



COBENGE 2005

XXXIII - Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia

“Promovendo e valorizando a engenharia em um cenário de constantes mudanças”

12 a 15 de setembro - Campina Grande - Pb

Promoção/Organização: ABENGE/UFPE

FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO CIVIL E VALORIZAÇÃO PROFISSIONAL

BAMBERG, Paula Prof^a Ms. – bamberg@denc.ufmg.br
Universidade Federal de Minas Gerais, Depart^o de Eng^a de Materiais e Construção
Rua Espírito Santo, 35 - Centro
30160-030 - Belo Horizonte – MG

RIBEIRO, Carmen Couto Prof^a Dra. – ccrstar@denc.ufmg.br
Universidade Federal de Minas Gerais, Depart^o de Eng^a de Materiais e Construção

***Resumo:** Neste trabalho é apresentado o resultado de pesquisa realizada, onde se buscou analisar transformações recentes provocadas pela evolução da tecnologia na atividade de trabalho do engenheiro calculista, visando identificar necessidades e perspectivas de futuro para a formação e o papel deste profissional. O computador, hoje, é um instrumento de trabalho encontrado em todos os escritórios de projeto estrutural, imprescindível ao trabalho do engenheiro calculista, pelas grandes vantagens de uso que proporciona. Porém, quando não é utilizado com propriedade, grandes transtornos pode trazer ao trabalho do engenheiro calculista. O objetivo deste trabalho é alertar para a conscientização de que as Escolas de Engenharia devem enfatizar a correta utilização desta poderosa ferramenta de trabalho no ensino de engenharia, visando a valorização profissional dos engenheiros calculistas. O utilização do software aberto, é apontada como grande aliada neste processo.*

***Palavras-chave:** Ensino de engenharia, Inovação tecnológica, Valorização Profissional, Software aberto*

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, ocorreu uma grande e rápida evolução tecnológica que acarretou mudanças no processo de trabalho dos engenheiros civis. A Construção Civil é um setor com grande variedade de atividades, onde as transformações tecnológicas provocam mudanças de forma diferenciada nas diversas atividades, dificultando uma análise do trabalho dos engenheiros civis como um todo, sendo necessário que se faça um estudo das atividades separadamente.

Neste trabalho será apresentada uma análise das transformações recentes nas atividades da área de engenharia estrutural por serem as que mais sofreram impacto do avanço tecnológico.

Os instrumentos tão necessários ao homem, desde os primórdios, para facilitar seus cálculos, são de fundamental importância para o trabalho do engenheiro calculista. Estes instrumentos sofreram grande evolução tecnológica nos últimos anos, até chegarem aos computadores pessoais (PCs), que possibilitaram a informatização dos escritórios de projeto estrutural, na década de oitenta.

O computador é uma poderosa ferramenta de trabalho dos engenheiros calculistas e, hoje, está presente em todos os escritórios de projeto estrutural. Este instrumento dá um suporte de matemática impossível de se obter com os instrumentos antigos e, principalmente, com o cálculo feito à mão. Possibilita resolver grandes sistemas de equações, evitando que se calcule por meio de modelos simplificados, tornando os cálculos mais precisos e confiáveis, sempre que verificadas as entradas de dados.

A informática possibilita ao engenheiro calculista fazer análises com uma profundidade muito maior, experimentar soluções, fazer estudos de novos modelos e alterações nos projetos em curto espaço de tempo. O engenheiro calculista tem condições de influir na estrutura mais rapidamente.

As grandes vantagens que o uso do computador proporciona ao cálculo estrutural transformaram o trabalho do engenheiro calculista.

Com o objetivo de identificar as necessidades e perspectivas de futuro para a formação e o papel do engenheiro calculista, foi feita uma análise das transformações nas atividades de trabalho deste profissional. Para tal, foi analisada uma rede de relações com a informática nas atividades exercidas nos escritórios de projeto estrutural. Estas relações são denominadas por CHARLOT (2000:80) como relações constitutivas da relação com o saber e categorizadas como: relações com o tempo, com as formas de atividade, com o outro, com os sistemas simbólicos, com o mundo e consigo mesmo.

