

abenge

volume 22 - número 2

ISSN 0101-5001

dezembro de 2003

REVISTA DE ENSINO DE ENGENHARIA

- 1 PROGRAMA DE MODERNIZAÇÃO E VALORIZAÇÃO DAS ENGENHARIAS - PROMOVE
- 7 PROJETO CURRICULAR ASSISTIDO POR COMPUTADOR: O SISTEMA ESPECIALISTA INCUDE
Mário Neto Borges & Rogério Almeida Meneguim
- 15 ESTÁGIOS CURRICULARES NO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA NA UFCG
Benedito Antonio Luciano & Talvãnes Meneses Oliveira
- 21 A EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA NUMA PERSPECTIVA CTS: CONVERGÊNCIAS CURRICULARES
Irlan von Linsingen
- 31 DIRETRIZES CURRICULARES E MUDANÇA DE FOCO NO CURSO DE ENGENHARIA
Danilo Pereira Pinto, Júlio César da Silva Portela & Vanderlí Fava de Oliveira
- 39 UMA EXPERIÊNCIA DIDÁTICA COM BASE NO EMPREGO DE FERRAMENTAS GRÁFICAS PARA O DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS DE ENGENHARIA
José Guilherme Santos da Silva, Alex da Rocha Matos & Gustavo Severo Trigueiro
- 47 DISTANCIAMENTO ENTRE A FORMAÇÃO E O EXERCÍCIO PROFISSIONAL NA ENGENHARIA
Assed Naked Haddad & Rubenildo Python de Barros



Associação Brasileira de Ensino de Engenharia



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENSINO DE ENGENHARIA

Presidente

Pedro Lopes de Queirós, UFRN

Vice-Presidente

Maria José Gazzi Salum, UFMG

Vice-Presidente

José Alberto dos Reis Parise, PUC-Rio

Diretor-Secretário

Nilza Luiza Venturini Zampieri, UFSM

Diretor-Financeiro

João Sérgio Cordeiro, UFSCar

REVISTA DE ENSINO DE ENGENHARIA PUBLICAÇÃO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENSINO DE ENGENHARIA

Vol. 22, nº2, dezembro de 2003
ISSN 0101-5001

Editor

Benedito Guimarães Aguiar Neto, UFCG

Conselho Editorial

Ana Maria Castanheira - MACKENZIE
Arquimedes Diógenes Ciloni - UFU
Benedito Guimarães Aguiar Neto - UFCG
Benedito Antônio Luciano - UFCG
Cícero Onofre de Andrade Neto - UFRN
Edgar Nobuo Mamiya - UnB
Eduardo Giugliani - PUC-RS
Enilson Medeiros dos Santos - UFRN
Ernesto A. Urquietá Gonzalez - UFSCar
Fernando Tadeu Boçon - UFPR
Helcio R. B. Orlande - UFRJ
Helói José Fernandes Moreira - UFRJ
João Bosco da Silva - UFRN
José Alberto dos Reis Parise - PUC-Rio
Julio Alberto Nitzke - UFRS
Luiz Paulo Mendonça Brandão - IME
Marcus F. Giorgetti - UFSCar
Marcos Azevedo da Silveira - PUC-Rio
Maria José Gazzi Salum - UFMG
Mário de Souza Araújo - UFCG
Mário Neto Borges - UFSJ
Maura Corcini Lopes - UNISINOS
Milton Vieira Júnior - UNIMEP
Nival Nunes de Almeida - UERJ
Reinaldo Calixto de Campos - PUC-Rio
Sandoval Carneiro Ferreira - UFRJ
Silvia Costa Dutra - UNISINOS
Vanderli Fava de Oliveira - UFJF
Walter Antonio Bazzo - UFSC

Design gráfico
Uchôa Design

Editoração Eletrônica
Walter Luiz Oliveira do Vale

Impressão
Natal Gráfica

INFORMAÇÕES GERAIS

A Revista de Ensino de Engenharia é uma publicação semestral da Associação Brasileira de Ensino de Engenharia - ABENGE, destinada à divulgação de trabalhos abordando aspectos didático-pedagógicos, científicos, tecnológicos, profissionais, políticos e administrativos concernentes à educação em engenharia

Os assuntos publicados nesta revista são de inteira responsabilidade dos seus autores. A menção eventual de marcas ou produtos comerciais não significa recomendação da revista.

GENERAL INFORMATION

Revista de Ensino de Engenharia is published every semester by the Brazilian Association of Engineering Education and is devoted to the dissemination of articles on education. It is concerned with various aspects of education, including pedagogical, scientific, technological, professional, political and administrative issues.

The articles published in this Journal are the sole responsibility of their authors. Mention, on an eventual basis, of brands and products does not indicate any form of endorsement by the Journal.

Associação Brasileira de Ensino de Engenharia ABENGE

Av. W-3 Norte Quadra 516
70770-515 Brasília - DF

Fone: (0xx61) 347.0773 Fax: (0xx61) 272.2661
abenge@tba.com.br

Revista de Ensino de Engenharia
Envio de trabalhos para o endereço:
rabenge@cct.ufcg.edu.br

Tiragem

2.000 exemplares

Distribuição

Enviada a todos os associados da ABENGE e demais órgãos vinculados ao Ensino de Engenharia.

REVISTA DE ENSINO DE ENGENHARIA

- 1** PROGRAMA DE MODERNIZAÇÃO E VALORIZAÇÃO DAS ENGENHARIAS - PROMOVE
- Mário Neto Borges & Rogério Almeida Meneguim **7** PROJETO CURRICULAR ASSISTIDO POR COMPUTADOR: O SISTEMA ESPECIALISTA INCUDE
- Benedito Antonio Luciano & Talvanes Meneses Oliveira **15** ESTÁGIOS CURRICULARES NO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA NA UFCG
- Irlan von Linsingen **21** A EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA NUMA PERSPECTIVA CTS: CONVERGÊNCIAS CURRICULARES
- Danilo Pereira Pinto, Júlio César da Silva Portela & Vanderlí Fava de Oliveira **31** DIRETRIZES CURRICULARES E MUDANÇA DE FOCO NO CURSO DE ENGENHARIA
- José Guilherme Santos da Silva, Alex da Rocha Matos & Gustavo Severo Trigueiro **39** UMA EXPERIÊNCIA DIDÁTICA COM BASE NO EMPREGO DE FERRAMENTAS GRÁFICAS PARA O DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS DE ENGENHARIA
- Assed Naked Haddad & Rubenildo Pithon de Barros **47** DISTANCIAMENTO ENTRE A FORMAÇÃO E O EXERCÍCIO PROFISSIONAL NA ENGENHARIA
-

PROGRAMA DE MODERNIZAÇÃO E VALORIZAÇÃO DAS ENGENHARIAS - PROMOVE

TERMOS DE REFERÊNCIA

APRESENTAÇÃO

Os termos de referência do Programa de Modernização e Valorização das Engenharias – PROMOVE, são resultado de um amplo processo de discussão, coordenado pela Associação Brasileira de Ensino de Engenharia – ABENGE, levado a efeito através de seminários realizados nas coalizões de instituições de ensino de engenharia Norte/Nordeste, Rio de Janeiro, Centro-Oeste, Sul, Minas Gerais e São Paulo, envolvendo cerca de 90 instituições de ensino superior do país. O documento incorpora igualmente contribuições do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) e do Ministério da Educação (MEC), que foram introduzidas ao longo do processo de construção coletiva.

São apresentados os objetivos gerais do PROMOVE, as motivações e justificativas para a sua criação e o seu contexto de implementação, bem como descrita a sua estrutura em subprogramas e o processo geral de gestão.

Os subprogramas são devidamente descritos com um conjunto de ações propostas que representam diretrizes gerais a serem consideradas quando da elaboração dos projetos específicos de cada IES.

INTRODUÇÃO

O Programa de modernização e valorização das Engenharias – PROMOVE representa um instrumento de modernização do ensino de engenharia, objetivando dotar o Brasil, as entidades de ensino e pesquisa e as empresas, com recursos humanos competentes na área da inovação tecnológica, capaz de contribuir decisivamente para aumentar a competitividade dos produtos e serviços, reduzir o custo Brasil e promover a geração de empregos qualificados, frente ao cenário de globalização que caracteriza o mundo atual.

O PROMOVE contempla a participação dos Ministérios da Ciência e Tecnologia (MCT) e da Educação (MEC); da Confederação Nacional da Indústria (CNI); do Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (CONFEA); da Associação Brasileira de Ensino de Engenharia (ABENGE) e da Associação Brasileira dos Institutos de Pesquisa Tecnológica (ABIPTI); das Fundações de Amparo à Pesquisa (FAPs); da Associação Nacional dos Dirigentes das Instituições Federais de Ensino Superior (ANDIFES), do Conselho de Reitores das Universidades Brasileiras (CRUB) e do Conselho Nacional dos Diretores dos Centros Federais de Educação Tecnológica (CONCEFET).

JUSTIFICATIVAS E CONTEXTO

A Globalização e o Brasil

Após a Segunda Guerra Mundial, as guerras da Coreia e do Vietnã, a queda do muro de Berlim, os atentados de 11 de setembro e a ocupação do Afeganistão e Iraque, as informações e as decisões estão cada vez mais centralizadas em poucas nações e em poucas mãos, tendendo assim a limitar enormemente a possibilidade de autonomia de todos os outros países.

Esta tendência, até aqui sutil, assume no momento características mais explícitas de agressividade e, sobretudo, não tolera concorrência no controle da pesquisa científica e dos meios de comunicação de massa. Para compreender estes últimos incrementos e as possíveis perspectivas, é necessário voltar atrás alguns passos.

A nova divisão internacional

A partir da segunda metade do século XX, a nossa sociedade evoluiu rapidamente de um foco industrial, baseado na produção em massa de bens não materiais, para um foco pós-industrial, baseado na produção dos bens materiais, isto é, de serviços, de símbolos, de valores, de estética. E, sobretudo, de informações, que são a matéria-prima de qualquer conhecimento.

Paralelamente, os países do mundo agruparam-se em três conjuntos bastante homogêneos. Um primeiro grupo, em posição de hegemonia, compreende nações pós-industriais (EUA e Japão juntos em primeiro lugar, mas também Inglaterra, Alemanha, Escandinávia, Itália etc.) que apresentam uma renda per capita superior a US\$ 20 mil. Esses países não estão mais interessados em produzir objetos materiais e possuir fábricas, porque tais negócios rendem muito pouco economicamente e são muito danosos ecologicamente. Eles preferem dedicar seus esforços à produção de idéias, patentes, informações, ciência, arte e diversão, por meio da pesquisa científica, universidades, laboratórios, telecomunicações, banco de dados, provedores de conteúdo, centrais de televisão, empresas editoriais e cinematográficas, academias, museus, bibliotecas virtuais e megaestruturas para o tempo livre: todo o conjunto de recursos tangíveis – e sobretudo os intangíveis – com os quais a nova cultura e os novos modelos de vida venham a ser produzidos e impostos ao mundo.

Em segundo lugar, estão os países que possuem uma renda per capita inferior a US\$ 10 mil (Romênia, Hungria, China, Brasil etc.), com baixos salários, porém com exigências de desenvolvimento e níveis de escolaridade suficientes para atrair fábricas dos países do primeiro mundo.

A título de comparação, uma hora de trabalho, que nos EUA custa US\$ 24, no segundo grupo de países é praticada a valores bem inferiores, como por exemplo: Cingapura e Hong Kong, US\$ 7, no Brasil, US\$ 4, na Malásia e na Indonésia, US\$ 1,50, e na China, apenas US\$ 1. Surge um estímulo para a descentralização das instalações industriais dos países mais avançados para aqueles que oferecem mais garantias de paz social, trabalho, escolaridade e custo baixo.

Em última posição, encontram-se os países do Terceiro Mundo, que possuem uma renda per capita inferior a US\$ 1mil, que não estão em condições de produzir bens materiais, muito menos bens não materiais, que são obrigados a consumir as sobras do Primeiro e Segundo mundos, barateando suas matérias-primas e mão-de-obra e aceitando bases militares e subordinação política em troca de um mínimo de sobrevivência.

Os países do Primeiro Mundo e suas multinacionais têm todo o interesse em sujeitar o Segundo Mundo a um destino neo-industrial, impondo-lhes a categoria de produtor de bens e materiais e impedindo-o de passar para o grupo principal. Para o Primeiro Mundo, interessam praticamente duas coisas:

- que o Segundo Mundo – inclusive o Brasil – possa acolher as suas fábricas, e talvez até incentive a chegada destas fábricas por meio de financiamentos e incentivos fiscais;

- que o Segundo Mundo não produza descobertas científicas, movimentos artísticos, patentes, filmes, produtos audiovisuais, música e informações, mas os adquira do Primeiro Mundo.

Enfim, ao Primeiro Mundo interessa que o Brasil, assim como todos os países do Segundo Mundo, mantenham os braços ativos e a mente inerte.

Assim sendo, o PROMOVE tem delineado os seus objetivos principais e secundários na intenção de aproveitar essas oportunidades de mercado e renda, pela criação de competência nacional em engenharia empreendedora para a inovação tecnológica e geração de riqueza pela ampliação da competitividade de produtos e serviços e a redução do custo Brasil.

A PROPOSTA DO PROMOVE

A capacidade da empresa de promover a inovação tecnológica é o fator primordial para a sua sobrevivência e para a sua inserção no mercado globalizado. Esse mercado se caracteriza pela elevada competitividade, alta qualidade e forte concorrência de produtos e serviços.

A rapidez do avanço tecnológico e as perspectivas concretas de inovação fazem com que o ciclo de vida dos produtos seja cada vez mais curto e, de forma continuada, novos produtos e serviços urgem a cada dia, com maior qualidade e a preços mais competitivos.

Diversas iniciativas vêm sendo adotadas para apoiar a inovação tecnológica e a competitividade das empresas. Vários programas ao nível federal, tem sido promovidos para

incrementar o avanço da inovação tecnológica nas empresas, com visível sucesso: apoio à formação de recursos humanos, com capacitação no país e no exterior; apoio ao desenvolvimento da pequena e média empresa; estímulo à interação universidade-empresa; fortalecimento de laboratórios de pesquisa; incentivos fiscais, etc. Tais instrumentos estão disponíveis à comunidade científica e empresarial para a promoção da inovação tecnológica, reforçadas inclusive por iniciativas semelhantes em alguns estados.

A existência desses instrumentos vem possibilitando um efetivo processo de formação de doutores. Todavia, o setor industrial carece de maior presença de engenheiros empreendedores e pesquisadores com atuação nas empresas.

No que se refere às engenharias constata-se, no Brasil, enorme deficiência de tais profissionais, especialmente daqueles com formação apropriada para atuar em processos de inovação nos setores produtivos.

ESTRUTURA DO PROMOVE

Diante do exposto, O MCT e o MEC estão propondo o Programa PROMOVE estruturado na forma dos 9 subprogramas, conforme descritos a seguir:

Subprograma I

Apoio ao Desenvolvimento e Projetos Político-Pedagógicos - ADPP

As Diretrizes Curriculares para os cursos de graduação em engenharia propõem profundas mudanças no processo de ensino-aprendizagem, a partir do estabelecimento de um projeto político-pedagógico centrado no aluno, que desenvolva a sua capacidade de construir, estruturar, ordenar e buscar novas interpretações, estimulando-o à inovação tecnológica.

Nos projetos político-pedagógicos deverão constar as atividades curriculares que possibilitarão, ao longo do curso, o desenvolvimento das competências e habilidades necessárias para garantir o perfil profissional delineado para o engenheiro.

Para tanto, faz-se necessária uma mudança na atual postura do corpo docente, discente e administrativo das Instituições de Ensino Superior - IES que possibilitem as reformas curriculares sob esta nova perspectiva.

Além disso, em sendo a engenharia uma profissão com alto conteúdo social, pois dela dependem a segurança, a saúde e o conforto do ser humano, devem ser buscadas ações que permitam a inserção de componentes humanísticas e sociais nos currículos não necessariamente na forma de disciplinas.

A adequação dos cursos de engenharia às Diretrizes Curriculares exigirá uma série de estudos prévios para fundamentar a escolha do perfil profissional que se deseja formar, considerando as atuais demandas sociais e do mercado bem como as suas tendências, para um levantamento dos conhecimentos exigidos atualmente e no futuro para o exercício profissional.

Nesse contexto, deve ser considerada a inserção social da instituição e as suas pretensões de atuação em níveis local, regional, e nacional.

Ações Propostas

Reestruturas Curriculares capazes de adequar os atuais currículos às Diretrizes Curriculares, buscando desenvolver ações que permitam:

- elencar de forma participativa, as demandas locais regionais e nacionais de formação de engenheiros;
- a prospeção das demandas tecnológicas e tendências científicas conduzidas de forma integrada com o setor industrial e de serviços nas áreas de interesse;
- a definição do nível e da extensão da formação científica, tecnológica, gerencial e cultural do engenheiro empreendedor;
- ao corpo docente e técnico-administrativo, preparar os novos projetos curriculares;
- introduzir atividades complementares extra-sala de aula, no processo de ensino-aprendizagem, que proporcionem a síntese e a integração de conhecimentos;
- implantar laboratórios de ensino, para os núcleos básico, profissional e profissional específico em atendimento às demandas diretrizes curriculares para um ensino de qualidade.

Subprograma II

Apoio ao desenvolvimento de projetos de ensino - ADPE

Diante dos desafios para a formação do novo perfil profissional estabelecido nas Diretrizes Curriculares, se faz necessário introduzir na educação em engenharia métodos pedagógicos modernos, fundamentados na aprendizagem, que permitam o *aprender a aprender* e a *empreender*. E assim, capacitar o futuro profissional para um mercado de trabalho bastante competitivo e internacionalizado, com mais facilidade para lidar com ambigüidades e aproveitar as inúmeras oportunidades de geração do seu próprio emprego.

Para tanto, importa despertar o espírito de investigação no estudante, dotando-o de ferramentas que permitam o desenvolvimento da pesquisa sistemática e permanente do saber. Além disso, despertar o espírito empreendedor no estudante fomentando o exercício da prática de definir problemas, projetar soluções e tomar decisões.

As questões acima levantadas implicam em abordagens pedagógicas não mais centradas na transmissão do conhecimento, e sim na sua produção, onde o aluno deve ser elemento ativo no processo de ensino-aprendizado. Portanto, os desafios postos são mais de ordem metodológica do que de conteúdo.

Assim, devem ser buscadas novas metodologias de ensino que permitam a implementação da abordagem pedagógica considerada através de atividades curriculares que desenvolvam no aluno a criatividade, o senso crítico e uma atitude pró-ativa nas atividades curriculares, frente às inúmeras situações que configurarão a sua vida profissional.

Ações Propostas

- Desenvolvimento e implementação de Novas Metodologias de Ensino que explorem o aprender fazendo e despertem o senso crítico e a criatividade do aluno;
- Produção de materiais didáticos que possibilitem a compreensão e aplicação de conceitos fundamentais;
- Concepção de atividades curriculares que demonstrem a utilização da teoria em favor da solução de problemas reais, desenvolvendo uma cultura investigativa permanente no aluno;
- Concepção de atividades curriculares que explorem abordagens multidisciplinares e sistêmicas de problemas da engenharia.

Subprograma III

Apoio a estágios docente e discente - AEDD

No contexto de um mundo em permanente processo de mudança, o acesso à informação de ponta, a inserção em um mundo internacionalizado, a vivência diversificada de culturas e "modus operandi" do mundo do trabalho, passam a ser pré-requisitos indispensáveis para a formação do profissional da engenharia. Nesse sentido, deverá fazer parte da contínua capacitação do professor e da formação do engenheiro a interação com empresas e instituições, nacionais e internacionais, que possam contribuir para a sua visão técnico-cultural holística.

Além disso, os estágios docente e discente em outras instituições de P&D e em empresas, terão a função de potencializar parcerias para a apropriação do conhecimento científico em inovação tecnológica. Por outro lado, o estágio em comunidades carentes representa uma forma eficaz de inserção da componente social nos currículos de engenharia, contribuindo para o desenvolvimento de uma atitude de maior responsabilidade social do engenheiro.

Ações Propostas

- Estágios e visitas técnicas para treinamento de docentes em Institutos ou Centros de P&D e Universidades no país e no exterior;
- Estágios e visitas técnicas e treinamento de docentes e discentes em empresas dos setores industrial e de serviços no país e no exterior;
- Missões de trabalho em comunidades carentes, como forma de despertar no profissional uma maior responsabilidade social;
- Graduação Sanduíche: intercâmbio de estudantes com instituições do Brasil e do exterior.

Subprograma IV

Apoio a projetos de desenvolvimento e inovação tecnológica - APDT

A questão do desenvolvimento tecnológico no Brasil pode ser analisada sob duas óticas diferentes. Uma delas refere-se à pequena participação do país na geração de novas tecnologias e a outra à baixa inserção de tecnologia nas pequenas e médias empresas. Em ambos os casos, as

universidades e em especial as instituições de ensino de engenharia, podem contribuir para mudar o desfavorável quadro brasileiro.

O Brasil conquistou nos últimos anos uma posição de destaque internacional enquanto produtor de ciência, o mesmo não acontecendo em relação à sua produção de tecnologia. Se esta posição for mensurada em termos de patentes requeridas, o Brasil ocupa um lugar extremamente modesto, e as universidades têm contribuído muito pouco para mudar esta situação: menos de 1% das patentes requeridas no País nos últimos 5 anos foram das universidades.

Este quadro aponta na direção de que as universidades e principalmente as Escolas de Engenharia têm formado poucos profissionais com perfil para a inovação. Não existe uma preocupação generalizada com a instituição de programas acadêmicos que objetivem despertar no estudante o interesse pelo desenvolvimento tecnológico e o empreendedorismo como forma de promover o aproveitamento do saber acadêmico para a geração de empreendimentos de base tecnológica.

Ações Propostas

- Projetos "hands-on", envolvendo alunos de graduação, como forma de incentivar a aplicação de conhecimentos teóricos à prática, promovendo a inovação tecnológica;

- Projetos de inovação tecnológica que envolvam estudantes de graduação e de pós-graduação atuando em rede de cooperação com a iniciativa privada e demais entidades de ensino e pesquisa;

- Projetos de extensão aplicados a demandas tecnológicas de pequenas e médias empresas;

- Projetos de desenvolvimento de tecnologias apropriadas às realidades regionais vocacionados para o desenvolvimento econômico e social;

- Formação e apoio ao funcionamento de Empresas Juniores para o desenvolvimento de ações empreendedoras de base tecnológica;

- Projetos de implantação de Incubadoras de Base Tecnológica ou de parcerias com Incubadoras existentes;

- Implantação de programas de pré-incubação de idéias objetivando induzir a geração de empreendimentos de base tecnológica;

- Cooperação e parceria internacional em tecnologias limpas e avançadas.

Subprograma V

Apoio à educação continuada - AEDC

No contexto atual da dinâmica do conhecimento científico e tecnológico, não há mais o conceito de formação profissional terminal, nem de currículo estático. A universidade, no papel de geradora e difusora do conhecimento tem a responsabilidade de oferecer aos seus egressos e pessoal docente e discente a oportunidade de educação continuada para a atualização e aperfeiçoamento profissional, através de metodologias de ensino presencial e à distância.

Ações Propostas

- Cursos de treinamento e aperfeiçoamento para docentes e discentes;

- Cursos de atualização tecnológica de profissionais dos setores industrial e de serviços;

- Utilização de novas metodologias de ensino à distância, possibilitando a atualização profissional no próprio local de trabalho.

Subprograma VI

Apoio à integração universidade-empresa e à formação de redes associadas - AIRA

O Brasil vem apresentando nos últimos anos, um preocupante déficit em sua balança de pagamentos, em parte gerado pelo setor industrial, em alguns de seus segmentos, que vêm encontrando dificuldades crescentes não só para expandir suas vendas no mercado externo mas, também, para acompanhar o crescimento da demanda interna.

De acordo com estudo desenvolvido por Sunil Mani, membro da Universidade das Nações Unidas, durante a década de 90, o governo brasileiro promoveu a liberalização do comércio sem que houvesse incentivo à pesquisa. O resultado, dez anos depois, foi o aumento significativo da importação de tecnologia pelas empresas, a redução no número de cientistas e uma pressão negativa sobre a balança de pagamentos diante dos royalties cobrados pelas empresas estrangeiras.

Ao longo da última década, foram desenvolvidas várias ações voltadas para a melhoria da formação de engenheiros, a atualização da engenharia e a sua integração nas atividades produtivas e de interesse social.

Entretanto, embora contando com uma infra-estrutura de pesquisa bastante diversificada, o Brasil não promove suficientemente bem a cooperação entre as instituições de ensino e as empresas. A solução é dar continuidade a este processo de aproximação, argumentação que apoia esta proposta de trabalho, fundamentada no contato direto entre o pesquisador e a indústria, sobretudo, através do levantamento de questões referentes à capacitação e ao domínio da tecnologia aplicada pela empresa em seus produtos.

Ações Propostas

- Projetos cooperativos de P&D&I entre as instituições de ensino superior e empresas dos setores industrial e de serviço;

- Apoio à mobilidade de professores, pesquisadores, alunos e engenheiros de empresas para participação em atividades conjuntas voltadas à inovação tecnológica;

- Formação de rede cooperativa entre empresas, universidades, instituições nacionais e(ou) internacionais voltadas para ações de P&D&I;

- Missões de trabalho de docentes em instituições nacionais e internacionais e organismos de desenvolvimento de política de P&D&I;

- Ação continuada em estudos estratégicos e de prospecção tecnológica;
- Apoio a capacitação, cursos, oficinas e à realização de eventos;
- Implementação de sistema de informações do PAEPE e de Rede de Profissionais de Engenharia.

Subprograma VII

Apoio à integração com o ensino MÉDIO - AIEM

No Brasil, o ensino de segundo grau tem apresentado deficiências que repercutem de forma decisiva na opção dos alunos pelos cursos de engenharia. Em grande parte, muitas destas dificuldades estão relacionadas com as abordagens didático-pedagógicas usadas no ensino de disciplinas básicas essenciais para a formação do engenheiro, tais como a Física, a Matemática, a Química e a Informática.

Assim, devem ser buscadas novas metodologias que permitam motivar os professores e despertar o interesse dos alunos por essas matérias, capacitando-os adequadamente a uma opção pela engenharia quando da escolha de uma profissão.

Ações Propostas

- Estabelecer parcerias entre as universidades, municípios e estados para a capacitação de professores nas áreas de matemática, física, química e informática;
- Desenvolver ações conjuntas entre as universidades e escolas do ensino médio buscando despertar no aluno o interesse pelas ciências exatas e a tecnologia;
- Desenvolver inovações metodológicas que possibilitem um melhor aprendizado das ciências básicas e informática, buscando a utilização da teoria na solução de problemas reais;
- Apoiar feiras de ciências nas escolas e atividades científicas e culturais;
- Despertar o interesse pela engenharia, através da divulgação das suas áreas de atuação e sua importância para o desenvolvimento sócio-econômico do país.

Subprograma VIII

Rede de profissionais seniors em engenharia – REDENGE

A implementação de Rede de Profissionais Seniors em Engenharia, proposta em desenvolvimento junto ao Ministério do Trabalho e Emprego tem por objetivo primordial o estabelecimento de rede de especialistas nas diferentes áreas de engenharia, habilitados e com reconhecida experiência para proporcionar assistência técnica e cooperação com as empresas privadas a partir das universidades e centros de pesquisa, visando contribuir para a sustentabilidade dos negócios das pequenas e médias empresas, onde são gerados o maior número de empregos no País, e para os programas de responsabilidade social da iniciativa privada em geral.

