela estabilidade que não conduz ao progresso; é lutar para que, se a inovação for boa (não-prejudicial, não-antieconômica), ela perdure, seja amplamente utilizada e que as alterações realmente progressistas não fiquem condicionadas a iniciativas fortuitas de pessoas ou grupos isolados que estejam alheios às realidades concretas. A inovação é a ruptura dos hábitos de rotina (...)”*  
(HENNIG *apud* JUNG, 2004).

A inovação tem lugar quando se confrontam diferentes idéias, percepções e modos de processar e julgar informação. Para isto se requer a colaboração de diferentes pessoas que vêm o mundo de maneira diferente, e ao mesmo tempo respeitam a maneira de pensar das demais. Neste sentido a inovação é vista como um processo, onde devem ser considerados a sua gênese e introdução em um espaço de práticas coletivas. Em uma sociedade, os agentes com capacidade de inovar são aqueles que, diante de uma necessidade de construir soluções para problemas existentes, são capazes de estabelecer diálogos interativos com aqueles que dispõem de conhecimentos complementares.

Inovar significa ir contra o sistema de idéias estabelecido, perseguindo um objetivo considerado impensável ou impossível. Em se tratando do exercício de uma profissão, o que percebemos como impossibilidade é somente algo incongruente com a estrutura de pensamento habitual da nossa comunidade profissional. Tanto as idéias como os fatos são mutáveis haja vista que as mudanças do pensamento se manifestam em fatos novos e, em contrapartida, fatos fundamentalmente novos somente podem ser descobertos através de uma nova forma de pensar, de uma inovação. Entretanto, em geral as idéias inteligentes são rotuladas de idéias com sorte e uma mão hábil é, também freqüentemente, concebida como uma mão afortunada.

A busca pela inovação pressupõe utilizar a intuição, ou seja, o ato ou faculdade de conhecer diretamente sem a utilização apenas de procedimentos racionais. Trata-se de uma

maneira informal de tratar os problemas, pouco estruturada e pouco exata, que contrasta com o estilo mais voluntarista, ordenado e sistemático da engenharia. A pessoa intuitiva necessita menos informação que as outras para chegar a uma boa conclusão. O conhecimento intuitivo não está imediatamente relacionado a procedimentos racionais conscientes ou deliberados, nem se obtém pela aplicação de regras específicas, pois em geral aparece repentinamente, sem que saibamos exatamente como e de onde veio.

A intuição, por sua vez, está estreitamente relacionada com a criatividade, a qual se mostra pelas idéias geradas, pelas realizações; é muito difícil identificar uma pessoa criativa a priori, sem analisar sua produção. CASTELLS & PASOLA (2003) apresentam, através de um apanhado de diversos autores, as qualidades das pessoas criativas ou intuitivas: são pessoas com ideais, sonhadoras, intelectualmente curiosas, com alegria de viver e bom senso de humor e de estética, sensíveis, auto-suficientes, com espírito crítico e de comunicação, orgulhosas, narcisistas, ambiciosas, simpáticas, tolerantes, com vontade de triunfar e com muita autoconfiança, dinâmicas e jovens de espírito. Possuem talentos múltiplos, grande independência de critério, capacidade para dedicar-se intensamente a um trabalho, motivação e vontade de enfrentar desafios. Alguns outros aspectos das pessoas criativas são: não seguir às cegas os caminhos demasiado conhecidos, recorrer a conhecimentos interdisciplinares, saber escutar, duvidar sistematicamente da infantilidade das soluções próprias, integrar e aceitar as opiniões dos outros.

Os inovadores possuem uma identidade forte, um ponto de vista coerente, bem definido, em desacordo com a norma dominante, pertencendo a um universo reduzido com relação ao entorno social imediato. Trata-se de pessoas curiosas, que estão atualizadas nos temas tecnológicos, aptas a relacionar distintos âmbitos produtivos e econômicos e fazer com que os produtos solucionem necessidades humanas não vislumbradas anteriormente.

O engenheiro inovador e que, portanto, apresenta um perfil mais condizente com as novas necessidades sociais, é aquele que questiona os conteúdos apresentados, busca uma relação destes com o contexto social e se permite desafiar os modelos hegemônicos que estão sendo perpetuados. Este sujeito, imerso em uma estrutura coletiva “engessada”, é considerado um transgressor e discriminado por se posicionar contra todos os conceitos e rotinas profundamente estabelecidos. É esperado, conforme apresentado anteriormente, que este inovador sofra resistências, pois estará continuamente desafiando todos aqueles que aplicam os conceitos já estabelecidos e consolidados.

## **8. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

As diretrizes curriculares para os cursos de engenharia publicadas pelo Conselho Nacional de Educação, além da formação técnica, apontam para uma formação humanística, crítica e reflexiva. Na mesma linha, as diretrizes prevêm humanidades, ciências sociais e cidadania como conteúdos básicos dos cursos de graduação em engenharia. Esta norma também objetiva a avaliação do impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental.

Este novo horizonte da estrutura curricular do ensino de engenharia vem a preencher uma importante lacuna uma vez que, conforme SILVA & NETO (1999), a formação humanística e crítica dos profissionais deste ramo é deficiente em virtude de uma disseminação, nas instituições de formação brasileiras, de uma percepção da ciência desvinculada de valores, absoluta e verdadeira.