Para subsidiar a pesquisa foram feitas entrevistas com engenheiros que atuam na área de engenharia de estruturas. A seleção dos entrevistados foi feita considerando-se um universo de engenheiros de diferentes tempos de formação e trabalho na área. Foram entrevistados treze engenheiros graduados entre 1962 e 2000, período de grande evolução tecnológica dos instrumentos de cálculo.

2. TRANSFORMAÇÕES RECENTES

Foram muitas as mudanças provocadas pela inserção do computador nos escritórios de cálculo. Em relação aos profissionais envolvidos no processo de trabalho da área de engenharia estrutural, pode-se notar que o surgimento e a evolução dos *softwares* gráficos revolucionaram o trabalho dos profissionais ligados ao desenho de tal forma que, a grande maioria dos que não se dispuseram ou não conseguiram se adaptar à nova maneira de trabalhar utilizando o computador foi forçada a largar a profissão. Em uma fase de transição dos desenhos feitos na prancheta para os feitos com o auxílio do computador, em algumas empresas, foi criada a figura do “cadista”, profissional com conhecimento apenas de *softwares* gráficos, que transfere para o computador o trabalho dos desenhistas e projetistas que não têm o domínio desta tecnologia. De toda forma o número de profissionais da área de desenho, hoje, nos escritórios de projeto estrutural, foi reduzido significativamente, seja pela utilização dos *softwares* de cálculo que geram desenhos automaticamente ou pela possibilidade destes

profissionais trabalharem em locais distantes dos escritórios, por poderem transferir informações eletronicamente.

Em relação ao trabalho do engenheiro calculista, o computador agilizou etapas e permitiu ganho de tempo com os cálculos eliminando serviços manuais e repetitivos do profissional. Diferentemente do que ocorreu com profissionais da área de desenho, o trabalho do engenheiro calculista não foi substituído pelo computador, foi facilitado, possibilitando desenvolver muito mais engenharia do que antes.

Apesar do tempo poupado com a utilização do computador no trabalho, com os cálculos agilizados, isto não foi suficiente para diminuir o tempo de dedicação dos engenheiros calculistas ao trabalho que continua grande, independentemente de seu cargo, função ou tempo que têm de profissão.

O tempo ganho com a supressão de tarefas mecânicas e repetitivas foi substituído pela necessidade de dedicação no preparo da entrada de dados, verificações e análise de resultados. Tempo maior deve ser dedicado à concepção da estrutura, com a possibilidade de estudar modelos, procurando assim o aperfeiçoamento do projeto. Além disso, grande tempo é necessário no aprendizado dos *softwares*. A tecnologia possibilitou aos engenheiros calculistas desenvolver estruturas mais confiáveis e projetos de melhor qualidade, porém exige que os engenheiros pensem mais, estudem muito mais.

Grandes mudanças também ocorreram na relação dos engenheiros calculistas com seus clientes em decorrência da utilização do computador. Apesar de alguns benefícios como a possibilidade de visualização do que será a obra pelo cliente leigo ainda na fase de projeto e pela troca de informações eletronicamente de forma mais ágil, o computador trouxe algumas inconveniências. Uma delas é o distanciamento do cliente dos escritórios de cálculo na hora da contratação do serviço, pois muitas vezes os orçamentos são pedidos via *internet*, só sendo possível aos clientes comparar preços, não sendo possível verificar a experiência do engenheiro, nem a qualidade de seus projetos. Além disso, a padronização dos desenhos possibilitada pela utilização de *softwares* gráficos nivela a aparência dos projetos, dificultando a verificação da qualidade dos mesmos.

Analisando-se a trajetória dos engenheiros calculistas entrevistados percebe-se mudança na relação dos engenheiros com suas formas de atividade em decorrência da informatização dos escritórios e empresas de cálculo. Porém, estas mudanças não ocorreram de forma homogênea em todos os escritórios.

Observando-se as formas de organização do trabalho dos entrevistados formados antes da década de oitenta, que trabalharam com um grande número de instrumentos de cálculo até chegarem ao computador, pode-se perceber que todos introduziram o computador em seu trabalho, mas de maneiras muito diferenciadas, influenciadas por características próprias dos entrevistados.