Subprograma IX

Apoio aos planos estratégicos de desenvolvimento tecnológico e inovação das instituições de pesquisa - RDTEC

Apoiar através da concessão de bolsas de desenvolvimento tecnológico (em estudo) a implementação de ações prioritárias dos Planos Estratégicos de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação das Instituições de Pesquisa, visando agregar valor e competitividade aos produtos e serviços da economia nacional.

ALIANÇA ESTRATÉGICA E ORGANIZAÇÃO

Para a coordenação do Programa, será constituído um *Comitê Diretor* e uma Comissão Executiva, compostos por representantes dos seguintes órgãos e entidades:

- Comitê Diretor: MCT; MEC, ABENGE, ANDIFES, CRUB, ABIPTI, CNI, CONFEA e CONCEFET.

- Comissão Executiva: MCT - SECPE / FINEP / CNPq, do MEC - SESu / SEED / SEMTEC / CAPES e da ABENGE.

Ao Comitê Diretor caberá estabelecer as políticas de implementação do PROMOVE, ao passo que à Comissão Executiva será responsável pela elaboração e proposição de um Plano de Diretrizes Estratégicas, bianual, para avaliar e acompanhar a implementação dos subprogramas e projetos, a serem submetidos ao Comitê Diretor do Programa.

RECURSOS PARA O PROMOVE

O PROMOVE demandará recursos financeiros a serem definidos para um período de 4 anos.

Esses recursos serão, em princípio, provenientes de fontes dos Ministérios da Educação e da Ciência e Tecnologia, e, através das suas agências: CAPES, CNPq, FINEP e da própria SESu, em consonância com as diretrizes aprovadas do PAEPE, podendo ser complementados pela iniciativa privada e parcerias internacionais.

As demandas esperadas, já a partir do ano de 2004, de competências para atender à inovação e à conversão tecnológica industrial, visando a competitividade de produtos e serviços brasileiros, no contexto do crescimento do mercado exportador e substituição de importações, por certo implicará no aporte de novos recursos financeiros para investimento e custeio dos projetos do Programa PROMOVE a partir dos Fundos Setoriais e Constitucionais, de correções a mais do PPA, do Programa PADCT e, também, do BNDES.

Os recursos serão disponibilizados de acordo com Plano de Ação Anual aprovado pelo Comitê Diretor.

PROJETO CURRICULAR ASSISTIDO POR COMPUTADOR: O SISTEMA ESPECIALISTA INCUDE

Mário Neto Borges¹ & Rogério Almeida Meneguim²

RESUMO

Novas tecnologias e em especial as diretrizes curriculares têm exigido uma nova maneira de se projetar currículos para engenharia. Além disso, os engenheiros enfrentarão desafios que requerem um profissional bem preparado em termos de conhecimentos, habilidades e atitudes. Este trabalho apresenta uma metodologia inovadora para a elaboração do projeto curricular em engenharia incorporada num sistema computacional intitulado INCUDE. O INCUDE é um sistema especialista e consta de oito subdomínios que são aqui apresentados. O sistema facilita e melhora o projeto e a implementação curricular e, também, fomenta uma abordagem pedagógica mais eficaz. O INCUDE foi testado com sucesso, e seus princípios têm sido implantados em instituições do Brasil e Inglaterra. Destaca-se neste trabalho que as seguintes características desejáveis podem ser alcançadas: um sistema flexível, amigável e de baixo custo na disseminação de conhecimento; permite a combinação de conhecimentos de mais de um especialista na mesma base de conhecimento; considera o contexto do usuário; organiza o conhecimento, através da formalização e representação deste em regras práticas; e amplia a experiência do usuário em relação ao projeto curricular. Isto é particularmente útil para educadores da engenharia que, em geral, têm pouca experiência em desenvolvimento curricular, com apenas o conhecimento específico da área de atuação.

Palavras-chave: projeto curricular, educação em engenharia, sistemas especialistas

ABSTRACT

New technology and particularly the curriculum guidelines have claimed for new ways of designing curricula. Moreover, the engineers of this century will face a challenging world which requires a fully prepared professional regarding knowledge, abilities and attitudes. This paper presents an innovative methodology of designing curricula embodied in an artificial intelligence computer package named INCUDE. It is an expert system and comprises eight subdomains which are presented. Not only does it improve the way of designing and implementing curricula but also it fosters an effective pedagogical approach. INCUDE has already been successfully tested as a research tool and the principles behind the system have been implemented in United Kingdom and Brazilian institutions. It is assumed that the following features of an expert system are achieved, that is: it is a flexible, user-friendly, low cost way of disseminating rare and costly expertise; favours the combination of expertise from more than one expert in the knowledge base; takes account of users' particular context; organises the expertise by formalising knowledge which is represented through practical rules; and develops user expertise. This is particularly useful for engineering educators who have limited experience of curriculum development and may only have specialist subject content expertise.

Keywords: curriculum design, engineering education, expert systems

INTRODUÇÃO

Como resultado da nova Lei de Diretrizes e Bases (LDB), a proposta de Diretrizes Curriculares apresentada pela Comissão Nacional da ABENGE lançou, em 1999, para discussão nas Instituições de Ensino Superior (IES) do País, novos conceitos e princípios relacionados com a elaboração

do projeto curricular dos cursos de engenharia (ABENGE, 1999). A proposta apresentada estabelece as bases filosóficas e aponta a direção que deve ser adotada no momento da definição dos currículos dos cursos de engenharia sendo, ao mesmo tempo, um suporte essencial para o desenvolvimento de uma abordagem pedagógica moderna e consistente que se contrapõe à abordagem existente. As novas Diretrizes

¹ Professor, PhD. Depto. de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de São João Del Rei – UFSJ, Pç. Frei Orlando 170, CEP 36.307-352, São João Del Rei, MG. Fone: (32) 3379-2341, Fax: (32) 3379-2525. E-mail: marionb@ufsj.edu.br

² Professor, MSc. Depto. de Engenharia de Elétrica, Faculdade de Engenharia de Conselheiro Lafaiete – FACEC, Rua Sete de Setembro 525, CEP 36.305-134, São João Del Rei, MG. Fone: (32) 3371-5148. E-mail: meneguim@mgconnecta.com.br

Curriculares, na forma aprovada pelo Conselho Nacional de Educação (CNE), em 2002, permitem que cada IES possa desenvolver novos currículos, de modo a trazer avanços para os cursos de engenharia. Sendo assim, justifica-se a utilização de mecanismos científico-metodológicos para o devido tratamento e adequação dos currículos ao ensino de engenharia no Brasil dentro de um cenário mundial que demanda uso intensivo da ciência, tecnologia e exige profissionais altamente qualificados. Nesse contexto este artigo apresenta o INCUDE.

O INCUDE, sigla para *INtelligent CURriculum DESigner*, é um sistema especialista para desenvolvimento de currículos para cursos de engenharia que auxilia uma instituição de ensino superior na elaboração e implantação de currículos de graduação. Ele é constituído de oito subdomínios dos quais, sete subdomínios já foram implementados no *Shell* para DOS, Advisor-2™ (figura 1) e cinco subdomínios foram implementados no *Shell* para Windows, Comdale/X™ (figura 2). A estratégia adotada para a construção do INCUDE foi a de trabalhar separadamente cada subdomínio. A implementação foi realizada com o intuito de tornar a consulta ao INCUDE uma atividade mais amigável (favorecendo o entendimento dos aspectos envolvidos no projeto curricular durante a consulta) e mais flexível (possibilitando maior interação entre usuário-máquina de acordo com o contexto do usuário). De acordo com a estratégia global de desenvolvimento do sistema as etapas de Aquisição de Conhecimento, Projeto, Implementação, Desenvolvimento e Teste do Protótipo ocorreram para cada subdomínio individualmente (Lewis, 1999). Completaram-se, desta forma, a investigação e a implementação de sete subdomínios planejados para formar a Base de Conhecimento do sistema proposto, quais sejam, *Introdução ao Desenvolvimento Curricular*, *Métodos de Identificação do Conteúdo Curricular*, *Estrutura de Curso*, *Resultados do Aprendizado*, *Avaliação do Estudante*, *Estratégias de Ensino e Aprendizado*, e *Documentação do Curso*. O desenvolvimento preliminar do INCUDE ocorreu durante o curso de doutorado do primeiro autor na Universidade de Huddersfield (UK) entre 1990 e 1994. Em seguida, já no Brasil, o aperfeiçoamento do

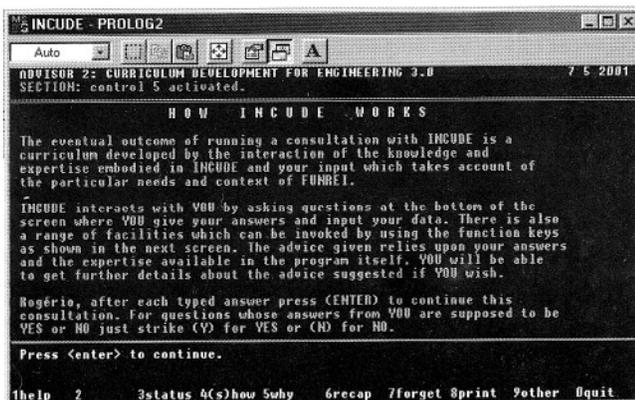


Figura 1. Inicialmente, o sistema pede o nome do usuário. Em seguida o nome da Instituição. A partir de então ele faz uma introdução sobre o sistema

INCUDE ocorreu através de projeto de pesquisa financiado pela FAPEMIG e CNPq entre 1995 e 1998 e contou com a participação de vários bolsistas de iniciação científica, entre eles o segundo autor, com o apoio financeiro do CNPq e FAPEMIG entre os anos de 1995 a 1998. Mais recentemente, o INCUDE vem sendo utilizado como objeto de pesquisa pelos dois autores supra citados.

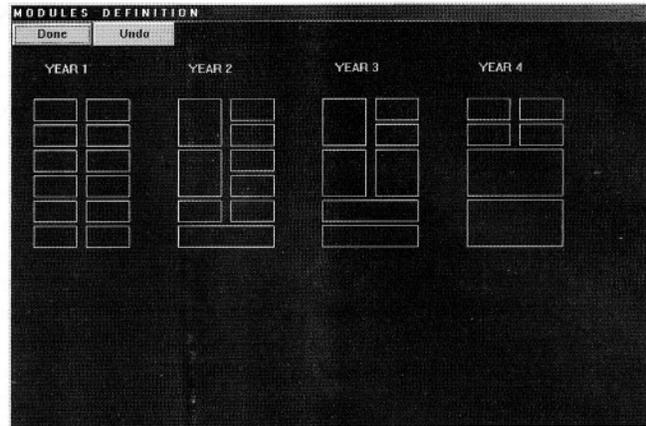


Figura 2. Estrutura de um curso com quatro anos de duração e vários tipos de módulos

O SUBDOMÍNIO INTRODUÇÃO AO DESENVOLVIMENTO CURRICULAR

O subdomínio *Introdução ao Desenvolvimento Curricular* explica ao usuário como ele deve utilizar o programa para que se possa elaborar um currículo para o curso de engenharia. É realizada uma análise do tempo mínimo para desenvolvimento do currículo, e são mostradas algumas alternativas de planejamento para a implantação do currículo e também algumas referências bibliográficas que podem servir de auxílio para cada tipo de planejamento. O objetivo deste subdomínio é auxiliar o usuário a planejar o projeto de um currículo para cursos de graduação em engenharia, estabelecendo a metodologia para desenvolvimento desta atividade. A metodologia sugere a definição de um líder do processo e a formação de uma comissão específica para desenvolver a atividade planejada. São abordados os aspectos que precisam ser atendidos ao se iniciar um projeto curricular. São eles: S.W.O.T. (*Strengthens, Weaknesses, Opportunities and Trends*) Análise; Tempo de Desenvolvimento do Projeto; Estrutura de Pessoal, Comissão e Demais Envolvidos e Abordagem do Planejamento Curricular.

O SUBDOMÍNIO MÉTODOS DE IDENTIFICAÇÃO DO CONTEÚDO CURRICULAR

Este subdomínio auxilia o usuário a definir o Método de Identificação do Conteúdo Curricular mais adequado para um curso de graduação em engenharia. Os métodos de

identificação do conteúdo de currículos incorporados no INCUDE são: *Task Analysis*, *DELPHI*, *DACUM*, *Curriculum Enquiry* e *Introspection*. O passo inicial é identificar o perfil da Comissão Curricular para implantar o método sugerido pelo INCUDE. No início da consulta a este subdomínio, o INCUDE, através de uma interface pergunta/resposta, solicita informações sobre a Comissão Curricular. As perguntas estão relacionadas com a experiência de cada membro da Comissão Curricular, possibilitando ao INCUDE determinar o Método de Identificação do Conteúdo Curricular mais adequado para essa Comissão (Borges, 1994). Neste subdomínio, faz-se a estimativa de custos reais para realizar o método de identificação do conteúdo tais como: tempo de assessoria acadêmica, tempo de assessoria administrativa, material de consumo e outros custos eventuais. Um orçamento adicional é requerido para completar o processo de desenvolvimento de currículo. Isso inclui atividades tais como: escrever as unidades de curso, definir as políticas gerenciais, gerar a documentação de curso e o processo de validação do mesmo. Assim, baseado nos dados fornecidos durante a consulta, o INCUDE seleciona e sugere ao usuário o Método de Identificação do Conteúdo Curricular mais adequado. Durante a consulta, o INCUDE pede ao usuário para fornecer a taxa de câmbio entre sua moeda e o *dólar*. A estimativa de custos aparece na forma de um quadro. Desta forma, o usuário pode conhecer melhor os aspectos envolvidos na estimativa de custos e fornecer os dados na sua própria moeda. Ao final da consulta, o INCUDE apresenta o quadro com o custo total estimado na moeda do usuário e em *dólar*. Sendo assim, os autores argumentam que esta alternativa de apresentar quadros com a estimativa dos custos para cada item relevante aos diferentes Métodos de Identificação do Conteúdo Curricular e na própria moeda do usuário, tornou a consulta a este subdomínio mais completa e amigável. Isso porque favorece o entendimento do usuário relativo aos aspectos envolvidos no Projeto Curricular ao mostrar os itens na forma de quadros. Desta forma, o INCUDE se tornou mais flexível, pois possibilita maior interação entre o usuário e a máquina de acordo com seu contexto, uma vez que anteriormente os dados eram tratados na moeda inglesa (libra). Assim, o usuário pode fornecer todos os dados requeridos na própria moeda e recebendo a informação do custo total estimado também na sua própria moeda.

O SUBDOMÍNIO ESTRUTURA DE CURSO

O subdomínio *Estrutura de Curso* aborda o fato de que a estrutura de um curso deve definir a abrangência e a profundidade das atividades didáticas a serem desenvolvidas pelo aluno (dentro do limite de tempo). Ou seja, como os estudantes passariam por um processo de aprendizado que os qualificasse para desempenhar o papel de engenheiro. A versão atual deste subdomínio apresenta a estrutura de um curso em função do número de anos e das características das unidades do curso. Este subdomínio auxilia na definição da estrutura de um curso de engenharia, baseado em conceitos

e princípios em desenvolvimento de currículos (Borges, 1995). A estrutura de um curso de engenharia é definida sob vários aspectos, como o tempo requerido, os recursos disponíveis e o padrão a ser seguido. Utiliza-se um sistema modular para definir a estrutura do curso. Um módulo é uma unidade de estudo, definida por um conjunto de resultados do aprendizado que ela abrange, a quantidade de tempo fixada para ela, o número de créditos que ela contém e o seu esquema de avaliação. Seguindo-se estes princípios, criou-se um módulo padrão, denominado módulo simples, com duração de 15 semanas (um semestre) e caracterizado por 75 horas de atividades de ensino/aprendizado, divididas de acordo com as peculiaridades de cada tipo de atividade desenvolvida. Entretanto, alguns assuntos da área de engenharia requerem mais tempo para serem estudados e não podem ser fragmentados em módulos simples. Diante disto, criaram-se novos módulos, para que se adaptassem a essa questão, quais sejam:

- Módulo Simples: 75 horas em um semestre - 15 semanas (10 créditos)
- Módulo Duplo A: 150 horas em um ano - 30 semanas (20 créditos)
- Módulo Duplo B: 150 horas em um semestre - 15 semanas (20 créditos)
- Módulo Quádruplo: 300 horas em um ano - 30 semanas (40 créditos)

A estrutura de cada ano do curso poderia, portanto, ser uma combinação destes módulos. Dessa forma, foram obtidas 50 combinações diferentes para cada ano acadêmico, com 900 horas de atividades de ensino/aprendizado, correspondendo a 30 horas de atividade por semana. Foi constatado que o tempo total de estudo que os alunos deveriam utilizar por semana seria de, no mínimo, 24 horas e de, no máximo, 33 horas. Assim, os limites de tempo anual seriam de, no mínimo, 720 horas e de, no máximo, 990 horas. Dentre as 30 horas semanais de atividade desenvolvida, 18 seriam destinadas ao contato entre professores e alunos e 12 horas ao estudo próprio do aluno. As atividades envolvendo professores foram divididas em: aula teórica, tutorial e aula prática e, aquela envolvendo apenas o aluno foi denominada trabalho não-supervisionado. Estas atividades foram combinadas e, de acordo com os recursos apresentados pela instituição, deu-se origem a seis categorias de atividades, incluídas no sistema. Tendo como base de trabalho a unidade padrão de 75 horas de atividades por semestre e dividindo-a pelas 15 semanas do mesmo, obtém-se cinco horas de atividades por semana. Dentre estas horas, duas foram designadas para o estudo próprio do aluno e as três horas restantes foram combinadas dentre as outras atividades, de acordo com a categoria de atividade e o tipo de módulo escolhidos. Depois deste subdomínio implementado, testado e aprovado, surgiu a necessidade de se definir a estrutura de um curso de engenharia com 1200 horas de atividades de ensino/aprendizado por ano, a fim de flexibilizar a consulta ao

subdomínio e permitir a sua utilização por outras instituições de ensino. Tal atualização se justifica uma vez que o INCUDE, embora inicialmente desenvolvido na Inglaterra, tem o propósito de ser uma ferramenta de cunho genérico. Ou seja, a idéia seria torná-lo flexível o bastante, de modo que sua aplicação efetiva fosse possível, independente do país ou do contexto da instituição. Alguns exemplos bem sucedidos de aplicação do INCUDE são: a própria Universidade de Huddersfield (UK) em seus diversos cursos de engenharia, a UFMG no curso de Engenharia Civil e a PUC-RS em todos seus cursos de engenharia. Atualmente, outras instituições no Brasil e exterior, têm se interessado pelo INCUDE para reformulação de seus cursos de engenharia e até de outros curso de graduação. A partir desta característica apresentada, o subdomínio *Estrutura de Curso* se subdividiria em diferentes alternativas de carga horária anual. De acordo com o número de horas desejado pelo usuário, o programa seguiria um caminho distinto. Para isto, foram modificados os valores dos limites existentes e criou-se a opção da escolha entre as duas cargas horárias no caso de se desejar um número entre 900 e 1200 horas. Elaborou-se, então, um novo ramo da árvore de decisão para a condição de tempo desejada, seguindo os passos daquele já existente. Nessa alternativa, os tipos de módulos de estudo foram mantidos, alterando-se apenas os valores atribuídos a eles, os quais foram:

- Módulo Simples: 120 horas em um semestre - 15 semanas

- Módulo Duplo A: 240 horas em um ano acadêmico - 30 semanas

- Módulo Duplo B: 240 horas em um semestre - 15 semanas

- Módulo Quádruplo: 480 horas em um ano acadêmico - 30 semanas

Depois de implementado, este refinamento foi testado nos aspectos de verificação e validação, sendo incorporado àquele já existente. Através deste refinamento, o subdomínio *Estrutura de Curso* tornou-se capaz de delinear a estrutura dos cursos de engenharia com diferentes alternativas de carga horária anual, ampliando o espaço de atuação do INCUDE, conforme mostrado na tabela 1.

Tabela 1. Carga horária das atividades de ensino/aprendizado

NÍVEIS DE TRABALHO	CONTATO PROF-ALUNO (HORAS)	TRABALHO NÃO-SUPERVISIONADO (HORAS)	ESTUDO LIVRE (HORAS)	CARGA HORÁRIA ANUAL (HORAS)
1	18	12	10	900
2	24	12	4	1080
3	30	10	-	1200
4	40	-	-	1200

A partir da tabela acima, verifica-se que, além dos quatro níveis de trabalho sugeridos, há também a presença de uma nova categoria de atividades denominada horas de estudo livres. Esta categoria oferece total liberdade ao aluno para que ele se dedique às atividades consideradas necessárias ao seu desenvolvimento profissional. Constata-se também que há a possibilidade de se utilizar 1200, 1080 ou 900 horas ao ano, distribuídas entre as atividades já mencionadas. A título de exemplo a figura 2 apresenta uma estrutura aleatória

de um curso previsto para quatro anos com diferentes tipos de unidades de curso.

O SUBDOMÍNIO RESULTADOS DO APRENDIZADO

O subdomínio *Resultados do Aprendizado* assume que créditos podem ser conquistados pela demonstração dos resultados do aprendizado e, um grupo coerente de Declarações de Resultados do Aprendizado (*Learning Outcomes Statements - LOS*) define a experiência de aprendizado caracterizada como uma unidade de curso dentro da estrutura curricular (Robertson, 1991). LOS são definidas como declarações que descrevem, da forma mais clara e explícita possível, o que os estudantes devem ser capazes de demonstrar após terem participado de atividades de ensino/aprendizado. O subdomínio *Resultados do Aprendizado* auxilia o usuário na formulação das declarações que compõem os LOS. O INCUDE, neste subdomínio, convida primeiramente, o usuário a aprender os conceitos e princípios envolvidos com a teoria dos resultados do aprendizado (figura 3). Após isto, é desenvolvida uma metodologia para escrever adequadamente o conjunto de Resultados do Aprendizado de cada unidade de curso. É também objetivo do subdomínio, tornar o usuário capaz de definir um número aceitável de Declarações dos Resultados do Aprendizado (LOS) para uma dada unidade de curso.

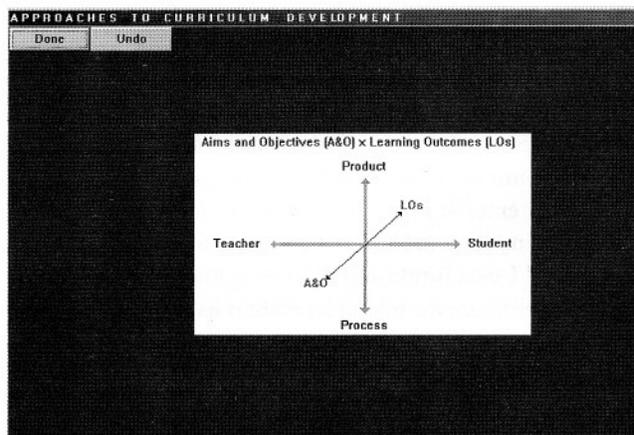


Figura 3. Diagrama de representação das abordagens Objetivos versus Resultados do Aprendizado

O SUBDOMÍNIO AVALIAÇÃO DO ESTUDANTE

O subdomínio *Avaliação do Estudante* sugere um esquema de avaliação que deve ser adotado na implantação do currículo. Este subdomínio leva em consideração os aspectos práticos da avaliação como número de alunos e disponibilidade de tempo, além de conceitos relativos aos tipos de avaliação e ao conjunto de resultados do aprendizado.

É preciso destacar que, tendo em vista a relevância que adquire nessa proposta, a avaliação deve ser criteriosamente estabelecida. Cumpre ressaltar que o caráter formativo da avaliação seria enfatizado em detrimento da simples integralização das notas.

A avaliação do estudante cumpre várias funções no processo educacional e é parte essencial do projeto curricular. Os professores devem ter um conhecimento fundamentado sobre o que os estudantes sabem e são capazes de demonstrar. A sociedade que utiliza os trabalhos do profissional precisa saber quais são as competências e habilidades dos estudantes que estão sendo formados. E em especial, os próprios estudantes têm que conhecer seus níveis de desempenho e ter a oportunidade de refletir de forma sistemática sobre suas experiências de aprendizado. Os especialistas em sistemas de avaliação defendem que, na elaboração curricular, o projeto se inicia com a definição das metas e dos resultados do aprendizado e segue para a fase da definição do método de avaliação, conseqüentemente, as estratégias de ensino/aprendizado seriam decorrências naturais do processo. John Heywood (1977) defende ainda que o projeto e a elaboração do sistema de avaliação têm que se tornar parte integrante da atividade didática.

Na teoria de avaliação, existem duas formas de classificação desses métodos, uma se refere aos critérios do processo e outra ao uso dos resultados da avaliação (Macintosh, 1990; Rowntree, 1987). A primeira classificação se divide em três categorias: *Com Referência ao Critério* (com ênfase na discrepância entre os critérios estabelecidos e os resultados conseguidos pelos estudantes), *Com Referência à Distribuição Normal* (com ênfase na discrepância entre os resultados conseguidos pelos estudantes relativos uns aos outros) e *Com Referência ao Indivíduo* (que descreve o progresso conseguido pelo estudante comparado consigo mesmo). A segunda classificação se divide em: *Avaliação de Diagnóstico* (ou *Formativa*), através da qual os estudantes são informados sobre os resultados a fim de que eles possam aprender a partir de seus próprios erros e para que o professor possa corrigir a rota do processo de ensino/aprendizado; e *Avaliação Terminal* (ou *Somativa*) que é vista como forma de demonstrar o padrão de desempenho dos estudantes com vista à progressão dentro do curso ou para efeito de graduação e/ou certificação. Nesta segunda classificação, a Avaliação de Diagnóstico, embora essencial no processo de aprendizado, não tem sido considerada no ensino de engenharia. O tema avaliação ainda inclui discussões e reflexões sobre questões como: Quem deve avaliar? O que deve ser avaliado? Como deve ser o processo de avaliação? Quais são os métodos de avaliação disponíveis? Como registrar os resultados da avaliação? Como usar os resultados da avaliação? (Borges, 2000).

O INCUDE aponta para uma abordagem inovadora com o objetivo de preencher o espaço existente entre a teoria sobre avaliação e os princípios práticos que determinam um

processo de avaliação eficaz do ponto de vista dos estudantes, dos professores e dos elaboradores de currículo. Desta forma, a sugestão sobre a metodologia adequada ao processo de avaliação deveria considerar aspectos práticos como: número de alunos, tempo do professor, recursos, tipo de conhecimento a ser avaliado, entre outros. Tal abordagem contempla, portanto, aspectos que a teoria disponível na literatura não tem levado em conta. Desta forma, assume-se que uma avaliação baseada nos fundamentos aqui discutidos pode causar um impacto positivo direto na eficácia do trabalho do avaliador e no aprendizado do avaliado.

Um exemplo de componente de avaliação sugerido pelo INCUDE para ser utilizado no curso é apresentado na figura 4.

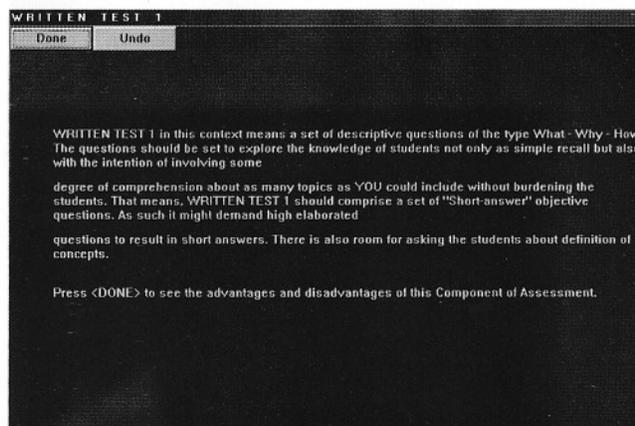


Figura 4. Descrição sobre a avaliação do tipo Teste Escrito

O SUBDOMÍNIO ESTRATÉGIAS DE ENSINO E APRENDIZADO

O subdomínio *Estratégias de Ensino e Aprendizado* apresenta aspectos importantes para a definição da abordagem pedagógica adequada. Consideram-se além da abordagem pedagógica que será adotada, também as técnicas de ensino, tecnologia educacional, materiais e recursos para o aprendizado que geram um método de ensino/aprendizado compatível com o currículo em elaboração.