O objetivo geral do professor passa então a ser a promoção de uma atitude criativa, crítica e ilustrada, pela construção coletiva da aula e dos espaços de aprendizagem. Desta forma, deve-se promover uma transferência da autoridade do professor e dos textos para os estudantes e

uma mudança na focalização das atividades de aprendizagem, do estudante individual para um grupo de aprendizagem. FREIRE (1996) enfatiza que

*“nenhuma formação docente verdadeira pode fazer-se alheada, de um lado, do exercício da criticidade que implica a promoção da curiosidade ingênua à curiosidade epistemológica, e do outro, sem o reconhecimento do valor das emoções, da sensibilidade, da afetividade, da intuição ou adivinhação. Conhecer não é, de fato, adivinhar, mas tem algo que ver, de vez em quando, com adivinhar, com intuir. O importante, não resta dúvida, é não pararmos satisfeitos ao nível das intuições, mas submetê-las à análise metodicamente rigorosa de nossa curiosidade epistemológica.”.*

Se desenvolvermos no aluno o espírito crítico necessário para visualizar a relação entre as disciplinas e conteúdos apresentados, certamente ele perceberá que a engenharia é muito mais do que a soma de física, cálculo, resistência de materiais etc., pois da interdisciplinaridade emergem conhecimentos mais amplos. Este espírito crítico também lhe capacitará a analisar as alternativas técnicas apresentadas pelo aparato ferramental e literário da profissão, e a optar pela utilização de tecnologias que apresentem uma maior eficácia com menor impacto ao meio ambiente. Além disso, o aluno deve ser conscientizado do aspecto coletivo de sua futura profissão, das estruturas sociológicas que a compõem e da importância das inter-relações entre os seus membros para a integração dos conhecimentos para o desenvolvimento da engenharia. Estas abordagens lhe permitirão ser um profissional capaz de superar as expectativas do mercado de trabalho, e de criar seu próprio trabalho, na direção de um desenvolvimento social estruturado e condizente com os anseios da humanidade.

É fundamental que o estudante de engenharia não se limite a repetir o que está nos livros, mas que seja capaz de construir conceitos e estabelecer relações, de modo a melhor compreender e explicar propriedades e funções de objetos, situações e fenômenos, para então resolver problemas, criar tecnologia e ampliar o conhecimento científico. É preciso formar engenheiros que, diante do inesperado, sejam capazes de manusear criticamente o conhecimento adquirido e, em um espaço de práticas coletivas, ampliá-lo no sentido do desenvolvimento social.

O sistema de ensino de engenharia precisa se reestruturar, tomar novos rumos. Não se trata apenas adequar currículos, equipar laboratórios e moldar as estruturas administrativas dos cursos. A mudança no ensino deve estar na direção da inovação obtida na integração e contextualização dos conhecimentos, na interdisciplinaridade, em uma postura crítico-reflexiva, no trabalho coletivo e na participação dos indivíduos naquilo que os afeta. Deve motivar os alunos a buscar conhecimentos relevantes e importantes para o desenvolvimento da profissão e da sociedade. O futuro engenheiro deve ser orientado a analisar e avaliar o material técnico disponibilizado pela profissão, a refletir sobre essa informação, definindo os valores implicados nela e tomando decisões, reconhecendo sempre que sua própria decisão final está inerentemente baseada em valores originados de uma estrutura de pensamento coletiva.

## 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAZZO, W. A.; PEREIRA, L. T. V. **Ensino de engenharia: na busca do seu aprimoramento.** Florianópolis: Editora da UFSC, 1997.

BAZZO, W. A.; PEREIRA, L. T. V.; LINSINGEN, I. V. **Educação tecnológica: enfoques para o ensino de engenharia.** Florianópolis: Editora da UFSC, 2000.

- BECK, U. **La sociedad del riesgo global**. Madrid: Siglo XXI de España Editores, 2002.
- CASTELLS, P. E. & PASOLA, J. V. **Tecnología e innovación en la empresa**. Barcelona: Edicions UPC, 2003.
- COLOMBO, C. R. **A sustentabilidade na formação do engenheiro civil: um vazio que cria limitações na qualidade de vida dos ambientes naturais e construídos**. Florianópolis, 2005. Manuscrito.
- FERRAZ, H. **A formação do Engenheiro: um questionamento humanístico**. São Paulo: Ática, 1983.
- FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- JUNG, C. F. **Metodologia para pesquisa & desenvolvimento - Aplicada a novas tecnologias, produtos e processos**. Rio de Janeiro: Axcel Books do Brasil Editora, 2004.
- MACEDO, E. F. **Manual do profissional: introdução à teoria e prática do exercício das profissões do Sistema Confea/Creas**. Florianópolis: Record, 1997.
- SILVA, C. A. D. S.; NETO, J. C. N. L. et al. **O movimento CTS e o ensino tecnológico - uma revisão bibliográfica**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Mecânica, 1999, Águas de Lindóia. Águas de Lindóia: ABCM, 1999.
- TIMM, M. I.; SCHNAID, F.; COSTA, J. C. O perfil do engenheiro e o seu trabalho. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 23, n. 1, p. 1-10, jun-2004.