Ao analisar as formas de atividade dos engenheiros formados depois da década de oitenta, que já iniciaram suas atividades profissionais com os escritórios de cálculo já informatizados, percebe-se também que todos os entrevistados utilizam o computador, mas cada um à sua maneira.

O perfil do engenheiro é fator determinante da sua habilidade em utilizar o computador, da sua curiosidade em relação à tecnologia e da sua motivação em migrar de uma base tecnológica para outra. Entretanto, na maioria das vezes, o principal fator que motiva um engenheiro a migrar de uma base tecnológica para outra, ou seja, passar a utilizar um novo instrumento de cálculo, ou a aprender a utilizar um novo *software*, ou a aprofundar no conhecimento do *software* que já utiliza é mesmo a necessidade imposta pela objetividade do mundo da produção e do trabalho.

Com a velocidade com que vem ocorrendo a evolução tecnológica, fica muito difícil para o engenheiro calculista estar sempre atualizado com tudo o que é disponibilizado para o seu trabalho, apesar do grande tempo de dedicação a ele. Muitas vezes o profissional não consegue aproveitar grande parte da potencialidade de algum *software* que utiliza.

Na época do aparecimento dos primeiros instrumentos de cálculo programáveis, os engenheiros calculistas tinham condições de produzir seus próprios programas. Porém, com a evolução dos instrumentos e o surgimento dos PCs, os programas foram se tornando mais complexos e sofisticados, ficando o seu desenvolvimento a cargo de especialistas. Hoje, a grande maioria dos engenheiros utiliza apenas *softwares* fechados e alguns poucos utilizam, além dos fechados, alguns programas desenvolvidos por eles ou por colegas de empresas ou escritórios em que trabalham. Com isto, ficam sujeitos a toda a manipulação que é feita entre os fornecedores de *hardware* e os de *software*, para que o consumidor tenha que atualizar o *software* sempre que atualiza o *hardware* e vice-versa.

Mesmo não sendo os fornecedores brasileiros de *softwares* específicos para a área de engenharia estrutural agentes desta manipulação, uma vez que os engenheiros calculistas são levados a atualizarem suas máquinas em função de outros *softwares*, os fornecedores de *softwares* brasileiros acabam acompanhando este movimento e criando novas versões para seus *softwares*.

Os projetos estruturais hoje feitos à mão são economicamente inviáveis. A própria Norma que fixa as condições básicas exigíveis para projeto de estruturas de concreto exige a utilização do computador nos cálculos de estruturas de concreto. A grande quantidade de vantagens em se utilizar o computador no cálculo estrutural o torna um instrumento imprescindível de trabalho dos engenheiros calculistas. Portanto, hoje existe uma relação de dependência dos engenheiros calculistas em relação aos produtores de *softwares*.

Utilizando *softwares* fechados, os engenheiros calculistas são obrigados a pagar grandes quantias pelas licenças dos mesmos e por adicionais para cada máquina que tiverem necessidade de fazer esta instalação, além de quantias adicionais pelas novas versões.

O mais agravante da relação entre os engenheiros calculistas e os fornecedores de *softwares*, é que apesar de estarem pagando altas quantias para terem direito de utilizar os *softwares* fechados, estão pagando apenas pelos arquivos executáveis, não tendo acesso ao código fonte dos *softwares*, que os permitiria saber como funciona o programa e a fazer modificações ou adaptações para melhor adequar às suas necessidades. Os engenheiros calculistas ficam, então, dependentes de assessoria dos fornecedores de *softwares* para saber como estes funcionam, conhecer a teoria utilizada no programa, suas possibilidades e limitações do ponto de vista da engenharia.

A velocidade com que são apresentados novos *softwares* e novas versões destes programas para os engenheiros calculistas é muito grande. Os engenheiros vão absorvendo as novas tecnologias em seu trabalho, mas para darem conta de tanta mudança, foram criando novas e complexas relações com outros profissionais.