O ensino eficaz é uma tarefa complexa que demanda competência intelectual e é socialmente desafiante (Brown e Atkins, 1990). Além disso, ele consiste de uma série de habilidades que podem ser adquiridas, aperfeiçoadas e estendidas. Para ensinar eficazmente, é necessário conhecer profundamente o assunto que está sendo analisado, considerar o que os alunos sabem, compreender como eles aprendem e saber como ensinar. É necessário ser capaz de pensar e resolver problemas, analisar um tópico, refletir o que é uma aproximação adequada, selecionar estratégias e materiais-chave, organizar e estruturar idéias, informações e tarefas para os estudantes. O conteúdo do aprendizado pode consistir de fatos, procedimentos, habilidades, idéias e valores. Os objetivos do professor, ao ensinar, podem estar relacionados com o desenvolvimento do conhecimento e de

habilidades, o aprofundar do entendimento, a solução de problemas e mudanças em percepções, atitudes, valores e comportamento. As responsabilidades de aprender dos estudantes são pessoais e individuais, enquanto as de ensinar dos professores são coletivas e profissionais. Portanto, vê-se a importância de desenvolver, monitorar e assessorar o ensino de forma individual. O ensino pode ser considerado como a forma de se criar oportunidades para os estudantes aprenderem. Por conseguinte, é um processo interativo entre professor e aluno. Vários métodos de ensino e aprendizado são apresentados na figura 5, bem como a proporção da participação e controle, tanto dos professores como dos alunos.

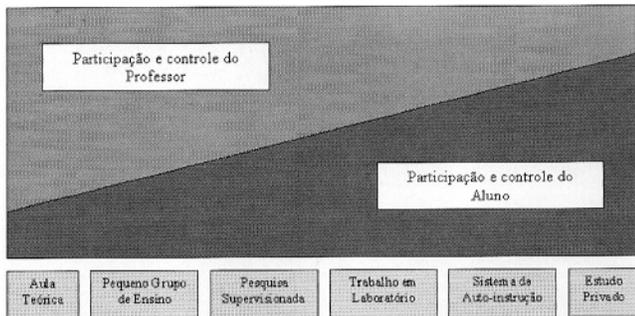


Figura 5. Atribuição dos Métodos de Ensino e Aprendizado

Verifica-se que em um extremo está a aula teórica, na qual o controle e a participação do aluno são mínimos e no outro, encontra-se o estudo privado, no qual o controle e a participação do professor são mínimos. Deve-se notar que mesmo nestes extremos há algum controle e participação de ambos. Entre os extremos, encontra-se o pequeno grupo de ensino, o trabalho em laboratório e a pesquisa ou trabalho supervisionado. A precisa localização destes métodos de ensino não é uma tarefa fácil. Para cada um destes, há uma grande variedade de opções de trabalho, envolvendo proporções variáveis de participação do aluno e professor.

O SUBDOMÍNIO DOCUMENTAÇÃO DO CURSO

O subdomínio *Documentação do Curso* compreende os principais tópicos a seguir: os conceitos que são significantes para este subdomínio; a seleção de documentos que são apropriados para os usuários; a escolha de sessões para cada documento selecionado; como escrever as sessões escolhidas para cada documento; como reconhecer o documento do curso; como distribuir o documento do curso; como manter o documento do curso; qual é o custo estimado para produzir e manter o documento de curso; a escolha do responsável mais adequado para escrever o documento. O item (como escrever as sessões escolhidas para cada documento), considerado essencial para este subdomínio, relaciona a estrutura do documento com os elementos do curso no qual está baseado. A figura 6 mostra esta estrutura.

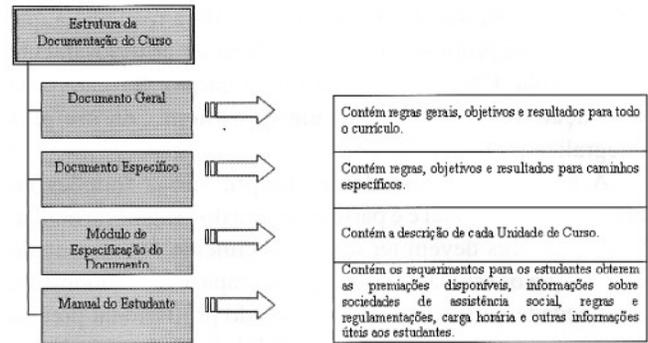


Figura 6. Estrutura de Documentos do Curso

CONCLUSÕES

O presente artigo demonstrou que sistemas especialistas podem ter uma aplicação inovadora na área de desenvolvimento de currículos. Sabe-se que o projeto curricular é um tópico importante na teoria de educação e tem sido um objeto qualitativo apenas, sendo esta a motivação para a elaboração do primeiro sistema especialista nesta área. O conhecimento – teórico e prático - foi adquirido conjuntamente com as explicações pertinentes e ambas, as regras e explicações, foram codificadas em Sistemas Especialistas *Shell*. Os testes dos usuários, com os protótipos individuais dos subdomínios e com o INCUDE completo, confirmaram a utilidade e a aceitação desta nova abordagem para o desenvolvimento de currículos. Estes testes mostraram que o INCUDE é uma ferramenta amigável e fácil de se usar na elaboração do projeto curricular. Além disso, o perfil tutorial do INCUDE tem sido bem aceito pelos usuários como parte essencial do sistema na qualificação destes usuários para desenvolver projetos curriculares. O INCUDE trouxe grande contribuição para a teoria de desenvolvimento curricular, expandindo as fronteiras pela incorporação de novos conhecimentos e experiência profissional que não eram considerados publicáveis, que nada mais são que as regras quantitativas sobre o desenvolvimento de currículos. Esta contribuição é, portanto vista como o desenvolvimento de uma abordagem que preenche o espaço entre a teoria formal na área de desenvolvimento de currículo e a experiência profissional restrita somente aos especialistas desta área.

O projeto curricular de cursos de engenharia no Brasil deve ser modificado e atualizado, por força da nova LDB e, mais importante ainda - pela necessidade de sua reestruturação pedagógica. Isto implica que as instituições de ensino superior devem investigar a possibilidade de adoção de uma abordagem sistemática para o desenvolvimento de currículo com treinamento dos coordenadores envolvidos nesta tarefa. Mais recursos deveriam ser alocados para esta área, tanto em nível governamental (nos moldes do PRODENGE-REENGE e PROMOVE), quanto em nível institucional, permitindo assim uma modernização dos currículos de engenharia em todo o país. As instituições de ensino superior no Brasil serão beneficiadas com o conteúdo do INCUDE para a implementação de novos cursos e atualização dos cursos já existentes.

Entende-se que a proposição de projetos curriculares para os cursos de engenharia, os quais contemplem os paradigmas aqui explicitados, representa uma alternativa consistente e pedagogicamente adequada para quebrar o atual círculo vicioso do ensino de engenharia. Por esse círculo vicioso, entendem-se os altos índices de reprovação, que implicam em uma desmotivação acentuada dos estudantes de graduação, que por sua vez repercute no elevado número de evasões, causando nas instituições em geral o efeito indesejável do desperdício do investimento educacional e financeiro.

É, portanto, premente que as instituições de ensino de engenharia aproveitem essa oportunidade histórica para rever seus currículos e adequá-los à nova realidade que se apresenta. Vale ressaltar que é defendido no projeto deste Sistema Especialista INCUDE que, neste novo século, não há mais espaço para mudanças fragmentadas e pontuais que persistiram por estas três últimas décadas de reformas curriculares. O que se apresenta como alternativa consistente, neste momento, é o desenvolvimento e a implantação de projetos curriculares baseados em propostas teóricas solidamente fundamentadas e que apresentem estruturas coerentes para a formação de profissionais que, necessariamente, terão que enfrentar os desafios deste século e dos quais dependerá o sucesso do modelo de desenvolvimento social e econômico deste País.

OBSERVAÇÃO: Este artigo foi apresentado durante o COBENGE 2002 em Piracicaba.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABENGE. *Relatório da Comissão Nacional de Diretrizes Curriculares para os Cursos de Engenharia*, Brasília: 31 de março, 1999.
- BORGES, M. N. et al (1994) An Expert System Approach to Curriculum Development in Engineering Education. *European Journal of Engineering Education* 19(2), pp. 176-189.
- BORGES, M. N. (2000) Designing Engineering Curricula with Intelligent Assessment. *Proceedings of the 6th Interamerican Conference on Engineering and Technology Education – Intertech 2000*. Publicado em CD-ROM, Session 6, Page 4, pp. 01 – 10, Cincinnati, Ohio, USA.
- BROWN, G. A., and ATKINS, M. J. (1990). *Effective Teaching in Higher Education*. London: Routledge.
- HEYWOOD, J. (1977) *Assessment in Higher Education*. London: John Wiley and Sons.
- LEWIS, M.; BORGES, M. N. (1999) Engineering Curriculum Design using a Knowledge Based System. *Proceedings of the International Conference on Engineering and Computing Education – ICECE '99*. "Invited Paper" Publicado em CD-ROM, Session Curriculum Issues I, pp 01 – 06, Rio de Janeiro, Brasil.
- MACINTOSH, H.G. and FRITH, D.S. (1990) *A Teacher's Guide to Assessment*. Stanley Thornes Ltd.
- ROBERTSON, D. (1991), "Learning Outcomes and Credits Project". UDACE Project. The Liverpool Polytechnic.
- ROWNTREE, D. (1987) *Assessing students: How shall we know them?* N. Publishing Co.

DADOS BIOGRÁFICOS DOS AUTORES



Mário Neto Borges

Engenheiro Eletricista pela PUC-MG (1978). Mestre em Ciências pela UFMG (1985). Doutor (PhD) em Inteligência Artificial aplicada à Educação pela Universidade de Huddersfield, UK (1994). Professor Adjunto IV do Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de São João Del Rei - UFSJ. Atualmente é Reitor da UFSJ. Áreas de interesse: ensino de engenharia, currículo e sistemas especialistas. E-mail: marionb@ufsj.edu.br



Rogério Almeida Meneguim

Engenheiro Eletricista pela UFSJ (1997). Atualmente é Vice-Coordenador do Curso de Engenharia Elétrica da Faculdade de Engenharia de Conselheiro Lafaiete - FACEC. Mestre em Engenharia Elétrica pela UFMG (1999). Professor Adjunto I do Departamento de Engenharia Elétrica da FACEC. Áreas de interesse: ensino de engenharia, currículo, sistemas especialistas e otimização estocástica. E-mail: meneguim@mgconecta.com.br

ESTÁGIOS CURRICULARES NO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA NA UFCG

Benedito Antonio Luciano¹ & Talvanes Meneses Oliveira²

RESUMO

Neste artigo são apresentadas e discutidas as experiências acumuladas com os estágios curriculares desenvolvidos no âmbito do curso de graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, desde a implementação do seu primeiro Programa de Estágio, em 1973, até os dias atuais. A metodologia operacional e as dificuldades de gerenciamento deste programa são destacadas, assim como as ações que os autores consideram importantes para a melhoria da qualidade dos estágios oferecidos e seus reflexos na formação profissional dos estudantes envolvidos.

Palavras-chave: Estágios, Ensino de graduação, Engenharia elétrica

ABSTRACT

In this work experiences accumulated with the curricular periods of practical training developed in electrical engineering undergraduate course of Federal University of Paraíba are presented and discussed. The observation period starts in 1973 and goes until now. Some operational aspects such as: practical training as a mandatory discipline and its consequence in the education of the electrical engineering students are emphasized. The difficulties found in the management of this program are mentioned. In addition, some actions, which the authors consider could improve the quality of such a program, are pointed out.

Keywords: Practical training. Undergraduate teaching. Electrical engineering

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, tem se intensificado a interação entre as instituições universitárias e os setores industriais e de serviços.

Esta interação tem ocorrido de diversas formas, sobretudo no que se refere à oferta de cursos, treinamento para capacitação, educação continuada, serviços de consultoria e extensão universitária.

Neste contexto, a interação universidade-empresas, mediante a realização de estágios curriculares, por parte de alunos dos cursos de graduação, se apresenta como uma oportunidade adicional de relacionamento, com reflexos positivos para ambas as partes, preservando identidades, propiciando parcerias e superando antigas dicotomias e preconceitos infundados.

Neste artigo são relatadas, de forma cronológica, as experiências acumuladas com os estágios curriculares desenvolvidos no âmbito do curso de graduação em

Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, desde a implementação do seu primeiro Programa de Estágio, em 1973.

UMA BREVE RETROSPECTIVA

A aproximação entre ciência e tecnologia é atribuída a Roger Bacon, em meados do século XIII (WHITE, 2000).

Segundo Bacon, essa aproximação se fazia necessária para que a primeira não permanecesse estéril, porque afastada da realidade, e a segunda ineficiente, porque empírica e desprovida de um corpo de doutrina (OLIVEIRA, 1987).

Em termos práticos, a materialização das idéias de Bacon pode ser registrada numa das primeiras experiências de programas de Interação Universidade-Empresa, realizada no *Suderland Technical College*, na Inglaterra, em 1903. Nesse programa, as indústrias participavam permitindo aos estudantes a realização de estágios em suas dependências.

¹ Professor Doutor, Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Campina Grande, CEP 58.109-970, Campina Grande, PB, Brazil, benedito@dee.ufcg.edu.br

² Professor Doutor, Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Campina Grande, CEP 58.109-970, Campina Grande, PB, Brazil, talvanes@dee.ufcg.edu.br

Nos Estados Unidos, essa experiência teve início em 1906, no curso de engenharia da Universidade de Cincinnati, em que períodos de estudos na universidade eram alternados com períodos de estágios em atividades correlatas nas empresas locais. Essa experiência recebeu o nome de Educação Cooperativa (*Cooperative Education*). Na Inglaterra, essa experiência foi denominada de Curso Sanduíche (*Sandwich Course*).

No Brasil, a primeira iniciativa dessa natureza nas Instituições de Ensino Superior da rede federal teve início com o Programa Cooperativo, a partir do Primeiro Plano Nacional de Desenvolvimento, contemplado no Plano Setorial de Educação e Cultura, incluindo o Projeto 16 – Integração Escola/Empresa/Governo, iniciado em 1972.

A execução desse Projeto foi realizada com a participação do Instituto Euvaldo Lodi – IEL, formalizado mediante convênios firmados com o Ministério de Educação e Cultura – MEC.

INTERAÇÃO ENTRE OS AGENTES ENVOLVIDOS

Atualmente, o conhecimento científico é dominado, armazenado, organizado e gerado, quase que em sua totalidade nas universidades e nos institutos de pesquisas. A necessidade de interação surge quando os setores industriais e de serviços necessitam: *i*) absorver inovações tecnológicas com vistas às aplicações práticas, usando laboratório e mão de obra especializada, mediante projeto de pesquisa e desenvolvimento; *ii*) encontrar soluções para problema ou problemas resultantes em seu produto, por meio de consultoria científica e tecnológica.

Um diagrama deste fluxo interativo entre esses agentes envolvidos é apresentado na Figura 1, com destaque para os elementos de entrada e saída.

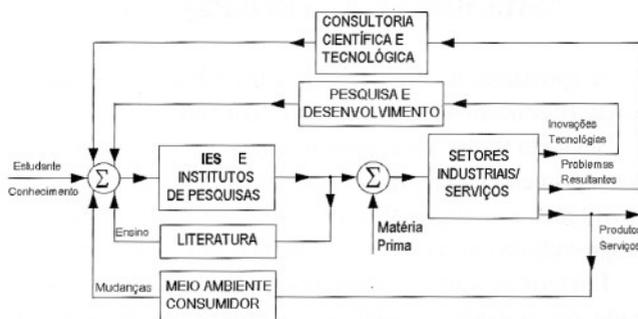


Figura 1. Fluxo interativo entre os agentes envolvidos (LUCIANO & OLIVEIRA, 2003)

As universidades dispõem dos conhecimentos científicos e tecnológicos necessários, nas diversas áreas de conhecimento, com o auxílio de um corpo docente capaz de orientar as atividades dos centros empresariais de pesquisa e desenvolvimento (ZAGOTTIS, 1995).

As potencialidades universitárias apresentam-se nas mais diversas formas, e dependem, basicamente, do nível de

instrução que propiciam, da capacidade do seu corpo docente, do regime de dedicação do seu corpo técnico e de sua capacidade física instalada.

A ação comunitária dessas potencialidades é basicamente associada a convênios firmados com entidades públicas e privadas, os quais abrangem atividades de serviços técnicos, prestação de serviços científicos, serviços de extensão cultural, bem como outras atividades artísticas e culturais. Neste contexto inserem-se os estágios como uma das modalidades de interação universidade-empresa (TOMELIN, 1979).

METODOLOGIA DA PESQUISA

Na elaboração deste trabalho as principais fontes de dados foram os arquivos da coordenadoria de estágio do curso de graduação em engenharia elétrica da Universidade Federal de Campina Grande e o trabalho publicado por Luciano *et al.* (1992).

Tomando-se, então, como ponto de partida esses dados, segue-se uma cronologia dos estágios no referido curso de graduação.

Em 1972, três centros universitários foram escolhidos para a experiência-piloto de implantação do Curso Integrado, denominação que foi dada no Brasil à Educação Cooperativa: o Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal de São Carlos, no Departamento de Engenharia de Materiais; o Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Santa Catarina, no Departamento de Engenharia Mecânica; e o Centro de Ciências e Tecnologia - CCT da Universidade Federal da Paraíba - UFPB, no Departamento de Engenharia Elétrica - DEE. Neste último, o Programa de Estágio foi implantado em 1973 (MEC/DAU, 1975).

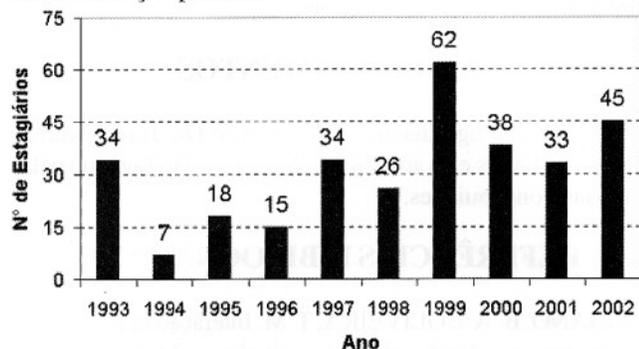
Em 1992, num trabalho apresentado por LUCIANO *et al.* no COBENGE'92, foi apresentado, sob forma de tabela, um levantamento dos estágios realizados por alunos dos cursos de graduação em engenharia elétrica da UFPB (atual UFCG), listando os nomes das empresas, por estado da federação, e o respectivo número de alunos que nelas estagiaram. O período coberto pelo referido levantamento foi de 1973 a 1992, contabilizando um total de 94 empresas, 19 estados e Distrito Federal e 544 estágios realizados. Desse total, 173 (31,8%) alunos realizaram estágios no próprio estado da Paraíba e 127 (23,3%) realizaram estágios no estado da Bahia, 70 deles na Companhia Hidrelétrica do São Francisco – CHESF. Com relação ao estado da Paraíba, as empresas que mais ofertaram estágios foram a TELPA (19%), a SAELPA (12,7%) e a CELB (11%).

No ano 2000, realizou-se um novo levantamento da oferta de estágios, abrangendo o período de 1997 a 2000, verificando-se a inclusão de dois novos estados: Goiás e Rio Grande do Sul.

Em relação ao total de estágios realizados no período supra citado, os estados que mais ofertaram vagas de estágio foram os seguintes: Paraíba (28,28%), Sergipe (15,15%) e Amazonas (12,62%), conforme dados apresentados por LUCIANO e NOGUEIRA no COBENGE'2000.

Para o decênio 1993 a 2002, uma atualização dos dados foi realizada, na qual se verificou a) Distribuição por ano um aumento da demanda, contabilizando um total de 312 estágios (média de 31,2 estágios/ano) e 87 empresas, sendo cinco destas localizadas na França (Renault, EDF, Alston, Mastra e BIC). Por outro lado, verificou-se, também, que o estado da Paraíba aumentou a oferta de vagas de estágios, com índice de 48,08%, seguido por 9,62% da Bahia, 8,97% de Sergipe e de 8,33% do Amazonas, conforme apresentado na Figura 2, com destaque para a distribuição de estágios por ano e por estado da federação, distrito federal e no exterior.

A. Distribuição por ano



B. Distribuição por estado e país

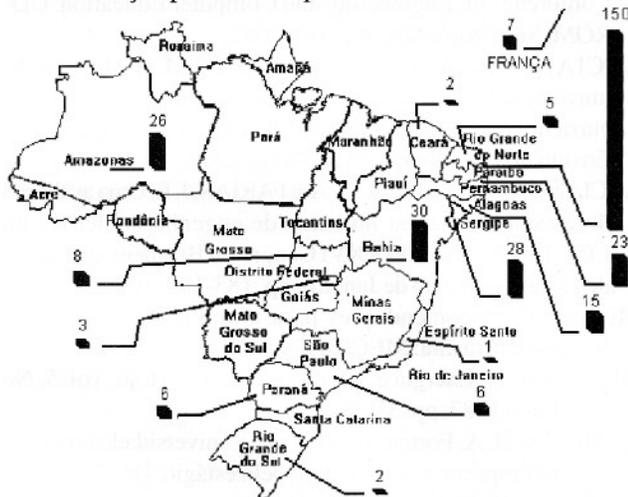


Figura 2. Estágios no período 1993 a 2002

METODOLOGIA OPERACIONAL

Em termos institucionais, a coordenadoria de estágio do curso de graduação em engenharia elétrica está a cargo de um professor designado pela chefia de departamento e de uma secretária.

Ao coordenador de estágio cabem as seguintes atribuições: cadastramento de empresas; regulamentação interna dos estágios; levantamento de vagas; seleção e distribuição de vagas; designar os professores orientadores; operar a estrutura de estágio; realizar reuniões prévias com estagiários e orientadores; encaminhar credenciamento de empresas e realimentar o processo curricular.

Ao professor orientador, no âmbito da universidade, cabe: elaborar o plano de estágio; orientar o estágio; propor o credenciamento de campos de estágios e avaliar o estágio.

No âmbito da empresa, ao supervisor do estágio cabe: elaborar a proposta da programação do estágio; supervisionar e treinar o estagiário; controlar a frequência e avaliar o estágio.

Na atual estrutura curricular do curso de graduação em engenharia elétrica da UFCG o estágio é considerado como uma disciplina obrigatória; os alunos devem estagiar no penúltimo ou último período do curso, em tempo parcial (estágio supervisionado) ou integral (estágio integrado).

O estágio supervisionado é regido pela Lei nº 6.494, de 07 de dezembro de 1977, e regulamentado pelo Decreto nº 87.479, de 18 de agosto de 1982, tendo a duração mínima estabelecida pela Resolução nº 2, de 04 de outubro de 1993.

O artigo 5º do Decreto nº 87.497/82 define que para caracterização e definição do estágio curricular é necessária a existência de instrumento jurídico, no qual estão acordadas todas as condições de realização do estágio curricular. Ainda de acordo com o artigo 6º do citado Decreto, a realização do estágio curricular por parte do estudante não acarretará vínculo empregatício de qualquer natureza.

No curso de graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande o estágio supervisionado pode ser realizado pelo aluno em tempo parcial, cursando simultaneamente outras disciplinas. O estágio integrado, por outro lado, é realizado de modo que o aluno permaneça em tempo integral na empresa. Em ambos os casos, o estagiário dispõe de um supervisor designado pela empresa e professor orientador designado pela instituição de ensino.

Os campos de estágios devem estar enquadrados em pelo uma das quatro ênfases do curso de graduação: controle e automação; eletrônica; eletrotécnica e telecomunicação.

UNIVERSIDADE, EMPRESA E CONJUNTURA ECONÔMICA

Com base na experiência acumulada ao longo desses trinta anos, pode-se afirmar que a interação universidade-empresa, mediante estágio, ainda é cercada de conflitos em termos de entendimento, particularmente no que se refere aos papéis das universidades e das empresas na formação do futuro engenheiro.

Pelo lado da universidade entende-se que o estágio deve ser conduzido a partir de um plano de atividades criteriosamente definidas, com vistas à formação sistêmica do futuro engenheiro, o que pressupõe um processo complementar, que supere a suposta dicotomia entre teoria e prática, estabelecendo a conciliação entre elas.

No lado empresarial, geralmente, o estágio é visto como uma oportunidade de adaptação do estudante ao ambiente da empresa, às suas necessidades específicas, ajustando-se, desse modo, ao já existente, de forma passiva. Adicionalmente, em alguns casos, o estágio de estudantes de engenharia pode significar redução de custos com treinamento de profissionais

recém-formados, ou a utilização de mão de obra qualificada para realizar tarefas aquém da formação acadêmica ordinária desses estudantes.

A interação universidade-empresa, mediante estágios curriculares, deve ser precedida de uma política bem definida, a partir de ampla discussão entre as partes, tendo como mediadores os órgãos representativos dos segmentos acadêmicos e empresariais.

Entende-se, também, que o processo interativo é dinâmico, sendo a oferta de estágio susceptível às mudanças na conjuntura econômica do país, sobretudo aquelas que ocasionam retração ou expansão nos setores industriais ou de serviços.

CONCLUSÕES

Neste artigo foram relatadas as experiências adquiridas com os estágios curriculares desenvolvidos no âmbito do curso de graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, desde a implementação do seu primeiro Programa de Estágio, em 1973.

Partindo dessas experiências, pode-se afirmar que, apesar de alguns conflitos sobre os papéis das universidades e das empresas na realização do estágio, a interação as partes vem ocorrendo de forma positiva, propiciando novas visões, superando preconceitos e abrindo novas perspectivas para outras iniciativas conjuntas.

No caso específico da Universidade Federal de Campina Grande, uma das dificuldades tem sido o atendimento da demanda dos alunos por estágios curriculares no curso de graduação em engenharia elétrica, pois esse atendimento depende de fatores externos, nem sempre fáceis de serem contornadas pela coordenação de estágio, tais como: recursos financeiros para o deslocamento dos professores orientadores aos locais dos estágios, o que seria desejável, e retração da oferta de estágio por parte das empresas, em função de crises econômicas.