Analisando a trajetória dos engenheiros calculistas entrevistados formados antes do surgimento dos PCs, percebe-se claramente que sua capacidade de projetar, criar, conceber as estruturas, foi aos poucos sendo trabalhada, paralelamente à evolução dos instrumentos de cálculo e os formados após o surgimento dos PCs foram amadurecendo profissionalmente, já com a utilização da nova ferramenta, que inicialmente era opcional e posteriormente tornou-se obrigatória. Todos inseriram os PCs no seu trabalho, mas não necessariamente o uso deste instrumento passou a ser feito pelos próprios engenheiros entrevistados, muitas vezes foi delegado aos engenheiros iniciantes e estagiários.

Foram criadas parcerias de novo tipo. De um lado, os engenheiros recém-formados e estagiários, que apesar de habilitados a utilizar a nova ferramenta, não tiveram tempo hábil para desenvolver a crítica necessária para conceber e desenvolver um projeto estrutural de qualidade por sua pouca experiência profissional. De outro, os engenheiros calculistas experientes profissionalmente, que passam, aos primeiros, conhecimentos e ajudam na sua formação profissional, mas que não dominam o computador ou não têm tempo de se dedicarem ao estudo de *softwares*, por estarem envolvidos com outras responsabilidades.

A utilização dos computadores e *softwares* ao mesmo tempo em que facilita o trabalho do engenheiro calculista exige do engenheiro calculista mais estudo e disponibilidade de tempo para se dedicar ao aprendizado dos programas. Esta relação estabelecida entre os engenheiros calculistas mais experientes e os profissionais com menos experiência na profissão foram de grande importância para a absorção desta tecnologia nos escritórios de cálculo.

Na atualidade, os engenheiros civis já se formam com a imposição da utilização do computador no trabalho na área de projeto estrutural. Portanto, as escolas de engenharia têm que estar habilitadas a preparar estes profissionais para, ao se formarem, terem o conhecimento das potencialidades do computador como instrumento de trabalho, mas principalmente conscientes de que o uso deste recurso só é transformado em projetos de qualidade se utilizado por profissionais bem formados, com grande conhecimento na área de engenharia de estruturas.

3. A QUESTÃO DA VALORIZAÇÃO PROFISSIONAL

Após a informatização dos escritórios de projeto estrutural, uma idéia equivocada sobre a utilização do computador nos cálculos estruturais, trouxe inconvenientes ao trabalho do engenheiro calculista.

O maior problema se constitui na desinformação dos clientes dos escritórios de projeto estrutural em relação à necessidade de se ter responsáveis pelos projetos estruturais profissionalmente maduros, com grande conhecimento e experiência, principalmente no desenvolvimento de projetos feitos com a utilização dos computadores. A idéia equivocada de que basta apertar alguns botões e o projeto estrutural fica automaticamente pronto se disseminou não só entre clientes leigos, mas clientes engenheiros civis de outras áreas, resultando na desvalorização do trabalho do engenheiro calculista, levando os preços dos projetos estruturais a ficarem muito baixos, comprometendo a qualidade dos projetos.

Este fato tem causado grandes transtornos ao trabalho dos engenheiros projetistas estruturais. Em 1994, foi constituída a Associação Brasileira de Engenharia Estrutural (ABECE)*, para representar de forma efetiva a área, sendo um canal de comunicação da engenharia estrutural com a sociedade brasileira.

Com grande representatividade, atualmente, a ABECE reúne cerca de duzentas e cinquenta empresas de projeto e consultoria estrutural, com regionais nas mais variadas localidades do país, representando mais de oitenta por cento dos negócios do setor. Esta associação tem, como principal objetivo, valorizar o associado, por meio de publicações, promoção de palestras, seminários e cursos, buscando sempre o aprimoramento profissional dos mesmos. Tem, como valores, o associativismo visto como elemento de fortalecimento do setor, a adesão a um padrão mínimo consensuado de trabalho e a um programa mínimo de evolução e atualização profissional continuada.

Para enfrentar o problema em que se encontra a área de projeto estrutural, a ABECE criou, em 2000, um grupo de estudos chamado “Grupo de Valorização Profissional”, reunindo escritórios de todo o Brasil. Consciente de que o trabalho do projetista estrutural é de fundamental importância, mas percebendo que a remuneração do setor chegou a um ponto insustentável, refletindo na qualidade dos projetos, este grupo de estudos tem como objetivo reposicionar o projetista estrutural no mercado.

A desvalorização do trabalho do engenheiro calculista, com a banalização da profissão se deu em consequência de uma grande falha dos próprios profissionais da área, que ao informatizarem seu trabalho, venderam uma imagem equivocada do uso dos computadores e *softwares* em seu trabalho, como se pode perceber no depoimento do coordenador do Grupo de Valorização Profissional, em entrevista à TQSNews, em 2003:

“A verdade é que o marketing dos softwares foi muito mal explorado pelos projetistas. Quando os profissionais começaram a utilizar essa ferramenta, que agilizou etapas e permitiu ganho de tempo, muitos passaram a vender a idéia de varinha mágica de condão. Tudo passou a ficar mais fácil e rápido, por causa do software. Em vez disso, o marketing deveria ter sido feito com base na idéia de que os projetos ficaram mais elaborados com uma ferramenta que facilita cálculos mais complexos.”

“Tinha gente que dizia: “...me entrega o seu projeto de arquitetura que eu entrego o meu de estrutura daqui a uma semana”. O que pode ser possível, mas a que grau de qualidade? E, além disso, o cliente começou a achar que essa industrialização do projeto reverteria em custos mais baixos. Daí veio a idéia, que para muitos persiste até hoje, de que para desenvolver um projeto, estrutural, basta apertar um botãozinho, independente de quem seja o projetista. Por causa de uma frase mal feita, comprometeram-se anos de desempenho de toda a classe de projetistas, imagem deturpada que agora tentamos derrubar.”

O Grupo de Valorização Profissional (GVP), criado pela ABECE, vem tentando reverter esta situação em que se encontra a área de projetos estruturais. Tem, como meta, a reconquista da condição da engenharia estrutural da década de oitenta, que era muito valorizada dentro da cadeia de desenvolvimento de projetos, tanto pelo projeto civil como pela área de execução. Para tanto, trabalha com a conscientização não somente dos clientes, mas principalmente dos próprios projetistas estruturais.

“O cliente tem de saber que a ferramenta que temos é, sim, muito poderosa e permite desenvolver muito mais engenharia do que antes. Os softwares permitem análises que consumiriam meses, caso fossem feitas manualmente. Essa ferramenta eliminou serviços manuais e repetitivos do profissional, que pode agregar mais inteligência ao projeto. Com ela, os projetistas poderiam fazer um trabalho melhor do que antes. Mas o que está ocorrendo é o contrário. Por conta de preços muito achatados, o projetista não consegue entregar um trabalho melhor, porque precisa cortar itens, por exemplo, a verificação ou procedimentos administrativos, que podem comprometer a qualidade do serviço. Estamos acendendo o sinal de alerta. O achatamento da remuneração já ultrapassou o seu limite suportável. E pode-se dizer que entrou numa linha de risco, resultando em projetos abaixo do nível de qualidade mínima necessária.” (depoimento coordenador do GVP, TQSNews, 2003).

Propõe, ainda, que a contratação dos serviços do profissional da área de estruturas deva ser uniformizada, realizada a partir de uma mesma base de princípios e que a entrega dos projetos também deva ter um mínimo de apresentação comum. O trabalho deste grupo de estudos se iniciou montando um escopo que deveria ser utilizado para se contratar um projeto de estrutura e resultou em um texto base, que aponta as fases de projeto e os escopos dos serviços de determinado tipo de projeto, ressaltando o que é essencial e o que é opcional, descrevendo todos os insumos necessários em cada fase para garantir um bom trabalho. Além disso, vem sendo feito um trabalho de *marketing*, para conscientização dos engenheiros calculistas e conseqüentemente dos clientes. (TQSNews, 2003)

“Percebemos que todo esse trabalho requer ainda a mudança da imagem do papel do projetista estrutural. Por esse motivo, contratamos o trabalho de um profissional de marketing, que vem nos auxiliando a conscientizar os escritórios sobre a necessidade de mudança de linguagem. Esse é um trabalho a longo prazo que inclui a catequese das bases. É preciso atuar até na formação dos engenheiros. (...) Há uma dificuldade grande nisso, porque tem muita gente que não crê na mudança do mercado contratante. Mas ela poderá ocorrer, a partir da valorização do profissional e da atividade.” (depoimento coordenador do GVP, TQSNews, 2003).