No âmbito geral, os autores deste artigo apresentam algumas ações que consideram importantes para a melhoria da qualidade dos estágios oferecidos e seus reflexos na formação profissional dos estudantes envolvidos: a) maior controle das atividades de estágio por parte das Instituições de Ensino Superior (IES); b) maior fiscalização do Ministério do Trabalho sobre as atividades desenvolvidas pelos estudantes estagiários nas empresas, objetivando evitar desvio da função social do estágio; c) definição, por parte do

órgãos do Estado, de um instrumento jurídico que estabeleça o percentual máximo de estagiários no quadro de funcionários da empresa; d) maior interação pessoal entre os coordenadores de estágio, nas IES, e os supervisores dos estágios, no âmbito das empresas, o que inclui visitas periódicas e discussões que levem à melhoria da qualidade dos estágios e o comprometimento das partes envolvidas com a formação profissional dos estudantes, de modo a torná-los aptos a enfrentar as rápidas mudanças, os novos paradigmas e os grandes desafios que se apresentam para os engenheiros neste início de século XXI; e) redução da terceirização do processo de seleção de estagiários, pois em alguns casos, essa intermediação tem comprometido e dificultado a relação direta entre as IES e as empresas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao professor Dr. José Ewerton Pombo de Farias e ao acadêmico Pablo Bezerra Luciano pelas valiosas contribuições.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- LUCIANO, B. A. e OLIVEIRA, T. M. Interação universidade-empresas mediante estágios curriculares. 3th International Conference on Engineering and Computer Education. CD-ROM, São Paulo, March 16-19, 2003.
- LUCIANO, B. A. e NOGUEIRA, G. M. F. Interação universidade (UFPB) - empresa (CELB) mediante estágios curriculares. CD ROM do XXVIII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, Ouro Preto, 2000.
- LUCIANO, B. A.; NETO, B. G. A. e FARIAS, J. E. Uma avaliação do estágio curricular no curso de engenharia elétrica no CCT-UFPB. Anais do XXVI Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, Rio de Janeiro, pp. 183-189, 1992.
- MEC/DAU. Recomendações para a implantação de Curso Integrado. Brasília: MEC/DAU, 1975.
- OLIVEIRA, A. Energia e Sociedade. Ciência Hoje, Vol. 5, No 29, Março 1987, pp. 31-38.
- TOMELIN, H. A. Formas de integração universidade/empresa. Escola/Empresa: a qualificação pelo estágio. DAU/IEL-PR, 1979, pp. 19-23.
- WHITE, M. Leonardo: o primeiro cientista. Rio de Janeiro: Record, 2002.
- ZAGOTTIS, D. L. A interação entre a universidade e o sistema produtivo. Revista de Ensino de Engenharia. Brasília: ABENGE, Dezembro de 1995, pp. 17-29.

DADOS BIOGRÁFICOS DOS AUTORES**Benedito A. Luciano**

Engenheiro eletricitista, mestre e Doutor em engenharia elétrica pela UFPB, 1977, 1984 e 1995, respectivamente. Coordenador de estágios do curso de graduação em engenharia elétrica no período de 1992 a 1993. Coordenador do Programa de Iniciação Científica e Tecnológica do CCT/UFPB, no período de junho/1996 a janeiro/1997. Atualmente, é professor Adjunto IV, lotado no Departamento de Engenharia Elétrica - CCT/UFCG, onde desenvolve suas atividades de ensino, pesquisa e extensão. É associado da ABENGE e membro do *The Institute of Electrical and Electronic Engineers* (IEEE), desde 1992. Áreas de interesse: aplicações de novos materiais magnéticos, eficiência energética, qualidade de energia e ensino de engenharia.

**Talvanes M. Oliveira**

Engenheiro eletricitista, mestre e Doutor em engenharia elétrica pela UFPB, 1987, 1989 e 2001, respectivamente. Atualmente, é professor Adjunto I, lotado no Departamento de Engenharia Elétrica - CCT/UFCG, onde desenvolve suas atividades de ensino, pesquisa e extensão, atuando, também, como coordenador de estágios do curso de graduação em engenharia elétrica. Áreas de interesse: eletrônica industrial, máquinas elétricas, automação e controle.

A EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA NUMA PERSPECTIVA CTS: CONVERGÊNCIAS CURRICULARES

Irlan von Linsingen¹

RESUMO

Neste artigo são apresentadas características do enfoque CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) e o que ele apresenta para transformações significantes no ensino de engenharia, na perspectiva de atendimento do que é proposto nas novas diretrizes curriculares brasileiras. Trata-se de tornar aparentes alguns possíveis obstáculos interpostos à educação em engenharia conseqüentes da assunção de uma concepção restrita ou equivocada das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e natureza, que orienta implicitamente os processos de formação de engenheiros. Extraem-se do enfoque CTS contribuições para a incorporação de fatores explicativos das múltiplas imbricações da engenharia, numa dimensão até agora mantida apartada do seu ensino por supostamente não lhe dizer respeito, que é a dimensão sócio-eco-sistêmica da tecnologia.

Palavras-chave: Educação tecnológica, Currículo, Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), Inovação social

ABSTRACT

This paper presents characteristics of the STS (Science, Technology and Society) approach as well as its contributions to significant changes in engineering teaching, aiming to conform to the new Brazilian curricular guidelines. It highlights some possible obstacles interposed to the engineering education by consequence of a narrow conception of the relationships between science, technology, society and nature, which implicitly guides the processes of engineer's education. Contributions to the incorporation of explicative issues of the complex nature of engineering knowledge and competence field are extracted from the STS approach, in a dimension up to now kept apart from education for supposedly having no regards to it, which is the social-eco-systemic dimension of technology.

Key-words: Technological Education, Curriculum, Science-Technology-Society (STS), Social Innovation

PORQUE CTS COMO REFERENCIAL

Neste artigo são exploradas possíveis causas de obstáculos interpostos à educação em engenharia como conseqüência da assunção de uma concepção restrita das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e natureza, que orienta implícita ou explicitamente os processos de formação das capacidades na engenharia.

Para que se possa entender um pouco melhor como crenças e pressupostos que conferem sustentação a atitudes hegemônicas no ensino de engenharia inibem o envolvimento formal dos especialistas técnicos com os aspectos que possibilitam uma maior participação pública e uma ampliação do campo de competência de sua atividade, é imperativo saber onde e como tais pressupostos se originam.

De partida é assumido que tais crenças e pressupostos são tidos como auto-evidentes na área técnica, a ponto de

serem considerados "naturais" da atividade da engenharia, de modo que não chegam a constituir, em princípio, questões que poderiam ser formalmente consideradas como pontos de inflexão que justificassem a abertura de um campo de estudos próprio, destinado à compreensão da coisa técnica e das inter-relações que ela engendra. Os problemas técnicos, por essa ótica, requerem apenas soluções técnicas em sentido estrito, para as quais existem metodologias laboriosamente estruturadas.

Trata-se, evidentemente, de uma posição que expressa uma visão internalista – e em muitos casos ingênua – da engenharia, a partir da qual os problemas reais são transformados em estruturas freqüentemente bastante complexas, mas das quais são eliminados todos os aspectos ditos não técnicos, o que equivale dizer, nesse contexto, socioculturais.

¹ Professor, Doutor. Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Mecânica, NEPET – Núcleo de Estudos e Pesquisas em Educação Tecnológica, Centro Tecnológico. CEP 88.040-900, Florianópolis, SC. E-mail: linsingen@emc.ufsc.br

A posição a esse respeito aqui defendida é que, ao contrário, a importância e clara interferência da tecnologia no mundo atual e o seu poder de penetração em todos os recantos, provoca a emergência de contradições naqueles pressupostos que afeta *o que e o como* fazer da engenharia, com evidente conseqüência sobre a sua estrutura pedagógica, requerendo uma nova forma de abordagem conceitual da coisa técnica e de suas relações.

Desse modo, a identificação e problematização desses pressupostos, no campo disciplinar, pressupõe operar sobre uma base "externa" do conhecimento da engenharia e, também, na visão "filtrada" da vivência pessoal como professor e pesquisador. É aqui que o enfoque CTS pode ser valioso para a explicitação de pressupostos que podem estar obstaculizando a ampliação da visão do campo de atuação das engenharias, principalmente no que se refere aos seus comprometimentos sociais mais amplos.

O enfoque CTS é bastante amplo e interagente, tornando necessário estabelecer os limites de nossa incursão teórica nesse campo de conhecimento para evitar dispersões excessivas. Antes, porém, cabe realizar uma breve incursão na estrutura do movimento CTS, revelando suas origens e razões que levaram aos desdobramentos e à importância que assumem hoje, principalmente para os países "em desenvolvimento" que, como o Brasil, estão submetidos a uma pressão tecnológica em muitos aspectos não compatível com suas condições culturais e econômicas.

Numa perspectiva mais particular, trata-se também de pensar numa endogenização da tecnologia, vista como assimilação crítica e criativa, como processo através do qual seriam estabelecidas algumas características da tecnologia nos países periféricos, que não exclui a sua importação, mas que seja adequada às demandas definidas por uma política de C&T com compromissos sociais amplos (Vessuri, 2001). Nesse sentido, a transferência de tecnologia transforma-se em parte do processo de assimilação/geração de tecnologia (Herrera, *apud* Dagnino, 2000). Não há nesse processo a intenção de um encapsulamento da sociedade que opta por um desenvolvimento científico e tecnológico desse tipo, mas implica conquistar autonomia para definir de que maneira essa sociedade particular deseja funcionar, em que base tecnológica deseja proceder.

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

Contudo, para poder mudar é preciso conhecer onde se escondem as resistências e reticências, torná-las visíveis,

debatê-las e, a partir daí, buscar formas mais adequadas a critérios democraticamente escolhidos. A história pode nos auxiliar nessa busca.

Na seqüência, realiza-se uma breve abordagem histórica do movimento CTS e de seus desdobramentos, que resultaram nas atuais concepções que são empregadas como referenciais para as discussões realizadas e para as propostas de mudança no processo de formação de engenheiros, com ampliação do campo de competência da engenharia, centrado na complexidade relacional das novas concepções e imbricações de sociedade e de tecnologia, ou da sociedade tecnológica.

ORIGENS E DESDOBRAMENTOS DO MOVIMENTO CTS

Os estudos CTS, ou estudos sociais da ciência e da tecnologia, embora não sejam novos, começam a tomar um novo e importante rumo a partir de meados de 1960 e início dos anos 70, como resposta ao crescimento do sentimento generalizado de que o desenvolvimento científico e tecnológico não possuía uma relação linear com o bem-estar social, como se tinha feito crer desde o século 19. O sonho de que o avanço científico e tecnológico geraria a redenção dos males da humanidade estava chegando ao fim, por conta da tomada de consciência dos acontecimentos sociais e ambientais associados a tais atividades. Tanto na América do Norte quanto na Europa, os estudos CTS surgem como uma reconsideração crítica do papel da ciência e da tecnologia na sociedade, embora com orientações distintas (Mitcham, 1990).

É num clima de tensão gerado pela guerra do Vietnã, pela guerra fria, pela difusão midiática de catástrofes ambientais e dos horrores provocados pelo aparato tecnológico de destruição posto a serviço da morte (napalm desfolhante, armas químicas e biológicas...), dos efeitos da ampliação do poder destrutivo das armas nucleares revelados nos testes no pacífico e nos desertos da América do Norte (e pelos esforços que levaram à assinatura do tratado de limitação de tais testes), dos movimentos ambientalistas e da contracultura que se iniciavam, e também da crítica acadêmica da tradição positivista da filosofia e da sociologia da ciência, que se estabelecem as condições para uma nova forma de ver as interações entre ciência, tecnologia e sociedade.

Desde seu início, os estudos e programas CTS seguiram três grandes direções: no campo da pesquisa, como alternativa à reflexão acadêmica tradicional sobre a ciência e a tecnologia, promovendo uma nova visão não essencialista e socialmente contextualizada da atividade científica; no campo das políticas públicas, defendendo a regulação social da ciência e da tecnologia, promovendo a criação de mecanismos democráticos facilitadores da abertura dos processos de tomada de decisão sobre questões de políticas científico-tecnológicas; e, no campo da educação, promovendo a introdução de programas e disciplinas CTS no ensino médio e universitário, referidos à nova imagem da ciência e da tecnologia, que já se estende por diversos países (na Europa e na América Latina, e nos EUA) (Bazzo, von Linsingen, Pereira, 2003).

Essas três direções reúnem tradições CTS bastante diferentes – norte-americana e de países europeus –, e são conectadas pelo chamado “silogismo CTS”, baseado em três premissas. A tradição européia, centrada na pesquisa acadêmica dos antecedentes sociais da mudança científico-tecnológica, trata o desenvolvimento científico e tecnológico como um processo conformado por fatores culturais, políticos e econômicos, além de epistêmicos. A segunda premissa considera a mudança científico-tecnológica como um fator determinante principal que contribui para moldar nossas formas de vida e de ordenamento institucional, sendo assunto público de primeira grandeza. Reúne os resultados da tradição norte-americana, mais pragmática, que se preocupa mais com as conseqüências sociais e ambientais da mudança científico-tecnológica e com os problemas éticos e reguladores suscitados por tais conseqüências. A terceira premissa é a de que todos compartilhamos um compromisso democrático básico.

A natureza valorativa desta última justifica a conclusão de que, para tanto, “deveríamos promover a avaliação e o controle social do desenvolvimento científico-tecnológico, o que significa construir as bases educativas para a participação social formada, assim como criar mecanismos institucionais para tornar possível tal participação” (González García, Cerezo e Luján, 1996, p. 227).

Essa perspectiva educacional, ao nível da formação em engenharia no Brasil, deve ser adequadamente analisada, uma vez que a participação social formada do engenheiro implica uma reorientação da estrutura curricular e pedagógica que altera substancialmente a atual orientação essencialmente técnica que a estrutura, que sistematicamente exclui da formação de engenheiros a abordagem das imbricações da engenharia com a sociedade, o que aponta para a necessidade de inclusão de temas CTS na formação tecnológica.

Duas obras bem diferentes, publicadas em 1962, constituíram um marco importante para o movimento CTS. Os livros *Silent Spring* (Primavera Silenciosa) da bióloga Rachel Carson e *A estrutura das revoluções científicas* do historiador e filósofo da ciência Thomas Kuhn teriam sido marcantes para a ação e reflexão dos estudos CTS. O primeiro, ao expor sérias questões relativas aos riscos associados aos inseticidas químicos como o DDT, alimenta a reação dos movimentos sociais, principalmente ecologistas, pacifistas e da contracultura, contribuindo de várias maneiras para a criação dos movimentos ambientalistas (Cutcliffe, 1990). O segundo, ao considerar novos enfoques para a atividade científica que se contrapõem à concepção tradicional, desencadeia um novo ímpeto de reflexões acadêmicas no campo da História e da Filosofia da ciência (Mitcham, 1989). A partir da obra de Kuhn a filosofia toma consciência da importância da dimensão social e das raízes históricas da ciência, ao mesmo tempo em que inaugura um estilo interdisciplinar que tende a diluir as fronteiras clássicas entre as especialidades acadêmicas.

Para situar melhor as orientações e objetivos dos estudos CTS atuais, cabe considerar que o movimento CTS tem na sua origem duas vertentes. Uma, ativista social, constituída

por grupos com interesses e tendências diversas que estavam mais ligados à reivindicação social, tais como pacifistas, ecologistas, defensores de direitos civis e advogados de consumidores. Outra, como programa acadêmico, orientada para o ensino e pesquisa das questões públicas, no âmbito universitário, da qual participavam cientistas, engenheiros, sociólogos e humanistas.

Para um período histórico de transformações sociais singulares como o da década de 1960, que certamente já possuía uma trajetória histórica que vinha se formando desde pelo menos o início do século 20, ambas as obras contribuem para que nas duas vertentes do movimento CTS se desenvolva a orientação para uma reconsideração da perspectiva moderna sobre o papel da ciência e da tecnologia na sociedade, o que acaba se apresentando, em 1999, como um novo contrato social¹ para a ciência e a tecnologia.

De fato, a imagem da tecnologia como benfeitora da humanidade já começa a sofrer críticas antes da Segunda Guerra Mundial, com o surgimento de obras como *Técnica e Civilização* de Lewis Mumford (1934), *Meditação da Técnica* de Ortega y Gasset (1939), e posteriormente com Heidegger (1954), Jacques Ellul (1954), Habermas (1968) e outros.

Talvez o mais influente precursor intelectual do movimento CTS tenha sido Charles P. Snow, que numa conferência Rede em 1959, apresentada em Notre Dame, cujo teor seria transformado em livro² logo a seguir, inaugurou o debate sobre o distanciamento progressivo entre “duas culturas (incomunicáveis)”, uma formada por cientistas e outra por humanistas (Cutcliffe, 1990). De forma mais precisa, Snow discute o abismo existente entre ciência e literatura. Seu crédito foi justamente o de ter tornado aparente a existência de duas culturas que supostamente se opõem. Entretanto, foi a metáfora das duas culturas que se tornou marcante para a perspectiva CTS, e atualmente voltou a ser retomada com força, dada a notável atualidade do tema e a sua capacidade de provocar debates relevantes das questões que envolvem as interações da ciência e da tecnologia com a sociedade.

Essa metáfora é bastante significativa para as reflexões pedagógicas da engenharia, na medida que possibilita fazer emergir questões relacionadas às interações da engenharia com o seu entorno sociocultural, notadamente ausentes na formação profissional, bem como de aspectos da complexidade das relações entre ciência, tecnologia e sociedade, a que se acrescenta necessariamente a natureza, transformada pelo conjunto das ações científico-tecnológicas.

¹ O novo contrato social para a C&T, reclamado em fóruns como o Congresso de Budapeste (1999), implica num ajustamento da ciência e da tecnologia aos padrões éticos que já governam outras atividades sociais, isto é, democratizá-las, para estar então em condições de influir sobre suas prioridades e objetivos, reorientando-os para as autênticas necessidades sociais, ou melhor, aquelas necessidades que emanem de um debate público sobre o tema (Palacios *et alii*, In: Bazzo, von Linsingen, Pereira, 2003).

² *As duas culturas e uma segunda leitura*: Uma versão ampliada das duas culturas e a revolução científica. Tradução de Geraldo G. de Souza e Renato A. Rezende Neto. São Paulo : Edusp, 1995.

Conseqüências sobre a atividade científico-tecnológica

Passados mais de quarenta anos do início do movimento de “desencantamento”³ científico-tecnológico, a lista de problemas atribuídos à ciência e à tecnologia parece crescer mais que suas inegáveis benesses, contribuindo para isso tanto a academia quanto a mídia, o que concorre para o acirramento das contradições da percepção pública da ciência e da tecnologia.

Por conta disso, constata-se um crescente descrédito social no conhecimento dos especialistas, que antes detinham autoridade inquestionável em suas áreas. Agora, a sociedade civil não apenas questiona como procura interferir diretamente nos rumos das coisas tecnológicas. Por outro lado, criam-se resistências por parte de engenheiros e tecnólogos, que se sentem detentores do conhecimento técnico. É comum ouvirmos declarações do tipo: “a comunidade não pode se manifestar em assunto de competência técnica, por não dominar conhecimentos técnicos”. Trata-se presumivelmente de um impasse ideológico provocado por um desconhecimento das implicações sociais da atividade técnica por parte dos especialistas. Mas também está relacionado a uma inadequação dos significados da tecnologia.

Entretanto, a forma tradicional de entendimento conceitual da ciência e da tecnologia como atividades autônomas, neutras e benfeitoras da humanidade, cujas raízes estão firmemente fincadas no século passado, continua a ser utilizada na academia para legitimar suas atividades. Para González García, Cerezo e Luján, “é esta concepção tradicional, assumida e promovida pelos próprios cientistas e tecnólogos, a que em nossos dias continua sendo usada para legitimar formas tecnocráticas de governo e continua orientando o projeto curricular em todos os níveis de ensino” (González García, Cerezo e Luján, 1996, p. 26).

É neste contexto que surgem e se desenvolvem os estudos CTS, constituindo uma resposta da comunidade acadêmica internacional à crescente onda de insatisfação com a concepção tradicional da ciência e da tecnologia. Em essência, trata-se de “ressaltar a dimensão social (e prática) da ciência e da tecnologia, opondo-se a uma visão anacrônica sobre a natureza especial da ciência como forma autônoma de conhecimento e a tecnologia como ciência aplicada; contribuem desse modo para a desmistificação da imagem tradicional da ciência-tecnologia” (*idem*), que tem orientado entendimentos e ações desde a revolução industrial. Particularmente, foi a imagem da tecnologia como ciência aplicada que contribuiu para a concepção pedagógica adotada na engenharia, sendo esse um dos principais motivos de se buscar na abordagem CTS uma releitura dessa prática

³ Este termo é empregado aqui como indicativo de que a explicitação de aspectos mais delicados da atividade científico-tecnológica resultou numa perda de credibilidade no caráter benfeitor e neutro da ciência e da tecnologia, materializada pela reação social e acadêmica a partir da década de 1960. Esse termo procura incluir também uma positividade no fato de que o desencantamento pode desencadear uma tomada de consciência sobre as diferentes possibilidades da C&T, tornando mais consciente o caráter das suas produções.

educacional, para uma maior compreensão das suas implicações.

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

A concepção clássica das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e natureza é uma concepção essencialista e triunfalista que expressa o desenvolvimento como um processo no qual mais conhecimento científico determina linearmente mais tecnologia – que implica mais domínio e submissão da natureza – que conduz a mais desenvolvimento econômico, que resulta em mais desenvolvimento social (associado a mais bem-estar). O “modelo linear de desenvolvimento” se estabelece num contexto de neutralidade e autonomia alheio a qualquer processo de valoração axiológica, e que se traduz incondicionalmente em benefícios para a humanidade.

Esta concepção emerge com notável freqüência no mundo acadêmico e confere sustentação a muitos dos discursos que se assentam em argumentação técnica, esta considerada essencialmente neutra. Essa forma de ver estaria associada à imagem da tecnologia como “braço armado” da ciência pura, ou seja, a tecnologia seria reduzida à aplicação da ciência, ou a tecnologia seria a aplicação da ciência à construção de artefatos, ou apenas identificada com os artefatos.

A vinculação unívoca da ciência à tecnologia sugerida pelo modelo linear de desenvolvimento estabelece também uma “oportuna” comunhão da tecnologia com os preceitos clássicos de neutralidade e autonomia imputados à atividade científica⁴, preceitos estes que também se manifestam nos atos pedagógicos da engenharia, embora seja difícil justificá-los logicamente, sobretudo na atualidade, em face das evidências das interações complexas da tecnologia com a sociedade, como mostram os acontecimentos sociotécnicos que se tem assistido e dos quais se participa direta ou indiretamente.

Segundo essa mesma concepção parcelar, a engenharia exerceria um papel de mediação significativo entre ciência e tecnologia, na medida que as suas produções, que se materializam em artefatos tecnológicos, estariam centralmente relacionadas à apropriação e aplicação de princípios científicos, que serviriam igualmente para realimentar tecnologicamente o próprio desenvolvimento científico. Nesse sentido os engenheiros, a cuja atividade se atribui

⁴ A concepção clássica ou “concepção herdada” da ciência, legado do positivismo lógico (Carnap, Reichenbach, Hempel, Nagel), concebia o desenvolvimento científico como um processo regulado por um rígido código de racionalidade que, complementado pelo princípio ético de honestidade profissional, fazia de tal desenvolvimento um processo progressivo de aproximação da verdade. Nessa concepção, o progresso científico só era possível se a busca da verdade – regulada unicamente pela equação “lógica + experiência” – constituísse o objetivo exclusivo do empreendimento científico, de modo que qualquer valor, por mais benemérito que fosse, era visto como uma interferência que só podia obstaculizar ou deter o desenvolvimento do conhecimento (González García, Cerezo e Luján, 1996).

intensidade, eficácia e qualidade, exerceriam um papel importante na *tecnociência*⁵. Trata-se de uma parte já considerável da ciência, mas não a toda a ciência atual. A emergência da tecnociência não implica a subsunção da ciência, da técnica e da tecnologia. Estas quatro modalidades de saber continuam existindo hoje em dia e é possível distingui-las entre si (Echeverría, 2001, p. 222). A engenharia no contexto da tecnociência seria apenas uma das diversas modalidades de atividade da engenharia.

A engenharia, em termos gerais, desenvolve-se nos mais diversos contextos e nas mais diferentes condições e, nesse sentido, a própria idéia de engenharia se relaciona mais à idéia de processo de transformação ligada ao quefazer da sociedade – e portanto relacionada à cultura –, o que lhe confere um estatuto próprio de atividade de inúmeras faces e finalidades, que não possui compromisso exclusivo com a ciência de concepção tradicional, embora dela se utilize.

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

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

Nos sentidos aqui expostos, o currículo de engenharia possui um compromisso com a generalidade, além daquele

que já possui com a especificidade. Mas, mais do que generalidade, esse mesmo currículo deveria se ocupar com a complexidade do conhecimento da engenharia, complexidade que emerge das imbricações da engenharia com os outros atores sociais.

As diretrizes curriculares no Brasil sugerem a abordagem dessa perspectiva (artigo 3º). Entretanto, a implementação dessas transformações, a maioria delas fruto de pressões externas (de outros atores sociais), exige uma releitura das práticas seculares da engenharia. O fato é que não há correspondência entre a prática pedagógica e as concepções de mudança expressas nas diretrizes. Há certamente razões bastante fortes para que isso aconteça desse modo, e provavelmente as mais importantes estariam relacionadas com as assunções que se manifestam na defesa de pressupostos históricos associados com essa prática. E é por essa razão que o enfoque CTS constitui uma forma bastante adequada de aproximação e explicitação dessas tendências, já que a sua aceitação e o contexto das intervenções que se manifestam a partir dele são mais próximos e por isso mais aceitáveis pelos atores da área técnica.

CTS E O CONTEXTO DA EDUCAÇÃO EM C&T NOS EUA E NA EUROPA

Os programas de Ciência, Tecnologia e Políticas Públicas (STPP) nos EUA surgiram como uma resposta a necessidades sentidas no interior das comunidades científicas e tecnológicas, sendo que nas instituições tecnológicas mais importantes dos EUA estavam proximamente relacionados com as escolas de engenharia, e não por acaso. A presença da ciência na Segunda Guerra Mundial revelou, por um lado, que “a gestão de ciência e tecnologia em suas novas e complexas interações com o governo e a sociedade exige capacidades especiais. A experiência não é suficiente para que os engenheiros aprendam a fazê-lo, e os gestores tradicionais carecem, em geral, da educação e habilidades necessárias para comunicar-se efetivamente com o pessoal científico” (Mitcham, 1990, p. 16). Essa participação da ciência e da engenharia, como mostram Mayor e Forti (1998) se intensifica no período da guerra fria, indicando que a tecnociência atual está também profundamente relacionada com a indústria bélica. Desafortunadamente, os fatos que emergiram após setembro de 2001 nos EUA favoreceram a retomada dos investimentos massivos no sistema industrial-militar.

Tais fatos revelam a influência da ciência e da tecnologia para as sociedades, bem como a importância dos tecnólogos nesse processo de construção da condição humana e reforça, em nível mundial, a necessidade de uma reorientação e contínua análise das políticas pedagógicas das instituições de ensino tecnológico, a par da participação social mais ampla nas políticas públicas de ciência e tecnologia.

Os programas CTS nos EUA foram criados nos finais da década de 1960 como resposta a influências externas da ciência e da tecnologia, basicamente, como já comentado, em

⁵ *Tecnociência* – “A importância outorgada a instrumentos e técnicas dentro de algumas tendências da tradição européia promoveu [...] o tratamento conjunto da ciência e da tecnologia. Um exemplo é a [...] «rede de atores» de Latour e Callon, segundo a qual a ciência não consiste em pura teoria nem a tecnologia em pura aplicação, senão que ambas, fundidas no termo «tecnociência» (como algo vivo e distinto de nossa percepção oficial delas: a «ciência e tecnologia») consistem de redes de cujos nós também fazem parte todo tipo de instrumentos relevantes. Os produtos da atividade científica, as teorias, não podem, portanto, continuar sendo separados dos instrumentos que participam de sua elaboração” (González García, Cerezo e Luján, 1996, p. 87).

decorrência das pressões dos movimentos ambientalistas e de consumidores, que fizeram emergir uma preocupação pública com os rumos da mudança tecnológica, que acabaram por provocar a criação de diversas organizações tais como a Agência de Proteção Ambiental e o Escritório de Avaliação Tecnológica.

A Alemanha, em decorrência de sua aproximação com a filosofia da tecnologia e com a crítica filosófica em geral, da mesma maneira que está envolvida com a técnica de modo muito abrangente, esteve sempre imersa numa tensão entre o tecnocatastrofismo e o tecnootimismo.