Todo este trabalho do grupo de estudo criado pela ABECE não será concluído caso a conscientização dos engenheiros a respeito da questão da supervalorização da tecnologia em detrimento do profissional, do seu saber e do seu conhecimento não comece desde o seu ingresso no curso de engenharia civil.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As Escolas de Engenharia devem assumir a responsabilidade de preparar seus alunos para utilizar os computadores e *softwares* em seu trabalho com propriedade. Os alunos devem já sair da Escola com a percepção desta tecnologia como um instrumento de trabalho muito poderoso, com o qual se pode fazer cálculos, analisar hipóteses, estudar modelos, com grande agilidade. Mas precisam saber que ela deve ser utilizada com critério. Trata-se de um instrumento de trabalho e como tal deve ser aliado do engenheiro calculista no seu trabalho, deve ser utilizado a seu favor. Não se pode dar mais valor a este instrumento do que à engenharia, ao profissional, ao seu conhecimento.

Neste trabalho, sugere-se a utilização do software aberto no ensino de engenharia, porque entende-se que o software aberto se constitui em grande aliado no processo de formação dos engenheiros civis. Ao utilizar o computador em cálculos feitos como exercício ainda na Escola de Engenharia, o aluno de engenharia civil terá oportunidade de vivenciar uma prática simulada da atividade da área de projeto estrutural e perceber o cálculo feito no computador

como uma atividade de responsabilidade total do engenheiro calculista e que exige grande conhecimento da área. Poderá com isto perceber as potencialidades deste instrumento e o tanto que o trabalho do engenheiro pode ser auxiliado por esta ferramenta. Uma vez que o software aberto tem seu código fonte disponível a seus usuários, os alunos têm a possibilidade de ver toda a teoria aprendida sendo processada passo a passo no computador, bem como perceber a importância de se dominar esta teoria, desmistificando o equívoco que se disseminou de que basta apertar alguns botões e um cálculo estrutural estará pronto. Ao terem como egressos, engenheiros civis com este entendimento, as Escolas de Engenharia estarão contribuindo com o processo de valorização profissional dos engenheiros calculistas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAMBERG, P. **Inovações Tecnológicas e Implicações Curriculares das Mudanças nas Relações de Saberes e com o Saber Profissional: estudo a partir do caso dos engenheiros projetistas.** 2001. (exame de qualificação de doutorado)/ Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais.

BAMBERG, P. et al. Conscientização da Importância do Software Aberto Visando a Autonomia Tecnológica dos Engenheiros Civis. In: XXXII COBENGE - Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. **Anais** Brasília: UNB, 2004.

CHARLOT, B. **Da Relação com o Saber: elementos para uma teoria.** Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.

TQS News. São Paulo, Ano VII, n.18, Entrevistas, p. 3-7, jun.2003.

EDUCATION PROCESS FOR CIVIL ENGINEERS AND PROFESSIONAL VALORIZATION

Abstract: In this work it is presented the results of a research where recent transformations caused by the technological evolution in the structural engineer's activities were analyzed, seeking to identify future necessities and perspectives for the education and the role of this professional. The computer, nowadays, is an instrument of work that can be found in every office of structural project, essential for the work of the structural engineer, due to the benefits that it brings. But, when it is not used properly, it can bring troubles to the work environment. The main objective of this work is to encourage the teaching of the proper use of the computer at the Schools of Engineering in order to improve the education process of the civil engineering under graduate students, seeking the professional valorization of the structural engineers. The use of the open source software is indicated as a great help in this process.

Key-words: Engineering education, Technological innovation, Professional valorization, Open source software