A filosofia da tecnologia nasceu “oficialmente” na Alemanha em 1877, com a publicação do livro de Ernst Kapp (contemporâneo de Marx) intitulado *Grundlinien einer Philosophie der Technik (Fundamentos de uma filosofia da técnica)*, no qual desenvolve a concepção da tecnologia como uma complexa projeção das faculdades e atividades humanas. Mitcham, considerando que o termo alemão *Technik* pode ser traduzido por “tecnologia” e “engenharia”, prefere referir-se a Kapp como a pessoa que alçou a expressão “filosofia da tecnologia” ou “filosofia da engenharia” (Mitcham, 2001, p. 34).

Na perspectiva CTS atual, a tecnologia tende a ser vista mais como forma de organização social, com interações complexas, incorporando aspectos que não são comuns à concepção tradicional de engenharia, o que sugere que as duas expressões podem ser utilizadas com enfoques diferentes no tratamento da questão tecnológica. Nesse sentido, engenharia e tecnologia são coisas distintas, embora umbilicalmente ligadas.

Da mesma maneira, Peter Engelmeier (1855-1941), um dos fundadores da engenharia profissional russa, defendia há mais de cem anos uma formação não apenas técnica dos profissionais de engenharia. Ele afirmava que “se os engenheiros irão ocupar seu lugar legítimo nos assuntos do mundo, não só devem ser formados em seus campos técnicos, mas também na compreensão sobre o impacto e a influência social da tecnologia”. (Engelmeier, *apud* Mitcham, 2001, p. 34). Esse é um ponto fundamental para as reflexões realizadas neste artigo, posto que um dos desdobramentos da abordagem CTS está relacionado à perspectiva de uma *educação* em engenharia. A essa perspectiva associa-se a idéia da alfabetização científica e tecnológica presente nos objetivos educacionais CTS, com a conotação de uma formação em engenharia que considere a interdisciplinaridade (não apenas técnica) como necessidade para o engenheiro da sociedade tecnológica.

O ENFOQUE CTS E O ESPAÇO DE RELAÇÕES DA ENGENHARIA

Os estudos CTS constituem um campo de trabalho de caráter crítico com relação à tradicional imagem essencialista da ciência e da tecnologia, e de caráter interdisciplinar para o qual concorrem disciplinas como a filosofia da ciência e da tecnologia, a sociologia do conhecimento científico, a teoria

da educação e a economia da mudança tecnológica. Os estudos CTS buscam compreender a dimensão social da ciência e da tecnologia, tanto do ponto de vista de seus antecedentes sociais como de suas conseqüências sociais e ambientais, quer dizer, tanto no que toca aos fatores de natureza social, política ou econômica que modulam a mudança científico-tecnológica, como no que concerne às repercussões éticas, ambientais ou culturais dessa mudança (Bazzo, von Linsingen, Pereira, 2003).

A caracterização desse novo enfoque das relações entre ciência, tecnologia e sociedade é fundamentalmente contrária à imagem tradicional da C&T – assumida como atividade autônoma que se orienta exclusivamente por uma lógica interna e livre de valorações externas –, na medida que transfere o centro de responsabilidade da mudança científico-tecnológica para os fatores sociais, ou seja, o fenômeno científico-tecnológico passa a ser entendido como processo ou produto inerentemente social onde os elementos não epistêmicos ou técnicos (como valores morais, convicções religiosas, interesses profissionais, pressões econômicas etc.), desempenham um papel decisivo na gênese e consolidação das idéias científicas e dos artefatos tecnológicos (*idem*, p. 126).

Em termos de ensino de engenharia, essa mudança de eixo pode significar uma transformação radical nos processos cognitivos, na medida que a atividade engenheiril, pensada como atividade meio, passaria a ser orientada por uma lógica distinta da que hoje a estrutura, orientada para a técnica como meio e não um fim em si mesma. Em termos históricos, entende-se que a técnica possui apenas caráter *procedimental*, e assim o passado é traduzido como algo “superado” e ao futuro é atribuído o significado de “aperfeiçoamento” dos procedimentos. Nesse universo de meios, que visa exclusivamente ao aperfeiçoamento e fortalecimento da própria instrumentação, no qual o mundo da vida torna-se totalmente dependente do aparato técnico, os humanos acabam por tornar-se funcionários deste aparato (Galimberti, 1999). Na perspectiva aqui abordada, visa-se à superação dessa condição.

Porque há uma dinâmica social que envolve a tudo e a todos nesses tempos de exultação das tecnologias de informação e comunicação (TIC), pode-se considerar que a práxis acadêmica da engenharia constitui-se de uma mescla de concepções das relações CTS, composta tanto pela concepção tradicional das relações entre ciência, tecnologia e sociedade quanto por concepções mais progressistas, não havendo uniformidade entre e nas diversas modalidades de engenharia. Contudo, de acordo com a compreensão aqui desenvolvida, admite-se que ainda há prevalência das relações tradicionais na conformação dessa práxis, e que configuram muitas das resistências existentes ao processo de mudança.

Basicamente, parte-se da concepção linear que enxergava a ciência como processo de desocultamento dos aspectos essenciais da realidade, de desvelamento de leis que a governam em cada parte do mundo natural e social. Essas

leis, universais, possibilitariam a transformação da realidade com o concurso dos procedimentos das tecnologias, que constituiriam ciência aplicada à produção de artefatos. Nessa concepção, tanto ciência quanto tecnologia, e por extensão todas as áreas técnicas que lhes dão sustentação, deveriam estar alheias a interesses, opiniões e valorações. Os resultados de uma tal ciência e tecnologia seriam colocados a serviço da sociedade para que ela decidisse sobre seus usos, de tal modo que dessa relação resultariam os instrumentos cognitivos e práticos que proporcionariam a melhoria contínua da vida humana e do bem-estar social.

Atualmente, apesar de delimitações relativamente rígidas dessas fronteiras nas áreas técnicas, percebe-se a inadequação dessa separação, principalmente no que diz respeito à relação entre ciência e tecnologia, aproximação que já ocorre há bastante tempo. A cisão entre conhecimentos científicos e artefatos tecnológicos não é muito adequada, já que fica cada vez mais evidente que para a configuração daqueles é muitas vezes necessário contar com estes. O oposto é ainda mais evidente para engenheiros e tecnólogos. O conhecimento científico da realidade e sua transformação tecnológica não são processos independentes e sucessivos, senão que se acham entrelaçados em uma trama na qual constantemente se juntam teorias e dados empíricos com procedimentos técnicos e artefatos.

Por seu turno, a relação entre tecnologia e sociedade, para os engenheiros, apresenta-se tão profundamente enraizada que parece não haver qualquer razão para debates. Identificada com artefatos, e portanto com um dos produtos da atividade da engenharia, de uma suposta evidente imbricação, acabou por tornar-se oculta e, de modo mais contundente, não pertencente ao espaço da atividade técnica como tal, mas apenas ao espaço da ética da engenharia.

Nessa acepção, a imbricação entre tecnologia e sociedade esteve sempre presente através da própria definição de engenharia, como normatizadora da atividade, pelo menos até meados da década de 1990: a atividade da engenharia deve estar voltada para o bem-estar da sociedade. Mas já não se apresenta dessa maneira, tendo sofrido modificações para uma relação “mais flexível”, contexto-dependente (Mitchem, 2001): em atendimento às “demandas da sociedade”. Rapidamente essa conexão tende a transformar-se em mera retórica ética, ou em transferência de responsabilidade para outras áreas do conhecimento, justamente em razão de conflitos e contradições que a postura moral provoca com as novas relações de mercado, e mesmo com a intensificação da divulgação dos efeitos nem sempre benéficos da tecnologia. Em qualquer caso, a relação tecnologia-sociedade manteve sempre uma rigidez dos limites de interação, ou seja, uma separação estratégica, já que valores e interesses mais implícitos, imagina-se, não pertencem ao campo da técnica, abrindo espaço para as atitudes tecnocráticas, o que foi plenamente absorvido pelo ideário da engenharia.

Entretanto, o tecido tecnocientífico não existe à margem do próprio contexto social em que se desenvolve, e no qual os conhecimentos e os artefatos adquirem relevância e valor. Desse modo, as imbricações entre ciência, tecnologia e

sociedade apresentam uma complexidade muito maior do que as decorrentes das relações imaginadas entre campos estanques que se comunicam, mas sem interpenetração, apontando para uma análise mais cuidadosa e abrangente das reciprocidades, ao invés da simples aplicação da clássica relação linear entre elas.

A PERSPECTIVA EDUCACIONAL CTS PARA A ATIVIDADE ACADÊMICA

No âmbito acadêmico, desde os primeiros programas vinculados a universidades como a da Pensilvânia na América do Norte e de Edimburgo no Reino Unido nas décadas de 1960 e 1970, CTS é já considerado um campo consolidado em várias universidades e centros educativos em outros países.

Em países da América Latina, como Argentina, Colômbia, Cuba e Brasil, embora recente, o enfoque educacional CTS já está presente na pesquisa e na educação em e sobre ciência e tecnologia (Ibarra e Cerezo, 2001). No Brasil, os estudos CTS, com a conotação aqui emprestada, são desenvolvidos na Unicamp e na UFSC, com orientações diferenciadas, em decorrência das suas origens e dos seus objetivos.

Na UFSC, tais estudos estão mais diretamente orientados para a educação CTS com maior tradição no âmbito da educação de nível médio e, mais recentemente, consolidando também uma posição para a educação de nível universitário e formação docente, através do recém-criado Programa de Pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica (2002) vinculado ao Centro de Ciências Físicas e Matemáticas (CFM) e ao Centro de Educação (CED), mas com aporte intercentros e, desse modo, de caráter intrinsecamente interdisciplinar. Mas sua origem é bem anterior, uma vez que deriva do Programa de Pós-graduação em Educação, originalmente vinculado ao Centro de Educação da UFSC, mas operando em bases semelhantes desde 1986.

A ampliação da interdisciplinaridade do programa, com a participação formal, entre outros, do Centro Tecnológico da UFSC é um indicativo de uma demanda e de uma perspectiva interdisciplinar que é própria do enfoque CTS, desde sua origem, e sugere uma salutar aproximação entre centros até então considerados “incomunicáveis”. Esse novo programa possui, justamente por essa forma constitutiva, um compromisso com a ampliação das perspectivas formadoras do que em CTS poderia se identificar com a consciência social da Ciência e da Tecnologia por parte de seus atores. Ao mesmo tempo, ao trabalhar numa perspectiva de alfabetização científica e tecnológica, esta pode viabilizar uma maior aproximação negociada da C&T com o público em geral, conferindo “transmissão de poder social”, objetivando a superação da ação tecnocrática, e também com o sentido proposto pelo novo contrato social para a ciência e a tecnologia.

A abordagem CTS para a educação em engenharia no Centro Tecnológico da UFSC teve seu início em 1997, com a criação do Núcleo de Estudos e Pesquisas em Educação Tecnológica (NEPET), por iniciativa de professores da Engenharia Mecânica.

No caso da formação técnica universitária, não é surpreendente que a perspectiva da educação tecnológica com enfoque CTS tenha seguido essa trajetória. A par das políticas universitárias nacionais, o *status* de excelência acadêmica na área da engenharia mecânica, indicativo do alinhamento da atividade acadêmica com as políticas públicas de Ciência e Tecnologia e interesses hegemônicos, precipitou a emergência de tensões internas no que diz respeito à natureza da atividade acadêmica e ao caráter da formação profissional – com disputas curriculares –, como reflexos das disputas de poder. Essas tensões acabaram por fazer emergir contradições discursivas e comportamentais centradas precisamente em pressupostos de origem positivista e também em concepções alternativas sobre a natureza do conhecimento técnico e de sua finalidade e, em tal contexto, criaram-se condições propícias para a construção de uma percepção da quase completa ausência de uma formação técnica socialmente referenciada e contextualizada segundo o enfoque aqui abordado.

A orientação CTS adotada neste artigo, que é também a que anima as reflexões e ações no âmbito do NEPET, confere poder explicativo para muitas das indagações e inquietações relativas às imbricações da engenharia com a ciência, a tecnologia, a sociedade e a natureza, por um viés novo e quicá mais sincrônico com o pensamento e as ações da área técnica, abordando temas que, embora façam parte da atividade da engenharia, normalmente não são considerados na formação tecnológica. É esse viés que permite identificar lacunas e obstáculos socioepistêmicos na formação técnica, como os decorrentes do não-reconhecimento formal das imbricações sociais da técnica na formação de engenheiros, ou o da formação sociotécnica de caráter unilateralmente tecnocientífico, ou ainda o da visão de tecnologia como processo social e dos artefatos tecnológicos como construto sociocultural.

Embora ciência e tecnologia possuam profundas ligações, há que se reconhecer que a formação científica difere da formação tecnológica em muitos aspectos, e que as atividades de cientistas e tecnólogos são distintas, inclusive por suas trajetórias e determinações históricas. Além disso, de acordo com a linha argumentativa deste trabalho, a tecnologia não se reduz à aplicação da ciência, podendo ser caracterizada como uma atividade social complexa para a qual concorrem atividades e interesses os mais diversificados, de modo que os artefatos, como um dos produtos dessa atividade, possuem qualidades não apenas técnicas *stricto sensu*. Por conta disso, algumas das aproximações entre ciência e tecnologia no âmbito da formação técnica devem ser analisadas com o devido cuidado, principalmente no que respeita ao caráter mesmo da produção técnica e de sua abrangência e significância social, num momento histórico de aceleração (e do reconhecimento) dos envolvimento sociais da tecnologia, e das novas compreensões que daí decorrem.

O reconhecimento da sincronia das transformações tecnológicas com o processo de mundialização econômica, e os modos como modificam a vida em sociedade, altera a própria forma de ver a tecnologia e a formação técnica, no sentido de

que os aspectos socioculturais subsumidos na técnica não podem deixar de ser considerados como elementos de formação, sob pena de formar profissionais cada vez mais alheios ao papel social especial que lhes cabe nesse mundo, especialmente quando se admite a cada vez mais notória interferência social e ambiental associada à atividade da engenharia.

CTS EM NÍVEL UNIVERSITÁRIO

Um elemento chave dessa mudança da imagem da ciência e da tecnologia propiciado pelos estudos CTS consiste na renovação educativa, tanto em conteúdos curriculares como em metodologias e técnicas didáticas. Neste sentido têm-se desenvolvido os programas educativos CTS, implantados no ensino superior de numerosas universidades desde finais dos anos 1960 (Solomon, 1993; Yager, 1993; VV.AA. 1998).

Em linhas gerais, no âmbito do ensino superior, pretende-se que os programas CTS sejam oferecidos como especialização de pós-graduação (especialização, mestrado) ou como complemento curricular para estudantes de diversas procedências.

Trata-se, por um lado, de proporcionar uma formação humanística básica a estudantes de engenharia e ciências naturais. O objetivo é desenvolver nos estudantes uma sensibilidade crítica acerca dos impactos sociais e ambientais derivados das novas tecnologias ou a implantação das já conhecidas, formando por sua vez uma imagem mais realista da natureza social da ciência e da tecnologia, assim como do papel político dos especialistas na sociedade contemporânea.

Por outro lado, trata-se de oferecer um conhecimento básico e contextualizado sobre ciência e tecnologia aos estudantes de humanidades e ciências sociais. O objetivo é proporcionar a estes estudantes, futuros juízes e advogados, economistas e educadores, uma opinião crítica e informada sobre as políticas tecnológicas que os afetarão como profissionais e como cidadãos. Assim, essa educação deve capacitá-los para participar de forma frutífera em qualquer controvérsia pública ou em qualquer discussão institucional sobre tais políticas.

A polêmica cisão da vida intelectual e prática do ocidente em dois grupos diametralmente opostos, separados por um abismo de incompreensão mútua, levantada por Snow, referia-se às culturas humanística e científico-tecnológica. O propósito principal da educação CTS é tratar de fechar essa brecha entre duas culturas, posto que tal brecha constitui um terreno fértil para o desenvolvimento de perigosas atitudes tecnófobas (e também tecnófilas), e ainda mais a de dificultar a participação cidadã na transformação tecnológica das formas de vida e de ordenamento institucional.

Dadas as novas orientações educacionais que essa perspectiva oferece ao nível de formação básica, de um processo que já se encontra em andamento, com notável poder de penetração e consolidação, pode-se considerar que, uma vez implementada essa formação em nível médio, um impacto sobre a formação universitária se fará notar, provocando a

emergência de questões sociotécnicas que não eram explicitamente apresentadas na formação universitária, de modo que é no mínimo conveniente que as estruturas universitárias se atenham a considerar seriamente a inclusão da perspectiva CTS na formação profissional, especialmente nas áreas técnicas.

Uma ação disciplinar, com tratamento transversal, destinada a suprir parte dessa carência formativa para os alunos de todas as modalidades de engenharia constitui, e assim é entendida no contexto desta reflexão, uma importante contribuição para uma formação voltada para a visão ampliada do comprometimento social da engenharia. Ações que são consideradas importantes, nesse momento, passam pela estruturação de programas de formação de professores de engenharia e de políticas institucionais de fomento à formação CTS para professores de engenharia de todo o país, entre outras. A orientação, no entendimento aqui defendido, é que aspectos da história, da sociologia e da filosofia da ciência e da tecnologia deveriam consubstanciar os programas de formação de professores, além dos aspectos didático-pedagógicos (praticamente inexistentes ou desvirtuados nos atuais modelos de estágio-docência dos programas de Pós-graduação).

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

A consolidação de uma educação tecnológica que contemple a abordagem das imbricações CTS ao nível do conhecimento tecnocientífico, como aqui tratadas, pode ser favorecida por meio de três ações concatenadas: a assunção curricular da interdisciplinaridade como necessidade para o tratamento pedagógico dos assuntos científicos, tecnológicos, sociais e ecológicos; o tratamento transversal da temática CTS na abordagem disciplinar das áreas técnicas; e uma adequada transposição didática⁶ que permita a explicitação das imbricações sociotécnicas do conhecimento tecnocientífico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAZZO, W.; von LINSINGEN, I.; PEREIRA, L.T.V. (Eds.). *Introdução aos Estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)*. Madrid: OEI, 2003.

- CUTCLIFFE, S. *Ciencia, tecnología y sociedad: un campo interdisciplinar*. In: MEDINA, M.; 1990. SANMARTÍN, J. (Eds.). *Ciencia, Tecnología y Sociedad: Estudios Interdisciplinares en la Universidad, la Educación y en la Gestión Pública*. Barcelona: Anthropos, 1990.
- DAGNINO, R. *A Relação Pesquisa-Produção: em busca de um enfoque alternativo*. In: SANTOS, L. W.; ICHIKAWA, E. Y.; SENDIN, P. V.; CARGANO, D. F. (Org.). *Ciência, Tecnologia e Sociedade: o desafio da interação*. Londrina: IAPAR, 2002.
- DAGNINO, R. (Org.). *Amilcar Herrera: um intelectual latino-americano*. Campinas: Unicamp/IG/DDCT, 2000.
- ECHEVERRÍA, J. *Tecnociencia y sistemas de valores*. In: CEREZO, J. A. L.; RON, J. M. S. *Ciencia, tecnología, sociedad y cultura en el cambio de siglo*. Madrid: Biblioteca Nueva/OEI, 2001.
- GALIMBERTI, U. *Psiche e techne. L'uomo nell'età della técnica*. Roma: Feltrinelli, 1999.
- GONZÁLEZ GARCÍA, M. I.; CEREZO, J. A. L.; LUJÁN, J. L. *Ciencia, tecnología y sociedad. Una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madrid: Tecnos, 1996.
- IBARRA, A.; CEREZO, J. A. L. *Desafíos y tensiones actuales en ciencia, tecnología y sociedad*. Madrid: Biblioteca Nueva/OEI, 2001.
- MAYOR, F.; FORTI, A. *Ciência e poder*. Campinas: Papirus, 1998.
- MITCHAM, C. *La importancia de la filosofía para la ingeniería*. In: Cerezo, Luján e Palacios (Orgs.). *Filosofía de la tecnología*. Madrid: OEI, 2001.
- MITCHAM, C. *En busca de una nueva relación entre Ciencia, Tecnología y Sociedad*. In: MEDINA, M.; SANMARTÍN, J. (Orgs.). *Ciencia, Tecnología y Sociedad: Estudios Interdisciplinares en la Universidad, la Educación y en la Gestión Pública*. Barcelona: Anthropos, 1990.
- MITCHAM, C. *¿Qué es la Filosofía de la Tecnología?*. Barcelona: Anthropos, 1989.
- SNOW, C. P. *As duas culturas e uma segunda leitura*. São Paulo: Edusp, 1995.
- SOLOMON, J. *Teaching science, technology and society*. Buxingham: Open University Press, 1993.
- VESSURI, H. *De la transferencia a la creatividad. Los papeles culturales de la ciencia en los países subdesarrollados*. In: IBARRA, A.; CEREZO, J. A. L. *Desafíos y tensiones actuales en ciencia, tecnología y sociedad*. Madrid: Biblioteca Nueva/OEI, 2001.
- von LINSINGEN, I. *Engenharia, Tecnologia e Sociedade: Novas perspectivas para uma formação*. 2002. Tese - Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- von LINSINGEN, I. *A transposição didática e o ensino de engenharia*. In: COBENGE 99, 1999, Natal. Anais. Natal: UFRN, 1999, p. 677-684.
- VV.AA. *Ciencia, tecnología y sociedad ante la educación*. In: *Revista Iberoamericana de Educación*, n.18, 1998.
- YAGER, R. E. *The status of science-technology-society. Reforms around the world*. International Council of Associations for Science Education/Yearbook, 1992.

⁶ Esse assunto pode ser encontrado em von Linsingen, I. *A transposição didática e o ensino de engenharia*. Anais do COBENGE 99, Natal - RN, 1999, p.677-684.

DADOS BIOGRÁFICOS DO AUTOR**Irlan von Linsingen**

Engenheiro mecânico pela UFSC, mestre em Engenharia Mecânica (Ciências Térmicas, UFSC) e doutor em Educação em Ciências (CED/UFSC). Professor adjunto IV do Departamento de Engenharia Mecânica e do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da UFSC. Estruturou e por dez anos coordenou o Laboratório de Sistemas Hidráulicos e Pneumáticos (LASHIP/EMC). É coordenador do NEPET (Núcleo de Estudos e Pesquisas em Educação Tecnológica). Dedicou-se à compreensão dos processos de construção de conhecimento científico-tecnológico e estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade). Ministra disciplinas sobre Sistemas Hidráulicos e Pneumáticos para os cursos de graduação em Engenharia Mecânica e Engenharia de Produção Mecânica. É autor do livro "Fundamentos de Sistemas Hidráulicos" (EDUFSC, 2003, 2.ed), co-autor do livro "Educação tecnológica: enfoques para o ensino de engenharia" (EDUFSC, 2000) e co-editor do livro "Introdução aos estudos CTS" (OEL, 2003).

DIRETRIZES CURRICULARES E MUDANÇA DE FOCO NO CURSO DE ENGENHARIA

Danilo Pereira Pinto¹, Júlio César da Silva Portela² & Vanderli Fava de Oliveira³

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo apresentar uma reflexão sobre as mudanças que vêm ocorrendo nos cursos de graduação em engenharia a partir da entrada em vigor da atual Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional e das Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Com este intuito, discute-se a necessidade de alterações nesses cursos, não só visando atender a nova legislação mas, principalmente, a necessidade de se ter um entendimento sobre como realiza-las no curso de engenharia, de maneira a garantir uma real mudança de foco ao invés de simples adequações curriculares ou redução de carga horária.

Palavras-chave: Educação em Engenharia, Diretrizes Curriculares, Projeto Político Pedagógico

ABSTRACT

This paper aims at analysing the changes that have taken place in engineering degree courses since the enforcement of the Education National Law and the Curriculum National Guidelines for the engineering courses. With that in mind, the needs for changing the courses are discussed, not only to address the new law but also, and more important, the need for understanding the way of making these changes in order to achieve a new focus for the courses rather than simple curriculum amendments or time load reduction.

Key words: Engineering Education, Curriculum Guidelines, Political Pedagogical Project

INTRODUÇÃO

Os cursos de engenharia encontravam-se regulamentados pela resolução 48/76 de 27 de abril de 1976 do então CFE (Conselho Federal de Educação), revogada pela Lei 9.394 de 20 de dezembro de 1996 que estabeleceu as "Diretrizes e Bases da Educação Nacional" (LDB).

O Conselho Nacional de Educação (CNE) por meio do Parecer 776/97 e o Ministério da Educação (MEC) pelo Edital 04/97 organizaram a discussão das diretrizes curriculares, que envolveram a participação de uma grande quantidade de instituições de ensino, instituições profissionais e outras instituições interessadas no ensino de graduação. Finalmente em 25/02/2002 foi publicado no Diário Oficial da União, o Parecer CNE/CES 1.362/2001 que culminou com a publicação no Diário Oficial em 09/04/2002 da Resolução CNE/CES 11/2002 estabelecendo as "Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia".

Uma grande parte das contribuições apresentadas e discutidas nas várias edições do Congresso Brasileiro de

Ensino de Engenharia (COBENGE) e em outros congressos e encontros organizados para discutir a educação em engenharia, assim como, as contribuições encaminhadas por Instituições de Ensino Superior, foram incorporadas na CNE/CES 11/2002.

Diante destas mudanças, cabe aos cursos realizarem alterações para se adequarem a essa nova realidade. É neste contexto que este trabalho foi elaborado e tem como objetivo principal apresentar uma reflexão sobre estas mudanças que vêm ocorrendo nos cursos de graduação em engenharia, a partir da entrada em vigor da atual LDB e da CNE/CES 11/2002.

ASPECTOS QUE DIFERENCIAM A LEGISLAÇÃO ANTERIOR DA ATUAL

A CNE/CES 11/2002 traz em seu bojo a intenção de mudar a base filosófica do curso de engenharia, enfocando-o na competência e na busca de uma abordagem pedagógica "centrada no aluno com ênfase na síntese e na

¹ Professor D. Sc, Universidade Federal de Juiz de Fora, Departamento de Energia Elétrica - danilo.pinto@ufjf.edu.br

² Professor M. Sc, Universidade Federal de Juiz de Fora, Departamento de Estruturas - julio.portela@ufjf.edu.br

³ Professor D. Sc, Universidade Federal de Juiz de Fora, Departamento de Engenharia de Produção - vanderli@engprod.ufjf.br

transdisciplinaridade”. Prega ainda a “valorização do ser humano e preservação do meio ambiente, integração social e política do profissional, possibilidade de articulação direta com a pós-graduação e forte vinculação entre teoria e prática”, conforme consta do relatório final que culminou com a publicação da citada resolução. Estas questões, embora presentes nas disposições que vêm norteando os cursos de Engenharia nos últimos dois séculos, não têm sido resolvidas satisfatoriamente.

Em termos práticos, comparando a CNE/CES 11/2002 com a Resolução CFE 48/76, verifica-se que houve uma flexibilização na formatação dos cursos no que diz respeito à habilitação profissional, à duração dos cursos e ao entendimento do que seja conteúdo (conjunto de experiências de aprendizagem), entre outros, o que permite um amplo espectro de possibilidades, sem garantir que todos os aspectos referentes a esta flexibilização consigam atingir os objetivos enunciados na resolução em vigor.

Ao par disso, verifica-se, então, a necessidade de alterações nesses cursos, não só visando atender a nova legislação mas, principalmente, a necessidade de se ter um entendimento sobre como realiza-las no curso de engenharia, de maneira a garantir uma real mudança de foco ao invés de simples adequações curriculares ou redução de carga horária.

A CNE/CES 11/2002 trouxe avanços nos aspectos didático-pedagógicos, quando comparada com a resolução anterior (48/76 – CFE), na medida em que traça um perfil de egresso que prevê uma formação “crítica e reflexiva ... considerando seus aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais, com visão ética e humanística, em atendimento às demandas da sociedade”. Além disso, estabelece que “cada curso de engenharia deve possuir um projeto pedagógico que demonstre claramente como o conjunto das atividades previstas garantirá o perfil desejado de seu egresso e o desenvolvimento das competências e habilidades esperadas. Ênfase deve ser dada à necessidade de se reduzir o tempo em sala de aula, favorecendo o trabalho individual e em grupo dos estudantes”.

Quando um projeto pedagógico considera central o caráter significativo do saber para a época, para a sociedade, para a geração com que se interage, para o convívio de base também afetiva, é muito mais fácil instalar condições de produção intelectual coletiva porque os objetivos sociais da aprendizagem se fazem evidentes. A resolução estabelece ainda que “... diretrizes curriculares devem orientar e propiciar concepções curriculares ... que deverão ser acompanhadas e permanentemente avaliadas, a fim de permitir os ajustes que se fizerem necessários ao seu aperfeiçoamento” (Oliveira, 2002).

A Tabela 1 apresenta as principais características da legislação anterior (CFE 48/76) e da legislação vigente, principalmente a Resolução CNE/CES 11/2002.

A característica predominante da resolução 48/76 era impositiva, uma vez que “fixava os mínimos de conteúdo e de duração do curso de graduação em engenharia e definia suas áreas de habilitação”. Os cursos, para obterem o credenciamento, tinham que se adequar às normas da legislação, que muitas vezes atuava no sentido de inibir certas iniciativas ou engessando-as.

Em seu início, a LDB coloca que a educação deve ser “inspirada nos princípios de liberdade e nos ideais de solidariedade humana, tem por finalidade o pleno desenvolvimento do educando, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho”. Imediatamente apresenta vários princípios básicos para o ensino, como a “liberdade de aprender, ensinar, pesquisar e divulgar a cultura, o pensamento, a arte e o saber, o pluralismo de idéias e de concepções pedagógicas, a garantia de padrão de qualidade, a valorização da experiência extra-escolar, e a vinculação da educação escolar com o trabalho e as práticas sociais”. É interessante ressaltar que com esta apresentação a LDB apresenta a educação como uma prática social e, como tal, deve ser organizada.

Quanto às áreas, a Resolução 48/76 estabelecia 6 grandes áreas para a engenharia, a saber: engenharia civil; engenharia elétrica; engenharia mecânica; engenharia metalúrgica; engenharia de minas; engenharia química. A Resolução 48/76 permitia, também, habilitações específicas que foram reguladas pela Resolução CFE 50/76, de 9 de setembro de 1976, que admitia “ênfases estabelecidas pelas próprias instituições de ensino”. Na área da engenharia civil, por exemplo, eram definidas as seguintes habilitações específicas: engenharia civil; engenharia industrial civil; engenharia de produção civil; engenharia sanitária; engenharia cartográfica.

O pressuposto era que todas as modalidades de engenharia pudessem ser enquadradas como habilitações ou ênfases dessas grandes áreas. O que se verificou foi que isto dificultava o enquadramento de determinadas necessidades de formação profissional, principalmente a partir do surgimento de novas tecnologias e entrelaçamento com aquelas já existentes como, por exemplo, as relacionadas à informática, automação, meio ambiente, produção etc.

A CNE/CES 11/2002 não fixa áreas, modalidades ou habilitações de Engenharia, dando mais liberdade para as Instituições de Ensino Superior (IES) proporem novos cursos em consonância com as necessidades de formação profissional.

A Resolução 48/76 não definia o perfil desejado para o egresso. Fixando-se os conteúdos mínimos, supunha-se garantir a qualidade da formação e atingir o perfil de engenheiro que a sociedade da época desejava. A CNE/CES 11/2002 define, em seu Artigo 3º, como perfil dos egressos dos cursos de engenharia:

“O Curso de Graduação em Engenharia tem como perfil do formando egresso/profissional o engenheiro, com formação generalista, humanista, crítica e reflexiva, capacitado a absorver e desenvolver novas tecnologias, estimulando a sua atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problemas, considerando seus aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais, com visão ética e humanística, em atendimento às demandas da sociedade”.

Este perfil é tão aberto e abrangente que permite à IES, dentro de uma visão geral, definir o perfil dos seus egressos,

Tabela 1. Comparação entre as Resoluções CFE 48/76 e CNE/CES 11/2002

	CFE 48/76	CNE/CES 11/2002
Característica predominante	Impositiva.	Diretiva.
Áreas de engenharia	6 áreas.	Em aberto.
Habilitações	Estabelece várias.	Não menciona.
Perfil do egresso	Não estabelece.	Sólida formação técnico-científica e profissional geral, etc. Adquirir competências e habilidades.
Projeto de curso	A principal exigência era a Grade Curricular.	O projeto político pedagógico é uma exigência e deve deixar claro como as atividades acadêmicas levam à formação do perfil profissional delineado.
Currículo	Currículo Mínimo - Grade de disciplinas com pré-requisitos.	Fim do Currículo Mínimo - flexibilização curricular, nova concepção de currículo.
Estrutura Curricular	Parte comum – formação básica e formação geral. Parte diversificada – formação profissional geral e específica. Disciplinas exigidas por legislação específica.	Núcleo de conteúdos básicos(30%). Núcleo de conteúdos profissionalizantes (15%). Extensões e aprofundamentos dos conteúdos do núcleo profissionalizante (demais 55%).
Foco do currículo	Centrado no Conteúdo.	Habilidades e competências.
Projetos integradores	Não previa.	Prevê realização de trabalhos de integralização de conhecimentos, sendo obrigatório o Trabalho de Final de Curso.
Duração do curso	4 a 9 anos (média de 5 anos), com um mínimo de 3.600 horas de atividades.	Não estabelece.
Estágio	Obrigatório, com o mínimo de 30 horas.	Obrigatório, com o mínimo de 160 horas e supervisão sob responsabilidade da IES.
Metodologia de ensino/aprendizagem	Não menciona.	Prevê que o curso deve utilizar metodologias de ensino/aprendizagem, capazes de garantir o desenvolvimento de habilidades e competências.
Foco do processo de ensino/aprendizagem	Centrado no professor.	Centrado no aluno.
Avaliação	Não menciona	Determina que os cursos devem possuir métodos e critérios de avaliação do processo de ensino/aprendizagem e do próprio curso.
A Instituição de Ensino	Administração com foco em documentação e registro acadêmico. Órgão de referência para o aluno era o departamento.	Administração de caráter mais pedagógico prevendo avaliação, acompanhamento, inclusive psico-pedagógico. O principal órgão, pelas atribuições, é a coordenação do curso.
Papel do Aluno	Predominantemente passivo	Para atender as exigências da resolução, o papel do aluno deve ser predominantemente ativo.

atendendo as especificidades regionais, sem esquecer as características mínimas desejadas. Verifica-se, ainda, a preocupação com a formação do cidadão–engenheiro, incorporando aspectos humanísticos, sociais e ambientais na sua formação.

Esta preocupação com a formação do engenheiro está em consonância com o discutido no VIII Encontro de Educação em Engenharia (Carta de Juiz de Fora, 2002), no qual conceituou-se o Engenheiro como o intelectual capaz de exercer a engenharia com competência técnica e responsabilidade social e política. Para formar tais competências é necessário acrescentar a uma sólida formação técnica e científica aspectos críticos, criativos, éticos, filosóficos, epistemológicos e históricos para identificar e superar os desafios da utilização de forma racional, ética e responsável os recursos naturais e materiais gerenciando os talentos dos colaboradores para o bem-estar das pessoas e desenvolvimento da nação. Para que se consiga formar um profissional com tais características, devem ser dados meios aos alunos de engenharia para compreenderem e relacionarem fatos, dados, situações e opiniões que os localizem na sociedade e no mundo em que vivem. “Por um

lado é preciso formar o profissional para adaptá-lo ao mundo do trabalho e da tecnologia, provendo-o de elementos que lhe dêem competência técnica e eficiência, nos moldes do sistema de produção onde irá atuar. Por outro lado, urge investir no preparo de um ser humano ético, equilibrado, com visão social e humana, que seja capaz de julgar suas opções e de decidir sua forma de atuação ciente do seu significado no mundo do trabalho e da produção” (Cunha & Borges, 2001).

Os projetos dos Cursos, anteriores à atual LDB e à CNE/CES 11/2002, tinham um caráter predominantemente burocrático. Visando atender às exigências legais, procuravam descrever a subdivisão dos conteúdos em disciplinas e a vinculação dos conteúdos em cadeias de pré-requisitos. Estes documentos não tinham a característica de um projeto político-pedagógico.

A partir da CNE/CES 11/2002, o projeto político-pedagógico passou a ser uma exigência e deve demonstrar claramente que, com o conjunto de atividades acadêmicas propostas, garante-se o perfil do engenheiro nela delineado. Para isto, precisa-se definir novas metodologias de ensino/aprendizagem, especificar novos métodos de avaliação e implementar atividades integradoras.

O projeto político-pedagógico de um curso deve ser desenvolvido a partir da definição do perfil do egresso que se pretende. Os conteúdos essenciais para a formação, as metodologias que serão utilizadas, os meios necessários para o desenvolvimento das competências e habilidades e os processos de avaliação discente, docente e institucional devem estar estabelecidos. Além disso, tem-se que prever como será a atenção aos alunos, a administração pedagógica do curso, as relações internas e externas e a capacitação docente.

A nova legislação assegura ao ensino superior maior flexibilidade na organização curricular dos cursos, pela extinção da figura formal do currículo mínimo estabelecido na Resolução 48/76, e pela valorização das atividades fora da sala de aula.

Na Resolução 48/76, o currículo é apenas um conjunto de matérias, que foram divididas em disciplinas encadeadas através de pré-requisitos. Nesta condição, muitas vezes pode-se considerar estes currículos como "colchas de retalhos sem costuras", pois ao final de todo o processo de formação não se conseguia verificar uma unidade. Além disso, não se levavam em conta outras experiências ou competências adquiridas.

A CNE/CES 11/2002 apresenta uma nova característica para a organização curricular, na qual se procura desenvolver uma visão integradora, ao invés de fragmentada, dando ênfase às idéias e à criatividade, ao invés da memorização.

O currículo mínimo estabelecia que os cursos de engenharia teriam uma parte comum do currículo, compreendendo matérias de formação básica e de formação geral e uma parte diversificada, compreendendo matérias de formação profissional geral e matérias de formação profissional específica (Oliveira, 2001).

Quanto aos conteúdos curriculares, a CNE/CES 11/2002 define um núcleo de conteúdo básico (cerca de 30% da carga horária mínima), um núcleo de conteúdos profissionalizantes (aproximadamente 15% da carga horária mínima) e um núcleo de conteúdos específicos, que deve caracterizar a respectiva modalidade, de livre escolha por parte das IES. Além disso, torna clara a necessidade de flexibilização curricular, ao estimular a participação dos alunos em atividades complementares, tais como trabalhos de iniciação científica, projetos multidisciplinares, visitas técnicas, trabalhos em equipe, desenvolvimento de protótipos, monitorias, participação em empresas juniores e outras atividades empreendedoras, participação em programas acadêmicos (PET, PIBIC, EXTENSÃO), participação em atividades científicas, culturais, políticas e sociais. São previstas atividades obrigatórias de síntese e integração, as quais procuram integrar o saber acadêmico à prática profissional, incentivando o reconhecimento de competências e habilidades. Além disso, estabelece como obrigatórios o Estágio Supervisionado (carga horária mínima de 160 horas) e o Trabalho de Fim de Curso (TFC).

Quanto à duração dos cursos, a Resolução 48/76 estabelecia, em seu artigo 13, que os currículos plenos dos cursos de engenharia deveriam ser desenvolvidos no tempo

útil de 3.600 horas de atividades didáticas, integralizados em tempo total variável de 4 a 9 anos letivos, com tempo médio de 5 anos. Entendia-se que as horas de atividades didáticas eram horas em sala de aula e laboratório. A nova legislação não se refere ao tempo mínimo de integralização curricular, assim como não define a carga horária mínima. Estes pontos eram considerados como fundamentais para a organização dos cursos.

A legislação anterior estabelecia que, dentro da carga horária prevista, deveriam ser incluídas "... 30 horas destinadas à realização de estágios supervisionados, de curta duração ...". Desta forma, tornava-se obrigatória à realização de estágio supervisionado. Os cursos normalmente estabeleciam equivalência deste estágio com outras atividades, como de pesquisa (iniciação científica) e de extensão, estágios em laboratórios, entre outras. A CNE/CES 11/2002 amplia a carga horária total de estágio para 160 horas e reforça a obrigatoriedade de um acompanhamento por parte das IES.

O que ainda hoje está vigente na grande maioria dos cursos de graduação em Engenharia é uma metodologia de ensino baseada na transmissão do conhecimento, na qual o aluno é passivo. A LDB e a CNE/CES 11/2002 vêm mudar essa concepção, quando muda o foco para que o processo de ensino/aprendizagem seja centrado no aluno, o qual deverá passar a ter um papel fundamental no seu processo de formação. Espera-se que ele tenha um papel ativo no processo de aprendizagem, chegando até a definir seu programa de estudos.

Para Abud e Camargo (Abud & Camargo, 2000), referenciando De Corte (De Corte, 1996), "... a característica mais importante da aprendizagem eficiente é que o aluno constrói ativamente seus conhecimentos e suas habilidades. Ressalta-se com isso a importância da mobilização do seu processo de elaboração pessoal".

A CNE/CES 11/2002, quando trata da avaliação, acrescenta a exigência de acompanhamento e permanente avaliação das concepções curriculares dos cursos de engenharia. Quanto à avaliação dos alunos, deverá ser realizada com base nas habilidades, competências e conteúdos curriculares desenvolvidos. Além disso, dá liberdade à IES para utilizar metodologias e critérios para acompanhamento e avaliação do processo ensino-aprendizagem e do próprio curso, em consonância com o sistema de avaliação e a dinâmica curricular definidos pela própria IES. Introduce-se, portanto, uma novidade e uma exigência em relação à avaliação dos alunos e dos cursos.

Em relação ao gerenciamento dos cursos, a LDB e a CNE/CES 11/2002 provocaram uma verdadeira revolução. Anteriormente se tinha uma administração puramente burocrática, com foco em documentação e registro acadêmico, ficando os departamentos responsáveis por alocar professores para as disciplinas, oferecer determinado número de vagas e predefinir as disciplinas ofertadas em cada período, face à disponibilidade de professores; agora se tem uma administração pedagógica dos cursos. Com isto, mudam-se as correlações de forças nos departamentos, coordenações e colegiados de cursos, eliminando-se corporativismos e mais

uma vez deslocando o foco do professor para o aluno ou curso. Além do trabalho burocrático, tem-se que continuamente trabalhar as questões pedagógicas, avaliação, capacitação docente etc.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

É importante observar que a profissão de Engenheiro tem sido assegurada “aos que possuam, devidamente registrado, diploma de faculdade ou escola superior de engenharia oficiais ou reconhecidas, existentes no País”, registro este que ocorre junto ao sistema CONFEA/CREAs. No Brasil, as exigências são distintas das condições para registro profissional em outros países, como Estados Unidos e Inglaterra, onde, concluído o curso de Engenharia, os egressos devem ser aprovados em exames complementares para, assim, estarem habilitados para o exercício profissional, ou em Portugal, onde se verifica a acreditação dos cursos para que seja concedido o registro profissional de seus egressos. No Brasil, bastava possuir o diploma de engenheiro para estar habilitado a requerer registro profissional junto ao sistema CONFEA/CREAs.

Ao cumprir o rol de conteúdos, o aluno estava apto a desenvolver um conjunto de atividades previamente descritas. O foco era o conteúdo. Com o fim do currículo mínimo, que era uma referência e procurava balizar e dar uniformidade aos currículos dos cursos, o papel dos órgãos de regulamentação profissional terá que ser revisto. De acordo com a nova legislação, os cursos apenas qualificam os estudantes, cabendo a estes órgãos a habilitação profissional. Em função disso, verifica-se uma grande discussão sobre como será conferida a habilitação profissional, para a qual têm-se discutido propostas, que vão desde a aplicação de exames após a conclusão dos cursos até sistemas de acreditação de cursos, a exemplo do que ocorre em outros países. Enquanto isso, os projetos políticos pedagógicos a serem desenvolvidos pelos cursos de graduação em engenharia, para atender a legislação atual, apesar da desvinculação da formação com o exercício profissional, não podem deixar de observar a legislação que ainda está em vigor, para que seus egressos possam efetivamente atuar como engenheiros.

Uma outra discussão em tela é o tempo mínimo para a integralização dos cursos. A falta de uma definição clara levou a uma tendência de redução desse tempo, o que se tem mostrado bastante controverso.

Um fator que deve pesar para não se abreviar o tempo para a qualificação profissional é o acelerado desenvolvimento tecnológico que disponibiliza cada vez mais conhecimentos na área de engenharia, além do aumento da expectativa de vida das pessoas, que permite pensar em prolongar o tempo de educação formal, e não em encurtá-lo, tornando, ainda, a formação mais ampla e diversificada. Além disso, uma diminuição no tempo mínimo de integralização e na carga horária total certamente implicará na diminuição dos objetivos dos cursos de engenharia, contrariando, portanto, tudo o que foi colocado na CNE/CES 11/2002, e conduzindo a uma especialização precoce, imediatista e tecnicista (Pinto et al, 2003).

Com a nova legislação, todos os processos de avaliação terão que ser repensados. A avaliação dos cursos, baseada nos egressos (Provão), e avaliação das condições de ensino não poderão mais ser realizadas apenas por organismos externos às instituições, pois recaem no erro de serem pontuais, não motivando às mudanças necessárias, apesar de, num primeiro momento, terem influído significativamente em alguns cursos. As avaliações das atividades acadêmicas terão que se adequar para aferir competências e habilidades, avaliando inclusive a capacidade criativa dos alunos e não mais ficar centrado em conteúdos, verificando a memorização de conceitos. Sobre isso, já esta publicada a Lei 10.861 de 14/04/2004 (DOU de 15/04/04), proposta pelo MEC, que institui o SINAES (Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior) e que traz no seu bojo a tentativa de unificar todos os atuais sistemas de avaliação, o Institucional, o de Condições de Ensino, o Provão e o Senso da Educação Superior.

Em suma, o Projeto Político-Pedagógico deverá prever métodos de avaliação que deverão ser amplos, contínuos, integrados e participativos. Por meio destes, o aluno, o professor e os dirigentes do curso e da instituição, deverão repensar suas práticas, de modo a construir um conjunto de ações renovadoras.

Com a nova visão de curso, de currículo, de formação do engenheiro e de perfil profissional, alteram-se as atribuições dos coordenadores e dos colegiados dos cursos que passam a assumir maiores responsabilidades, dentre elas:

- administração e controle acadêmico;
- atenção aos discentes (apoio pedagógico, mecanismo de nivelamento, atividades extracurriculares, bolsas em geral etc.);
- organização curricular;
- inter-relação das atividades acadêmicas com a concepção do currículo em execução;
- adequação e atualização dos programas dos cursos;
- sistema de avaliação;
- atividades acadêmicas articuladas com o ensino de graduação (estágio, trabalho de fim de curso, iniciação científica etc.).

Tendo-se em vista a avaliação das condições de ensino que é realizada pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (INEP) do Ministério da Educação (MEC), o coordenador acaba assumindo cotas de responsabilidade no que diz respeito ao corpo docente, a adequação dos professores aos diversos conteúdos e atividades do curso e, também, às instalações físicas, equipamentos, laboratórios e serviços em geral.

Especificamente quanto ao corpo docente, verifica-se que a mudança na legislação indica que o professor deve dominar conhecimentos referentes a métodos de ensino/aprendizagem.

“Ao professor de engenharia não basta mais dominar o conhecimento científico e técnico dos conteúdos, ou o funcionamento dos meios disponíveis para ‘ministrar’ esses conteúdos. Faz-se necessário que o docente conheça e aplique métodos e técnicas de ensino/aprendizagem estruturados e

consistentes que pressuponham a apropriação do conhecimento, sem o que não conseguirá contribuir para a formação de profissionais em condições de atualizar-se continuamente e de atender às demandas da sociedade” (Pinto et al, 2002).

“Algum projeto de pesquisa coletivo precisa ser formulado para que todos cheguemos a perceber que o conhecimento escolar é um artefato social e histórico, sujeito a mudanças e flutuações, podendo, entretanto, influenciar ou determinar pelo consenso facilitado nossas práticas e nossa concepção de ensino/aprendizagem” (Silveira, 2001).

Com a legislação anterior, um curso novo podia ser criado copiando-se o currículo de outro. A exigência era que fossem cumpridos o currículo mínimo, a carga horária mínima e os conteúdos mínimos. Com a nova legislação, isto não basta. Devido à exigência de metodologias de ensino/aprendizagem, métodos e critérios de avaliação, atividades extracurriculares, atividades integralizadoras e inserção das características regionais, o projeto político-pedagógico assume características próprias em cada instituição, não podendo ser simplesmente copiado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- OLIVEIRA, Vanderlí F. Teoria e Prática: Contextualização do Conhecimento, texto para Oficina de Meios Educativos, Juiz de Fora, Minas Gerais, 2002.
- CARTA DE JUIZ DE FORA. In: Anais do VIII Encontro de Educação para Engenharia. Juiz de Fora, Minas Gerais, 2002, www.educeng.ufjf.br.

DADOS BIOGRÁFICOS DOS AUTORES



Danilo Pereira Pinto

Engenheiro Eletricista pela Universidade Santa Úrsula (1984). Mestre (1988) e Doutor (1995) em Engenharia Elétrica pela COPPE/UFRJ. Professor do Departamento de Energia da Faculdade de Engenharia Elétrica da UFJF desde 1987. Foi coordenador do curso de Engenharia Elétrica (1996-1997), vice-diretor do Sistema de Bibliotecas da UFJF (1997-1998), membro da comissão de implantação (1997-1998) e do Colegiado do Curso de Mestrado em Engenharia Elétrica da UFJF (1998 a 2000), membro da Comissão de Racionalização de Energia e Avaliação dos Impactos da Crise Energética da UFJF (2001), assessor da Pró-reitoria de Graduação em Projetos de Implantação e Consolidação de Ações de Modernização e Aperfeiçoamento das Atividades Acadêmicas Relativas ao Ensino de Graduação, Educação Básica e Profissional (2001-2002), membro da comissão organizadora dos encontros de educação para engenharia promovidos pela UFJF, UFF e UFRJ. Atualmente é o coordenador do LEENER - Laboratório de Eficiência Energética da UFJF e membro do colegiado do curso de mestrado em engenharia elétrica da UFJF. Áreas de interesse: educação para engenharia, análise e controle dos sistemas elétricos de potência e eficiência energética.

CUNHA, Flávio M. & BORGES, Mário Neto. Currículo para Cursos de Engenharia: o Texto e o Contexto de sua Construção. Revista de Ensino de Engenharia. São Paulo, ABENGE, vol. 20 no 2, dezembro de 2001.

OLIVEIRA, Vanderlí F. A importância do Projeto no processo de ensino/aprendizagem. In: NAVEIRO, Ricardo M.; OLIVEIRA, Vanderlí F. (Org.). O Projeto de Engenharia, Arquitetura e Desenho Industrial: conceitos, reflexões, aplicações e formação profissional. Juiz de Fora, 2001, p.141-176.

ABUD, M. J. M. e CAMARGO, J. R. , O projeto Pedagógico e a ação docente, Anais do XXVIII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, Ouro Preto, Minas Gerais, 2000.

DE CORTE, E. New Perspectives on Learning and Teaching in Higher Education. In Burgen, A. (ed). Goals and purposes of higher education in 21st century. Higher Education Policy serie 32, Academia Europeia, London, J. Kingsley, Publ. 1996.

PINTO, Danilo P. DUQUE, Carlos, A. PORTELA, Julio C. S. & OLIVEIRA, Vanderlí, As discussões sobre o projeto político pedagógico na Faculdade de Engenharia da UFJF, ENGEVISTA, Ed UFF, V 5, N 9, Nov/2003

PINTO, Danilo P. PORTELA, Julio C. S. OLIVEIRA, Vanderlí F. SILVEIRA, M. H. Reflexões Sobre a Prática Docente no Ensino de Engenharia. In: Anais do XXX Congresso Nacional de Ensino de Engenharia, Abenge, Piracicaba, São Paulo, 2002.

SILVEIRA, Maria Helena. Oficina Currículo e Prática Docente, In: Anais do VII ENCONTRO DE EDUCAÇÃO PARA ENGENHARIA Petrópolis e Iguaçu, RJ, 2001.



Júlio César da Silva Portela

Engenheiro Civil pela Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF (1977). Mestre em Estruturas pela COPPE/UFRJ (1991). Professor do Departamento de Estruturas da Faculdade de Engenharia da UFJF desde agosto de 1978. Foi Diretor da Faculdade de Engenharia de 1994 a 1996, diretor do Centro de Sistemas de Tecnologia de Informação da UFJF (CSTI) de 1997 a 2000. Membro da comissão organizadora dos encontros de educação para engenharia promovidos pela UFJF, UFF e UFRJ. É o atual coordenador do curso de engenharia civil. Áreas de interesse: ensino de engenharia, análise estrutural e avaliação.

**Vanderlí Fava de Oliveira**

Engenheiro Civil pela Universidade Federal de Juiz de Fora (1979), Mestre Engenharia de Produção (1993) e Doutor (2000) em Engenharia de Produção pela COPPE/UF RJ, Professor do Departamento de Engenharia de Produção da UFJF. Coordenador do Curso de

Engenharia de Produção desde 2000, Coordenador do Núcleo de Pesquisa e Pós-Graduação em Engenharia de Produção (N3P) desde 1993 e Membro de Comitê Assessor ao Conselho de Pós-Graduação e Pesquisa da UFJF. Co-orientador de teses de mestrado e doutorado do Programa de Engenharia de Produção da COPEE/UF RJ desde 2001. Membro da Comissão de Graduação da Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO) desde 2001. Membro do corpo de Avaliadores das Condições de Ensino de Graduação de Engenharia de Produção do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas (INEP/MEC) desde 2002. Presidente da Associação Brasileira de Expressão Gráfica (ABEG) de 2000 a 2003.

Áreas de interesse: Educação em Engenharia - Metodologias de ensino/aprendizagem e novos meios educacionais. Engenharia de Produção - Gerência, planejamento e metodologias de desenvolvimento de projeto de produtos e de sistemas de produção.

UMA EXPERIÊNCIA DIDÁTICA COM BASE NO EMPREGO DE FERRAMENTAS GRÁFICAS PARA O DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS DE ENGENHARIA

José Guilherme Santos da Silva¹, Alex da Rocha Mattos², Gustavo Severo Trigueiro³

RESUMO

A utilização de ferramentas gráficas por parte dos alunos de graduação é de grande importância para uma seqüência eficiente no desenvolvimento das diversas etapas envolvidas em projetos de engenharia. As etapas de um projeto nas quais a visualização se faz indispensável tendem a ser otimizadas de forma significativa com o emprego de programas gráficos. Assim sendo, o projetista tem uma visualização prévia de possíveis soluções de projeto antes mesmo de sua execução, podendo modificar as mesmas de acordo com necessidades específicas, diminuindo, assim, o custo final. No desenvolvimento deste trabalho, objetiva-se apresentar uma experiência didática adquirida na Faculdade de Engenharia da UERJ, no que tange ao emprego do 3D Studio Max. São apresentados exemplos de modelagem e visualização gráfica de problemas correntes na engenharia que mostram a importância da utilização do 3D Studio Max, como uma ferramenta gráfica aplicada ao desenvolvimento de projetos de engenharia.

Palavras-chave: Ensino de engenharia, Ferramentas gráficas, Projetos de engenharia

ABSTRACT

The use of computational graphic tools for the undergraduate students is very important for an efficient sequence in the development of several design stages involved in an engineering project. The design stages in which the visualization becomes indispensable tend to be optimised when graphic tools are utilized. This way, the designer has a previous visualization of possible design solutions before of its execution, modifying them in agreement with specific needs, decreasing the final cost. The main purpose of this paper is to present a didactic experience acquired in the engineering courses of the Faculty of Engineering of UERJ, associated to the 3D Studio Max use. Practical examples are presented in order to emphasize the importance of the 3D Studio Max as a computational graphic tool applied in the development of engineering projects.

Keywords: Engineering education, Computational graphic tools, Engineering design

INTRODUÇÃO

A visualização gráfica é de fundamental importância para os profissionais atuantes nas diversas áreas da engenharia. As etapas necessárias para a execução de um projeto de engenharia (arquitetônico, estrutural, hidráulico, elétrico, mecânico, etc.), são otimizadas no que tange ao tempo de execução das mesmas, quando do emprego corrente de softwares gráficos (Vellasco et al, 1999; Silva et al, 2000).

A partir do avanço das linhas de pesquisa relacionadas à computação gráfica, tornou-se cada vez mais freqüente a utilização de ferramentas gráficas aplicadas à modelagem e visualização de problemas de engenharia.

Dentro desse contexto, podem ser identificados três períodos distintos. Inicialmente, nos modelos computacionais, os objetos eram representados por linhas (*wire frames*). Em seguida, foram incluídas nesses modelos as superfícies ocultas (*hidden surfaces*), as quais são de grande importância para uma melhor visualização dos objetos. Na seqüência, com

¹ Professor Adjunto/Procientista, D.Sc., Universidade do Estado do Rio de Janeiro, UERJ, Faculdade de Engenharia, FEN, Departamento de Engenharia Mecânica, MECAN, Rua São Francisco Xavier, Nº 524, Bloco A, Sala 5016-A, CEP: 20559-900, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. E-mail: jgss@uerj.br

² Aluno de Graduação, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, UERJ, Faculdade de Engenharia, FEN, Departamento de Engenharia Elétrica, Rua São Francisco Xavier, Nº 524, Bloco A, Sala 5016-A, CEP: 20559-900, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. E-mail: amattos@labbas.eng.uerj.br

³ Aluno de Graduação, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, UERJ, Faculdade de Engenharia, FEN, Departamento de Engenharia Mecânica, Rua São Francisco Xavier, Nº 524, Bloco A, Sala 5016-A, CEP: 20559-900, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. E-mail: gustavo@labbas.eng.uerj.br

o desenvolvimento dessa linha de pesquisa e a partir da implementação das superfícies e de luzes nos modelos, as imagens produzidas pelos programas gráficos se tornaram cada vez mais realistas (Barata e Santos, 1998, Bousquet, 1998 e Malheiros, 1999).

Atualmente, um dos programas mais utilizados para a modelagem e visualização gráfica tridimensional é o 3D Studio Max. Pretende-se com o desenvolvimento deste trabalho dar uma contribuição acerca da capacidade do software em questão, destacando inúmeras aplicações do mesmo no desenvolvimento das diversas etapas envolvidas em projetos de engenharia.

O 3D Studio Max consiste em um software gráfico desenvolvido para a modelagem de imagens e animações em três dimensões de uma forma bastante realística. Tal software é largamente empregado nas áreas artísticas de produção associadas a "realidade virtual", sendo aplicado por inúmeras empresas de design gráfico para a realização de comerciais, filmes, jogos de computador e vídeo games. O programa é aplicado, também, em áreas técnicas, principalmente, no que se refere ao desenvolvimento de projetos de engenharia, onde reside a principal motivação para o desenvolvimento desse trabalho (Clayton e Fulton, 1997; Miller et al, 1997; Peterson e Minton, 1997).

METODOLOGIA PARA A MELHORIA DO PROCESSO DE ENSINO E APREDIZADO

O curso de 3D Studio Max ministrado regularmente no Laboratório de Computação do Ciclo Básico, LabBas, da Faculdade de Engenharia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, FEN/UERJ, apresenta um papel fundamental no que tange ao emprego corrente de programas computacionais gráficos em disciplinas dos cursos de graduação e de pós-graduação da Faculdade de Engenharia.

Considerando-se um leque de disciplinas bastante distintas, pertencentes ao currículo regular dos cursos de graduação da FEN/UERJ, as quais devem se inserir, necessariamente, em um contexto atual, referente à utilização da computação gráfica podem ser citadas as seguintes: Arquitetura I, Arquitetura II, Desenho de Máquinas, Desenho Básico, Desenho Técnico e Projetos Integrados na Engenharia Civil, ressaltando que esta última pertence ao quadro de disciplinas oferecidas pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, em nível de Mestrado.

O 3D Studio Max é utilizado nas disciplinas de graduação e de pós-graduação, citadas anteriormente, como um aplicativo gráfico, facilitando o entendimento, a visualização e, bem como, a integração de inúmeros aspectos relevantes associados à prática corrente de projeto, por parte dos alunos.

Respaldo por essa experiência didática, pode-se afirmar que o emprego desse tipo de ferramenta computacional, com base em interfaces gráficas bastante amigáveis, faz com que os alunos se sintam mais motivados para estudar e discutir conceitos e assuntos referentes às disciplinas de graduação, o que torna o aprendizado mais dinâmico, interativo e eficiente.

A metodologia de ensino desenvolvida, para aplicação nos cursos de 3D Studio Max da FEN/UERJ, objetivando atender, principalmente, aos alunos de graduação foi elaborada com o intuito de apresentar as ferramentas do programa de forma bastante prática e com base em exemplos de aplicação reais, inerentes à vida acadêmica dos alunos de graduação. Basicamente, o curso de 3D Studio Max é dividido em três etapas, as quais são descritas na seqüência do texto.

Modelagem

Inicialmente, são apresentados para os alunos de graduação conceitos associados à modelagem de objetos. Nesta parte do curso os seguintes tipos de objeto são estudados em detalhe: primitivas 3D, formas (*shapes*), objetos modelados por formas (*lofts*) ou por operações booleanas (subtração, interseção e união). A estes objetos podem ser aplicados um grande número de modificadores de formas, tais como: dobrar, torcer, ondular, esticar, etc. Também são estudados os modificadores poligonais para alteração de vértices, arestas, faces e malhas.

Materiais, Luzes e Câmeras

Na seqüência do curso de 3D Studio Max, são introduzidos conceitos referentes à aplicação de materiais, luzes e câmeras, sem os quais não é possível se atingir um modelo realístico na computação gráfica.

O editor de materiais do 3D Studio Max permite a criação de qualquer tipo de material e a sua atribuição a objetos ou partes de objetos. No que tange à iluminação e câmeras, o curso apresenta ao aluno uma grande variedade de tipos de iluminação tais como: luz ambiente, pontos de luz (*omni*), focos de luz, com ou sem alvo, luzes distantes, com ou sem alvo, etc. Essas técnicas são de grande importância para dar mais realismo ao modelo final.

Animação

Finalmente, o aluno de graduação tem contato com a animação, uma das maiores potencialidades do 3D Studio Max.

Praticamente, todos os parâmetros do 3D Studio Max podem ser animados. A visualização de linhas de tempo (*time lines*), permite um correto controle do tempo e velocidade da animação desejada.

Na parte final do curso, de forma a despertar, ainda mais, o interesse dos alunos, estes tem contato com efeitos de animação do tipo fumaça, nevoeiro, sombras volumétricas, combustão e, também, com a pós-produção, permitindo a criação de animações nos formatos FLC ou AVI.

Finalmente, a partir da metodologia de ensino desenvolvida, pode-se destacar que os alunos de graduação tem sido estimulados a aplicação efetiva do 3D Studio Max, na confecção dos trabalhos acadêmicos, relatórios técnicos relativos a disciplinas do currículo regular da Faculdade de Engenharia, FEN/UERJ, e, bem como, a confecção de projetos nas mais diversas áreas da engenharia.

EXPERIÊNCIA DIDÁTICA NA FACULDADE DE ENGENHARIA

O Laboratório de Computação do Ciclo Básico da Faculdade de Engenharia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, LabBas/FEN/UERJ, vem oferecendo cursos computacionais gratuitos para os alunos de graduação desta Unidade desde o ano de 1999. Um dos cursos que vem sendo ministrado regularmente neste Laboratório, considerado pelos próprios alunos de graduação como sendo de grande importância para suas atividades acadêmicas, está associado ao emprego do 3D Studio Max.

No presente momento, o Laboratório de Computação do Ciclo Básico contabiliza um total de cerca de 250 alunos, pertencentes as mais diversas áreas da engenharia (civil, mecânica, elétrica, cartográfica, etc), com formação básica adquirida no emprego do 3D Studio Max para a modelagem e visualização de problemas de engenharia.

Na seqüência, apresenta-se na Fig. 1 um quadro demonstrativo referente ao número de alunos de graduação em engenharia formados pelo Laboratório de Computação do Ciclo Básico da FEN/UERJ, acerca do emprego do 3D Studio Max no desenvolvimento de suas atividades acadêmicas regulares.

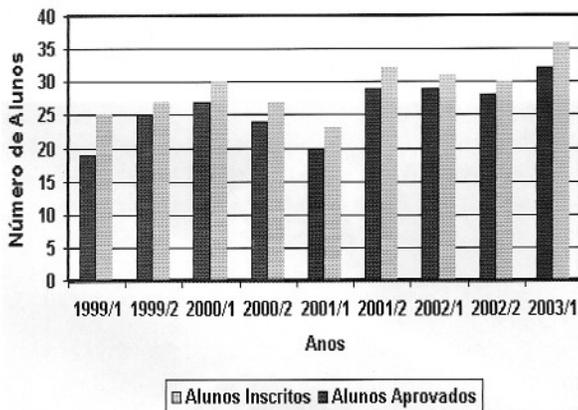


Figura 1. Número de alunos inscritos e aprovados nos cursos de 3D Studio Max, oferecido pelo LabBas/FEN/UERJ, referentes ao período 1999/1 até 2003/1

O emprego do 3D Studio Max vem sendo difundido e aplicado no ensino de disciplinas da graduação da Faculdade de Engenharia da UERJ. Considerando-se essa experiência didática, como mostrado na Fig. 1, tem sido verificado, claramente, que a utilização desse aplicativo gráfico em conjunto com disciplinas específicas inerentes a inúmeras áreas da engenharia, principalmente aquelas associadas a projetos, não só motiva e estimula os alunos de graduação, como também facilita a visualização e compreensão por parte dos mesmos com respeito a inúmeros aspectos relevantes associados à elaboração, confecção e desenvolvimento de projetos de engenharia.

EXEMPLOS DE APLICAÇÃO

Com o desenvolvimento deste trabalho de pesquisa, pretende-se apresentar exemplos bastante claros acerca da importância inquestionável do aplicativo 3D Studio Max, na modelagem gráfica aplicada a projetos de engenharia.

Inicialmente, os três primeiros exemplos estão associados mais diretamente a projetos de engenharia mecânica, consistindo na modelagem de uma suspensão automotiva do tipo *MacPherson*, de um diferencial automotivo e de uma válvula do tipo solenóide. Na seqüência do trabalho, serão apresentados, também, exemplos referentes à modelagem de problemas típicos do engenheiro civil, tais como o projeto arquitetônico de uma edificação popular. Finalmente, apresenta-se, ainda, um exemplo mais específico correspondente à engenharia aeronáutica, associado à modelagem de uma turbina do tipo *luftstrahltriebwerk*.

Deve-se ressaltar que a visualização final dos modelos em questão, após a aplicação dos materiais, encontra-se prejudicada devido à apresentação das figuras em preto e branco.

Engenharia Mecânica

Serão considerados, agora, exemplos automotivos aplicados especificamente a projetos de engenharia mecânica.

A suspensão automotiva do tipo *MacPherson*, Fig. 2, é amplamente utilizada nas rodas dianteiras dos veículos. Esse sistema de suspensão apresenta um braço simples com um tirante em diagonal, o qual por sua vez é acoplado a uma mola helicoidal contendo um amortecedor hidráulico que absorve os choques do pavimento.

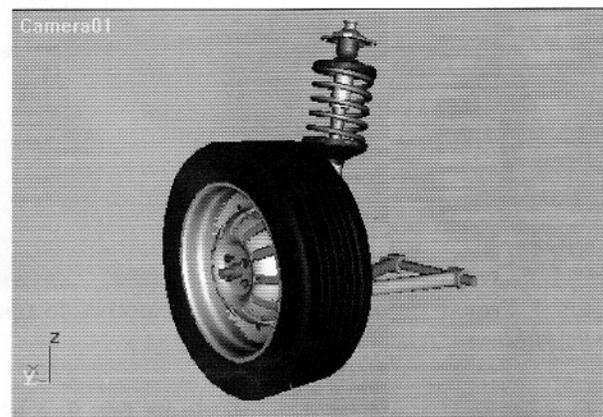


Figura 2. Suspensão automotiva *MacPherson*

A suspensão foi modelada, inicialmente, no 3D Studio Max com base nos comandos de criação e de modificação, tais como os comandos "loft", "boolean" e "lathe". Na seqüência, foram aplicadas luzes e câmeras para a melhor visualização da suspensão, como mostrado na Fig. 2.

Finalmente, foram colocados os materiais referentes à suspensão, objetivando dar mais realismo ao projeto mecânico, como apresentado na Fig. 3. Foi desenvolvida, também, uma animação da suspensão automotiva

MacPherson objetivando um estudo mais adequado e, ainda, possibilitando uma melhor compreensão de seu mecanismo de funcionamento.

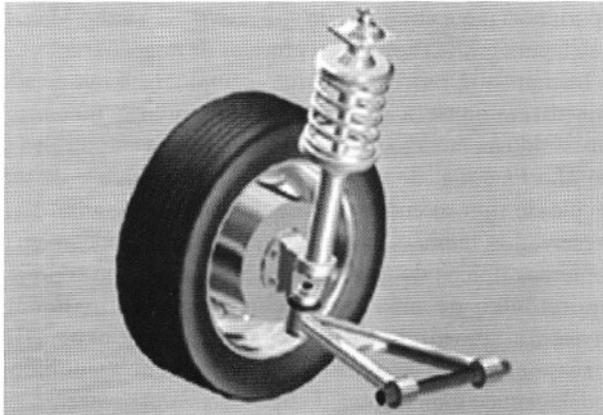


Figura 3. Aplicação de materiais na suspensão automotiva *MacPherson*

A Fig. 4 apresenta o projeto completo da suspensão automotiva *MacPherson* com base em vistas: superior, frontal, lateral esquerda e em perspectiva. Pode-se observar na Fig. 4, que a suspensão se encontra, ainda, em uma fase de visualização do processo de modelagem.

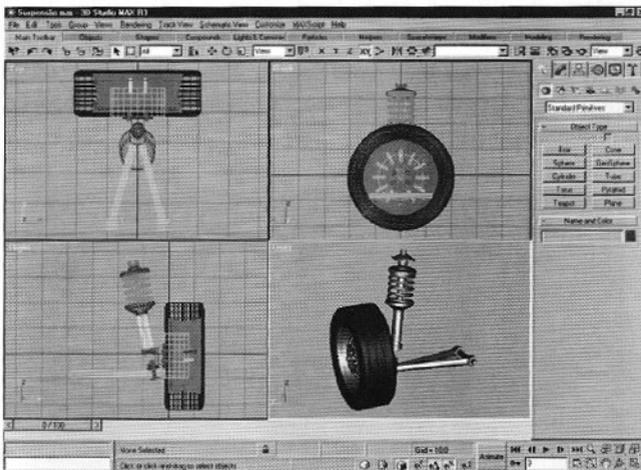


Figura 4. Projeto de uma suspensão automotiva do tipo *MacPherson*

O diferencial automotivo, mostrado na Fig. 5, é um componente mecânico de grande relevância no contexto do projeto global de um veículo. Quando uma viatura descreve uma trajetória curvilínea, os pneus internos percorrem uma trajetória menor do que aquela percorrida pelos pneus externos. Se ambas as rodas motrizes estivessem rigidamente fixas a um único eixo acionado pela roda da coroa do veículo, ambas teriam necessariamente que girar com a mesma velocidade, o que levaria a derrapagem dos pneus que percorrem o menor trajeto.

Com o objetivo de evitar este problema, o eixo do veículo apresenta-se dividido em dois semi-eixos. Cada um dos

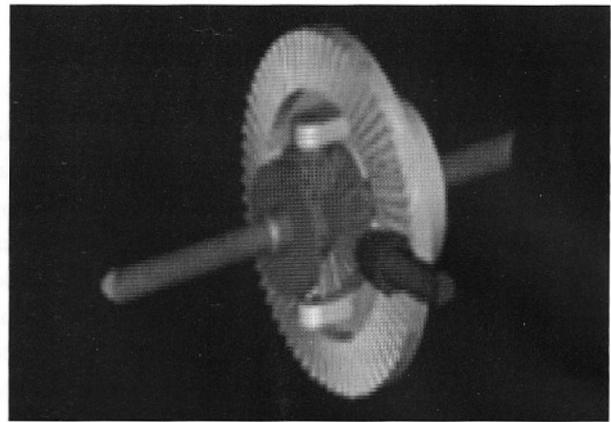


Figura 5. Diferencial automotivo

referidos semi-eixos é movido independentemente pelo diferencial automotivo, de modo que no instante em que o pneu interno diminui a sua velocidade, o pneu externo acelere, girando a roda da coroa com a velocidade média das rodas do carro.

No presente trabalho, o diferencial automotivo foi modelado, também, com base nos comandos de criação e modificação do 3D Studio Max. Após o término da modelagem do componente mecânico em questão, foram aplicadas luzes e câmeras para uma visualização gráfica mais realista do mecanismo, como mostra a Fig. 5.

Em seguida, foram aplicados os materiais associados ao diferencial, de forma a gerar um componente mecânico com mais realismo para o projetista, como apresentado na Fig. 6.

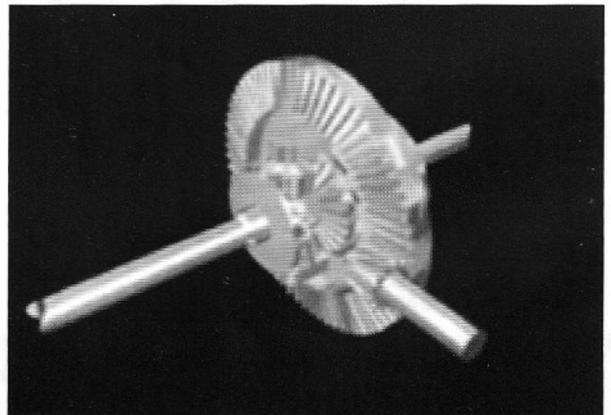


Figura 6. Aplicação de materiais no diferencial automotivo

Na Fig. 7, o leitor pode visualizar o projeto do diferencial, em uma fase inicial de modelagem, a partir de diferentes ângulos, com base em vistas: superior, frontal, lateral esquerda e em perspectiva.

Destaca-se, novamente, que uma animação do diferencial automotivo foi desenvolvida, o que possibilita ao engenheiro uma melhor análise de seu comportamento mecânico.

Na seqüência, considera-se um outro exemplo de interesse particular na engenharia mecânica, referente à modelagem de uma válvula solenóide, como mostra a Fig. 8.

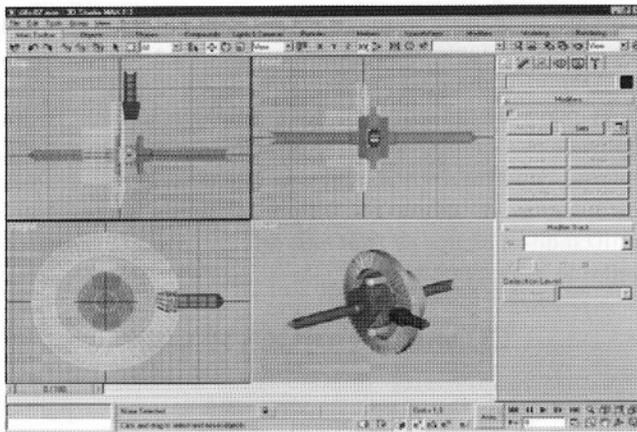


Figura 7. Projeto de um diferencial automotivo

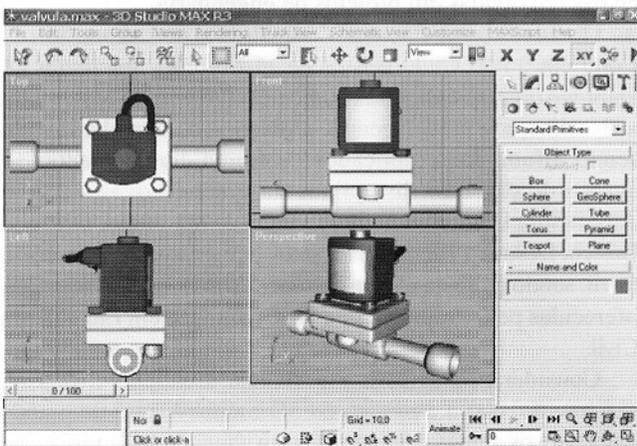


Figura 8. Projeto de uma válvula solenóide

Na maioria das aplicações de refrigeração, este tipo de válvula é necessário para dar início ou parar o fluxo de fluido refrigerante a fim de automatizar o sistema. A sua função básica é a mesma da válvula de serviço manual, porém atuada por uma bobina, o que permite a sua atuação em regiões remotas, à distância ou de acordo com a necessidade, operada através de chaves elétricas.

A válvula solenóide é composta por duas partes básicas: o corpo e a bobina solenóide. A bobina consiste de um fio enrolado ao redor de uma superfície cilíndrica, usualmente de seção circular. Quando a corrente elétrica circula através dos fios, eles ocasionam uma força eletromagnética, criada no centro da válvula solenóide, utilizada para abrir o mecanismo.

O corpo da válvula contém um orifício através do qual o fluido refrigerante circula quando o mecanismo está aberto. Quando a bobina é energizada, o pino é forçado para o centro a partir de sua ação magnética, juntamente com a agulha, liberando o orifício, permitindo assim a passagem de fluido refrigerante. Quando a bobina é desenergizada o processo contrário ocorre.

O mecanismo foi modelado com base em comandos básicos de criação e modificação do 3D Studio Max, tais como: "lath", "edit mesh", "extrude", "boolean" e "loft". A aplicação de luzes e câmeras em conjunto com os materiais

associados ao modelo em estudo garantem realismo e facilitam a visualização do modelo. A Fig. 8 apresenta uma visualização do projeto da válvula solenóide, na fase inicial de modelagem, a partir de diferentes ângulos, com base em vistas: superior, frontal, lateral esquerda e em perspectiva.

Engenharia Civil

Apresenta-se, agora, um exemplo associado ao projeto arquitetônico de uma edificação popular, mostrada nas Figs. 9 e 10. A estrutura em questão é composta por um pavimento térreo, seis pavimentos tipos e uma cobertura.

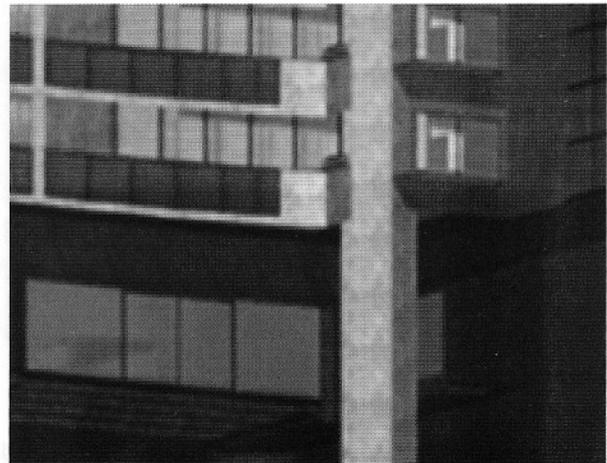


Figura 9. Aplicação de materiais no edifício

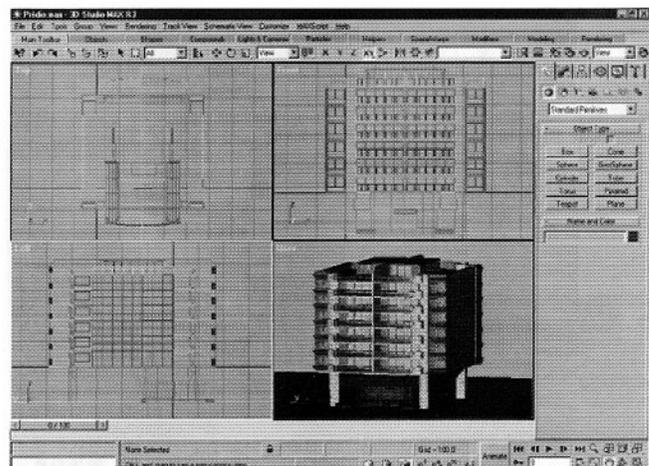


Figura 10. Projeto arquitetônico de uma edificação popular

Pode-se verificar, novamente, a abrangência do 3D Studio Max no que tange a modelagem e visualização gráfica de estruturas. Ressalta-se que, no caso em questão, o projetista pode obter facilmente a visualização da edificação durante as etapas relacionadas à concepção do projeto, evidentemente, antes mesmo de sua construção. Tal fato possibilita uma flexibilidade bastante razoável para os arquitetos e engenheiros civis durante a concepção e execução da obra.

O projeto completo da edificação foi modelado, principalmente, com base nos comandos de criação e cópia. As luzes e câmeras foram aplicadas para possibilitar uma

visualização mais realista do projeto arquitetônico. No que tange aos materiais, estes foram implementados com base no que se utiliza correntemente em edificações dessa natureza (vidro, madeira, aço, concreto, etc), como é apresentado nas Figs. 9 e 10.

Engenharia Aeronáutica

Apresenta-se a seguir, um exemplo aplicado diretamente a projetos de engenharia aeronáutica. Procede-se a modelagem de uma turbina de avião do tipo *luftstrahltriebwerk*, mostrada nas Figs. 11 e 12.

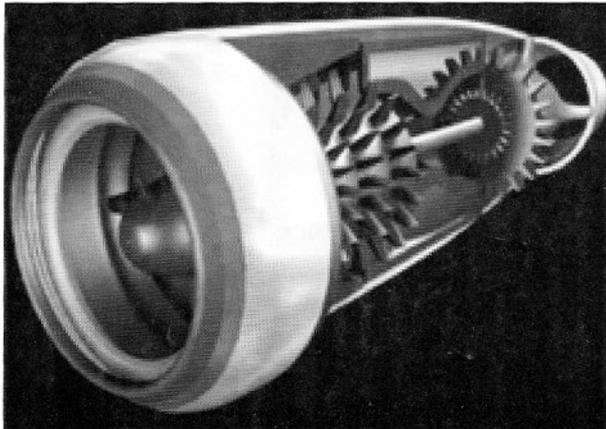


Figura 11. Aplicação de materiais em uma turbina de avião do tipo *luftstrahltriebwerk*

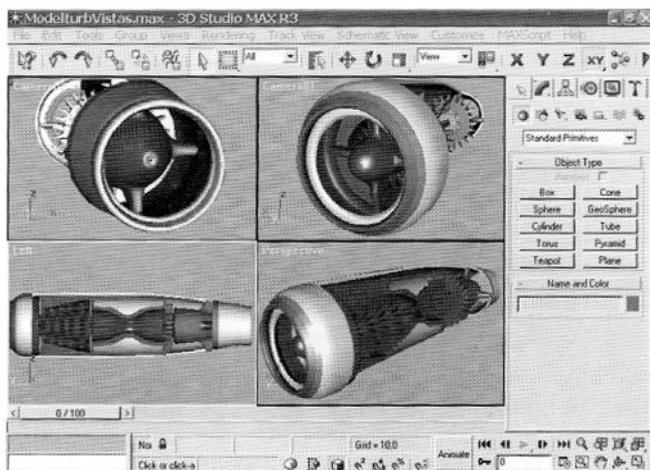


Figura 12. Projeto de uma turbina de avião do tipo *luftstrahltriebwerk*

A turbina foi reproduzida a partir de um modelo reduzido, utilizado didaticamente nos cursos de graduação em Engenharia Mecânica da FEN/UERJ. A modelagem da turbina teve como objetivo básico o de demonstrar, mais uma vez, principalmente para o caso de estruturas complexas, que a visualização gráfica, neste trabalho respaldada pelo 3D Studio Max, se faz absolutamente necessária de modo a se avaliar com exatidão, por exemplo, as características geométricas do modelo a ser analisado.

Este modelo de turbina foi desenvolvido com base em conceitos bastante simples de criação e de modificação, utilizando comandos "*lathe*", "*boolean*" e "*edit mesh*". Seguindo a mesma seqüência dos exemplos anteriores, foram aplicados os efeitos de luzes, câmeras e materiais sobre a turbina, de forma a possibilitar uma visualização mais realista da mesma. Os materiais foram aplicados na estrutura utilizando-se efeitos de "*flat mirror*", "*raytrace*" e mapas de reflexão, Figs. 11 e 12.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho é apresentada uma iniciativa para a utilização de ferramentas e programas gráficos, de forma a dar respaldo à elaboração e ao desenvolvimento das diversas etapas envolvidas em projetos de engenharia.

Os cursos computacionais ministrados no Laboratório de Computação do Ciclo Básico da FEN/UERJ, referentes ao emprego do 3D Studio Max como uma ferramenta básica para a visualização e modelagem de problemas de engenharia, vem sendo difundidos e aplicados de forma complementar ao ensino de diversas disciplinas da graduação, tais como: Arquitetura I, Arquitetura II, Desenho de Máquinas, Desenho Básico, Desenho Técnico e Projetos Integrados na Engenharia Civil, sendo que esta última pertence ao quadro de disciplinas oferecidas pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil.

Considerando-se essa experiência didática verifica-se, claramente, que o emprego do 3D Studio Max é de grande valia para os alunos de graduação em engenharia. A utilização desse aplicativo gráfico em conjunto com disciplinas específicas, principalmente aquelas associadas a projetos, não só motiva e estimula os alunos de graduação, como também facilita a visualização e compreensão por parte dos mesmos com respeito a inúmeros aspectos relevantes associados à elaboração, confecção e desenvolvimento de projetos de engenharia.

Com base no desenvolvimento desse trabalho, foi possível mostrar as potencialidades do 3D Studio Max. O programa em questão, além de ser bastante eficaz na modelagem gráfica dos mais variados tipos de problemas de engenharia, é um aplicativo prático e de fácil utilização.

A partir da modelagem dos exemplos apresentados nesse trabalho, foi possível concluir que a utilização de um programa gráfico dessa natureza conduz, sem sombra de dúvida, a uma seqüência mais eficiente no que tange ao desenvolvimento das etapas inerentes a projetos das mais diversas áreas da engenharia (civil, mecânica, elétrica, naval, aeronáutica, etc.).

Finalmente, convém chamar a atenção do leitor, para um outro aspecto relevante associado à visualização prévia de uma determinada solução de projeto. Tal fato flexibiliza as atitudes do projetista, pois este pode criar e/ou modificar com rapidez e eficiência uma determinada solução, de acordo com as necessidades de cada situação específica. Imagina-se que o ganho de tempo na elaboração dos projetos de engenharia seja tal que possa vir a contribuir para a diminuição do custo final.

AGRADECIMENTOS

Os autores do trabalho agradecem ao Laboratório de Computação do Ciclo Básico, LabBas, e a Faculdade de Engenharia da UERJ, FEN/UERJ.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARATA, J.; SANTOS, J.; "Dominando 110% 3D Studio Max - R2.5", 1998.
 BOUSQUET, M.; "3D Studio Max 2.0 Quick Reference", Autodesk Press, ISBN: 0766801527, 1st Edition, 1998.
 CLAYTON, A.; FULTON, N.; "3D Studio Max Applied", Advanstar Communications, ISBN: 0929870409, Bk&Cd-Rom Edition, 1997.
 MALHEIROS, P.; "3D Studio Max R-3", 1999.

- MILLER, P; MAESTRI, G.; ANDERSEN, J.R.; "Inside 3D Studio Max", Vol. II & III, New Riders Publishing, ISBN: 1562057782, 1st Edition, 1997 Publishing, ISBN: 1562058398, Bk&Cd-Rom Edition, 1997.
 PETERSON, M.T.; MINTON, L.; "3D Studio Max 2 Fundamentals", New Riders.
 SILVA, J.G.S. da; VELLASCO, P.C.G. da S.; SOEIRO, F.J.C.P.; TRIGUEIRO, G.S.; "Desenvolvimento de Projetos de Engenharia com Base no Emprego do 3D Studio Max", XXVIII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, Ouro Preto, Cd-Rom, 7 pág., 2000.
 VELLASCO, P.C.G. da S.; SILVA, J.G.S. da; TAKEY, T.H.; ROSA, Y.S.; ALMEIDA, N.N.; FILHO, M.C., "Um Sistema Gráfico para o Ensino e Projeto do Efeito do Vento em Estruturas", XXVII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, Natal, Cd-Rom, 9 pág., 1999.

DADOS BIOGRÁFICOS DOS AUTORES



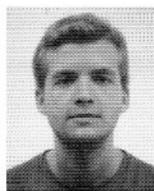
José Guilherme Santos da Silva
 Graduação em Engenharia Civil, Eng. Civil
 Universidade Federal do Pará
 Ano de obtenção: 1988
 Mestrado em Engenharia Civil, M.Sc.
 Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

Ano de obtenção: 1991
 Doutorado em Engenharia Civil, D.Sc.
 Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
 Ano de obtenção: 1996
 Local de Trabalho: Professor Adjunto/Procientista do Departamento de Engenharia Mecânica da Faculdade de Engenharia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro
 Áreas de Atuação Profissional:
 Estruturas de Aço, Concreto e Mistas, Mecânica das Estruturas, Mecânica dos Sólidos, Probabilidade e Estatística Aplicadas
 Áreas da Educação em Engenharia:
 Educação em Engenharia e Desenvolvimento de Softwares Educacionais



Alex da Rocha Mattos
 Aluno de Graduação em Engenharia Elétrica
 Universidade do Estado do Rio de Janeiro
 Ano de obtenção: Conclusão em 2004
 Estagiário Interno
 Áreas de Atuação Profissional:
 Telecomunicações

Áreas da Educação em Engenharia:
 Educação em Engenharia e Desenvolvimento de Softwares Educacionais



Gustavo Severo Trigueiro
 Aluno de Graduação em Engenharia Mecânica
 Universidade do Estado do Rio de Janeiro
 Ano de obtenção: Conclusão em 2003
 Bolsista de Iniciação Científica
 Áreas de Atuação Profissional:
 Mecânica dos Sólidos

Áreas da Educação em Engenharia:
 Educação em Engenharia e Desenvolvimento de Softwares Educacionais

DISTANCIAMENTO ENTRE A FORMAÇÃO E O EXERCÍCIO PROFISSIONAL NA ENGENHARIA

Assed Naked Haddad¹ & Rubenildo Python de Barros²

RESUMO

O presente trabalho expõe a problemática atual decorrente da complexidade das relações existentes entre os elementos (requisitos, exigências) necessários e componentes da formação acadêmica do engenheiro e suas interfaces com o sistema de fiscalização do exercício profissional – CONFEA/CREAs, realçando aspectos normativos e legais pertinentes. A importância de tal tema ficou evidente por ocasião do XXXI COBENGE, motivando discussões nas plenárias da ABENGE. Por um lado, ainda discute-se, neste momento, no âmbito do MEC, a duração dos cursos de graduação em engenharia enquanto no CONFEA foram implantadas as tabelas de títulos, a partir de janeiro de 2004, alterando, em alguns casos a denominação constante do diploma de graduação. Mais recentemente, tramita no Senado, por iniciativa do CONFEA, projeto de lei que altera a legislação profissional vigente.

Palavras-chave: exercício profissional, ensino de engenharia, CONFEA, ABENGE

ABSTRACT

This work exposes current situation related to the complexity of existant relationship between proper components and elements (requirements, demands) necessary for engineering academic formation and their interfaces to professional regulatory system – CONFEA/CREAs, highlighting legal and regulatory issues. The relevance of such matter became clear during XXXI COBENGE where dominated ABENGE's plenary sessions. At this time it is still being discussed, in Education Ministry, MEC, engineering courses length, while CONFEA has finished the deployment of titulation tables in January 2004, changing in some cases original title of graduation diploma. More recently a law initiative, originated in CONFEA, is passing in Brazilian Senate, changing professional regulatory structure.

Keywords: professional practice, engineering education, CONFEA, ABENGE

ANTECEDENTES

Embora não propriamente documentada ou analisada em seus aspectos tangíveis e intangíveis, qualquer menção do sistema encarregado da fiscalização do exercício profissional em engenharia, arquitetura e agronomia, composto pelo Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (CONFEA) e os Conselhos Regionais de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (CREA), o denominado Sistema CONFEA/CREA, ou sua discussão em ambiente de encontro de ensino de engenharia traz, num primeiro momento, uma reação negativa por parte dos docentes. Tal situação foi testemunhada pelos Autores em diversos encontros. Nas críticas proferidas, entretanto, destaca-se a crítica da “praxis” do Sistema, ou seja, são utilizados termos como “corporativismo” e “arrecadação”, entre outros, evidenciando

que, muito mais do que uma crítica ao Sistema em si, sua legislação ou a discussão de sua necessidade e benefícios para a sociedade e para os profissionais enquadrados, há uma rejeição maior à atuação do mesmo. Paralelamente, observa-se um desconhecimento, não só da legislação do Sistema como de sua interpretação e aplicação e, principalmente, das interrelações legais entre o Sistema CONFEA/CREA e as instituições de ensino de engenharia.

A experiência dos Autores como professores e membros do Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Estado do Rio de Janeiro (CREA-RJ), na qualidade de Conselheiros Regionais Titulares, representantes de suas respectivas instituições de ensino, os levou a pesquisar aspectos comuns, conceituais e legais, na legislação que disciplina, por um lado o ensino de engenharia e, do outro, o exercício profissional dessa mesma

¹ Professor Adjunto, D.Sc., Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Departamento de Construção Civil, assed@poli.ufrj.br

² Professor, M.Sc., Instituto Militar de Engenharia, Departamento de Engenharia Mecânica e de Materiais, rpbarros@ime.cb.br

engenharia. Fruto dessa pesquisa, complementada pela vivência de ambos no CREA-RJ, em suas diversas instâncias, Plenário, Câmaras Especializadas e Comissões, BARROS E HADDAD (2001) expuseram, para uma platéia de professores num encontro de ensino de engenharia das Universidades Federais do Rio de Janeiro e de Juiz de Fora, uma visão, de viés legal, na qual eram confrontadas duas propostas de diretrizes curriculares (à época, ainda não aprovadas), oriundas do CONFEA e do INEP com a Resolução 48/76, do Conselho Federal de Educação, vistas sob a ótica do Sistema CONFEA/CREA.

Essa visão foi expandida por HADDAD E BARROS (2001), desta feita trabalhando com os termos “habilidades” e “competências”, recentemente empregados nas Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Geografia, à época também não aprovadas, porém com parecer favorável do Conselho Nacional de Educação (CNE). A abordagem dos termos foi propositadamente semântica e seu tratamento fugiu à acepção mais comum em trabalhos semelhantes, que estabeleciam uma abordagem instrumental, ou seja, habilidades e competências do “saber” e do “fazer”.

A real intenção dos autores foi de alertar a comunidade acadêmica para o modo como a legislação do Sistema CONFEA/CREA era interpretada e aplicada, na medida em que tiveram participação em diversos pareceres nos processos relatados por ambos, que envolviam aspectos ligados ao ensino de engenharia e nas discussões sobre assuntos de educação, gerando decisões, oriundas de votações no CREA-RJ, que afetaram profissionais em nível individual e coletivo.

Desde 2001 os autores (BARROS e HADDAD 2001 e 2003, HADDAD e BARROS, 2001, 2003 e 2004) têm se debruçado sobre o tema, buscando iluminar as múltiplas faces dessa problemática, considerando, principalmente, a exigüidade em publicações acadêmicas, de trabalhos atinentes ao tema.

Efetivamente, ao longo do ano de 2002, situações concretas materializadas em instrumentos legais corroboraram as colocações dos autores nos trabalhos citados, afetando desde a participação das instituições de ensino de engenharia na composição dos Conselhos Regionais até o enquadramento de graduados em engenharia. Isso ficará mais claro, ao longo do presente trabalho.

Em 2003, o destaque, observado por ocasião do XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA 2003, que o tema assumiu mais que justifica a continuidade de sua discussão pela Academia, principalmente quando o MEC discute a duração dos cursos de engenharia e o Sistema CONFEA/CREAs inicia a implantação da Tabelas de Títulos Profissionais. Neste congresso ocorreu a reunião de um Grupo de Discussão, que se reuniu por dois dias tendo como denominação *Sistemas de Acreditação e de Habilitação Profissional*, mas os seus debates concentraram-se, muito mais, nas colisões entre as legislações acadêmica e profissional. Ao fim de seus trabalhos produziu-se um texto com as deliberações de um grande grupo de pessoas, que representavam o Sistema Profissional (Conselheiros e ex-Conselheiros Federais e Regionais e profissionais) e a

Academia (Professores e Dirigentes). Além disto diversos trabalhos abordando esta temática foram apresentados e discutidos em acaloradas sessões, que foram coroadas com a apresentação de uma teleconferência em que o Ministro da Educação dirigiu aos presentes uma palestra sobre assuntos de legislação e ensino, tendo como participante o presidente do CONFEA.

FUNDAMENTAÇÃO LEGAL

Evolução histórica (cronológica) da legislação

Relativamente à fundamentação legal, no que diz respeito à formação acadêmica, o presente trabalho se aterá à Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, a LDB, Lei nº 9394, de 20 de dezembro de 1996 e à Resolução nº 11, de 11 de março de 2002, que estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia, as DCN, como documentos basilares de sua estruturação.

No tocante ao exercício profissional, a legislação está distribuída esparsamente ao longo de mais de 70 anos, culminando com a Lei nº 5194, promulgada em 1966, que representa a espinha dorsal da normatização e da fiscalização do exercício profissional da Engenharia e outras profissões correlatas.

O Decreto 23569, de 11 de dezembro de 1933 foi o primeiro instrumento legal que regulamentou o exercício das profissões de Engenheiro, Arquiteto e Agrimensor, instituindo, como responsáveis pela coordenação e fiscalização dessas atividades, o CONFEA e os CREAs. O decreto não está mais em vigor, embora haja muitos profissionais de Engenharia ainda enquadrados por ele, e fixa atribuições mais amplas (até pelas características do ensino de Engenharia na época) do que as Resoluções mais recentes do CONFEA que disciplinam a matéria. Em 24 de dezembro de 1966 foi promulgada a Lei Nº 5194 que passou a disciplinar inteiramente a matéria, embora assegurasse aos profissionais de Engenharia, Arquitetura e Agronomia já diplomados e aos que se encontrassem matriculados nas respectivas escolas, os direitos adquiridos. Neste ponto, é válido ressaltar que a Lei 5194/66 representa a espinha dorsal da fiscalização do exercício profissional de engenharia. Atualmente, as atribuições profissionais estão definidas por Resoluções mais recentes do CONFEA que disciplinam a matéria.

A Lei 5194/66 estabelece na alínea f) do art. 26, poderes ao CONFEA para “... baixar e fazer publicar as resoluções previstas para regulamentação e execução da presente Lei, e, ouvidos os Conselhos Regionais, resolver os casos omissos;”. Assim sendo a Resolução 218, de 29 de junho de 1973, do CONFEA, ainda em vigor, enumera em seu Art. 1º dezoito grupos de atividades sujeitas à fiscalização profissional, destacando-se a Atividade 08 - Ensino, pesquisa, análise, experimentação, ensaio e divulgação técnica. Do art. 2º ao art. 22 discrimina as áreas específicas de atuação, de cada modalidade em função das atividades definidas anteriormente. Isso significa que a Resolução 218/73 compartimentou as diversas denominações existentes à época

de sua publicação, estabelecendo atribuições estanques para cada conjunto de engenharias.

A partir de 1973 até os dias de hoje, trinta anos depois, cada nova denominação recebeu tratamento individual do CONFEA que baixava uma resolução específica para cada caso. Este processo tinha início quando do cadastramento do curso de graduação junto ao CREA da respectiva área e após o reconhecimento do curso pelo MEC. A Resolução 48, de 1976 que "Fixa os mínimos de conteúdo e de duração do curso de graduação em Engenharia, e define suas áreas de habilitações" (sic), do extinto Conselho Federal de Educação, tinha sua existência jurídica baseada no art. 26 da lei nº 5.540/68 (que era a LDB anterior) e norteou os cursos de engenharia no Brasil por mais de 25 anos. Era o modelo educacional anterior que, por determinação legal, inspirava a legislação profissional. Finalmente com o advento da atual Lei de Diretrizes e Bases, em 1996 e das diretrizes curriculares para os cursos de engenharia, em 2002, tem-se completo o quadro legal, relevante para o presente estudo.

No que diz respeito à legislação atinente à educação, a Lei nº 9394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional e, em particular, ao ensino de engenharia, à Resolução nº 11, de 11 de março de 2002, que estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia, os autores não aprofundarão em sua análise, já que há farta literatura a respeito da mesma.

O advento da Lei de Diretrizes e Bases, em 96 e das diretrizes curriculares para os cursos de engenharia, em 2002, trouxe uma flexibilização inédita, tanto na montagem dos currículos, como até na criação de novos cursos, conforme preconiza o inciso I, do Art. 53, da LDB, que assegura às universidades tal atribuição.

A questão que se coloca é se o Sistema CONFEA/CREA estaria em condições de responder, com a devida rapidez, à flexibilização creditada às instituições de ensino de engenharia.

Interseções Legais

A Resolução nº 48, de 27 de abril de 1976, do Conselho Federal de Educação, que fixou os currículos mínimos, estabelecia em seu artigo 17 *in verbis*:

"Art. 17 - Os órgãos colegiados competentes das instituições que ministram o curso de Engenharia, deverão indicar, em termos genéricos, ao Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (CONFEA), em função do currículo pleno que for desenvolvido em suas habilitações, as características dos engenheiros, por elas diplomadas."

Na verdade o artigo acima transcrito ecoava o disposto no Artigo 10, da Lei 5194/66, que estabelece, *in verbis*:

"Art. 10 - Cabe às Congregações das escolas e faculdades de Engenharia, Arquitetura e Agronomia indicar ao Conselho Federal, em função dos títulos apreciados através da formação profissional, em termos genéricos, as características dos profissionais por elas diplomados."

O Artigo 11 da mesma Lei, por sua vez, estatui, também *in verbis*:

"Art. 11 - O Conselho Federal organizará e manterá atualizada a relação dos títulos concedidos pelas escolas e faculdades, bem como seus cursos e currículos, com a indicação das suas características."

Vale ressaltar que a Lei 5194/66 está em pleno vigor, significando que ainda é obrigatório o envio da relação dos títulos dos cursos de graduação em engenharia e outros jurisdicionados pelo Sistema CONFEA/CREA ao Conselho Federal. Esse procedimento garantirá aos egressos o competente registro nos Conselhos Regionais e, em consequência, a competência legal para o exercício da engenharia.

COLISÕES

Não bastasse os entendimentos diferenciados a respeito das novas mudanças da legislação educacional, por parte de representantes da academia e de conselhos regionais e federais, observa-se, e será mostrado mais à frente, que os parâmetros utilizados pelo CONFEA em decisões recentes distanciam-se, cada vez mais, do pensamento educacional, visto pela ótica do MEC e das escolas de engenharia.

Além disso, ocorreu uma perda do contexto histórico, na medida em que a evolução acadêmica dos currículos, ditada pelas exigências científicas e tecnológicas, não foi acompanhada pelo sistema de fiscalização profissional. Adicionalmente, ocorreram equívocos em determinadas decisões do Plenário do CONFEA, pelos quais categorias profissionais inteiras sofreriam um enquadramento profissional totalmente divorciado de sua formação acadêmica. Concomitantemente, o CONFEA tem pautado suas decisões não por um prisma legal à luz da Lei 5194/66 e sim por interpretações episódicas que, de modo algum, comungam com os interesses das escolas de engenharia. Por fim, e muito mais grave, o CONFEA, sem nenhuma consulta às escolas de engenharia e tomando por base um encontro ocorrido em 1999 (lembrar que as Diretrizes Curriculares foram estabelecidas em 2001), submeteu uma proposta de Projeto de Lei ao Senado Federal que tira a representatividade das escolas de engenharia dos Conselhos Regionais.

A perda do contexto histórico

Examine-se os termos da Resolução nº 235, de 09 de outubro de 1975, do CONFEA, que Discrimina as atividades profissionais do Engenheiro de Produção, ainda em vigor. Seu artigo 1º estabelece:

"Art. 1º - Compete ao Engenheiro de Produção o desempenho das atividades 01 a 18 do artigo 1º da Resolução nº 218, de 29 JUN 1973, referentes aos procedimentos na fabricação industrial, aos métodos e seqüências de produção industrial em geral e ao produto industrializado seus serviços afins e correlatos".

Verifica-se que, embora exprimisse (há quase trinta anos atrás) as linhas gerais que norteavam a atuação do “Engenheiro de Produção” à época, já não condiz com a realidade da formação atual de tal profissional, nem mesmo no que diz respeito àqueles perfis voltados à indústria.

Complicador adicional foi introduzido pela Resolução nº 288, de 07 de dezembro de 1983, que designa o título e fixa as atribuições das novas habilitações em Engenharia de Produção e Engenharia Industrial. Segue-se seu artigo 1º e a alínea a):

“Art. 1º - Aos profissionais diplomados em Engenharia de Produção ou Engenharia Industrial, cujos currículos escolares obedeçam às novas estruturas, dar-se-á o título e atribuições de acordo com as seis grandes áreas da Engenharia, de onde se originaram, e da seguinte forma: a) Aos oriundos da área CIVIL, o título de Engenheiro Civil e as atribuições do Art. 7º da Resolução nº 218/73, do CONFEA;”

As alíneas seguintes dizem respeito às engenharias Mecânica, Elétrica, Metalúrgica, de Minas e Química. O que se questiona, segundo uma visão pedagógica, é a definição de atribuições legais a partir da ênfase e não da formação básica que desconhece ou despreza completamente a noção da Engenharia de Produção, nos dias de hoje, praticamente constituir uma área nova e altamente valorizada da engenharia. As “...seis grandes áreas...” citadas na resolução, ainda guardam a herança da Resolução 48/76, do Conselho Federal de Educação que, em seu artigo 6º define essas áreas acima transcritas. BARROS (2002a), atuando como Relator de um processo no CREA-RJ, que envolvia uma Engenheira de Produção - Ênfase Têxtil, que havia sido enquadrada à luz da Resolução 288/83, do CONFEA, como Engenheira Têxtil, emitiu um Parecer, aprovado por unanimidade, como Engenheira de Produção. Tal decisão foi possível, com base na análise do currículo da engenheira e pelo fato da Engenharia Têxtil não ser uma “grande área” da engenharia. Outros casos, entretanto, que envolvem as “grandes áreas” continuam sendo registrados pela ênfase, causando descontentamento nos interessados, principalmente nos casos em que são aprovados em concursos públicos para cargos de Engenheiro de Produção.

Um equívoco injustificável

O Plenário do CONFEA, em sua Sessão Ordinária nº 1309, de 26 de abril de 2002, exarou a Decisão PL-0067/02, tendo como Interessado o CREA-DF, que consultara o Federal acerca das atribuições do Engenheiro de Infra-Estrutura Aeronáutica. Uma Decisão do CONFEA tem caráter normativo, devendo ser aplicada em todo território nacional por todos os Conselhos Regionais e pode se referir a um caso específico (profissional ou empresa) ou a todo um grupo profissional, como no caso em tela. Antes de ser submetida à votação pelo pleno do CONFEA, é instruída por uma ou mais comissões, compostas de funcionários de nível superior, com experiência em assuntos de fiscalização do exercício profissional. Um

Conselheiro é designado como Relator do processo, podendo qualquer outro Conselheiro solicitar “vistas” do mesmo e proceder a um outro relato, antes de ser discutido e votado em Plenário. Todos os passos acima foram seguidos no caso em exame e a Decisão citada é transcrita, abaixo (grifos nossos):

“O Plenário do Confea, apreciando o Relatório e Voto Fundamentado em Pedido de “Vista”, exarado pela Conselheira Federal Neuza Maria Trauzzola, relativo ao dossiê em epígrafe, de interesse do Crea-DF, solicitando informação deste Confea sobre qual o embasamento legal para conceder ao Engenheiro de Infra-Estrutura Aeronáutica as atribuições do art. 7º da Resolução 218, de 1973; considerando que a Resolução nº 218, de 1973, é clara em seu art. 3º, quando prescreve: Art. 3º - Compete ao Engenheiro Aeronáutico: I – o desempenho das atividades 01 a 18 do artigo 1º desta Resolução, referentes a aeronaves, seus sistemas e seus componentes; máquinas, motores e equipamentos, instalações industriais e mecânicas relacionadas à modalidade; infra-estrutura aeronáutica; operação, tráfego e serviços de comunicação de transporte aéreo; seus serviços afins e correlatos; considerando que as informações nº 103/2000 e 209/2000, ambas do GA/DTe, no caso em apreço já afirmavam que: “(...) examinando o assunto à luz da própria Resolução nº 218/73, entende-se que os referidos profissionais poderão ser normalmente enquadrados em seu art. 3º, que se ocupa das competências do Engenheiro Aeronáutico, o qual está inserido na modalidade Mecânica e Metalúrgica do Grupo ou Categoria da Engenharia, consoante art. 8º da Resolução nº 335, de 27 de outubro de 1989”, DECIDIU aprovar o Relatório e Voto Fundamentado em Pedido de “Vista”, na forma apresentada pela Conselheira Relatora, que conclui no sentido de esclarecer ao Crea-DF que as atribuições profissionais do Engenheiro de Infra-Estrutura Aeronáutica são as previstas no art. 3º da Resolução nº 218, de 29 de junho de 1973, do Confea.”

O Curso de Graduação em Engenharia de Infra-Estrutura Aeronáutica é ministrado no Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), sendo o único com tal denominação no Brasil. Uma consulta à página do MEC na Internet (<http://www.mec.gov.br>) revelaria tratar-se de um curso de graduação em Engenharia Civil, voltado para aeroportos, e infra-estrutura dos mesmos. Consulta adicional ao Exame Nacional de Cursos confrontada com a página do ITA (<http://www.ita.cta.br>) mostraria, de modo claro, essa situação. O enquadramento determinado pela Decisão Plenária evidencia como a palavra nua da Resolução 218/73, no caso a expressão “infra-estrutura aeronáutica” foi utilizada como argumento único para sua aceitação. Note-se que, dos dezoito Conselheiros Federais presentes Plenária, doze votaram a favor da Decisão, um votou contra e cinco se abstiveram de votar. Concretamente, a Decisão, se implementada, atribuiria competência legal a todos os engenheiros com tal denominação, com perfil de formação

claramente de Engenheiro Civil, para projetar aeronaves, motores, algo para o qual não recebeu nenhuma formação geral ou específica. Adicionalmente, proibiria esses mesmos engenheiros de exercer suas habilidades e competências legitimamente adquiridas e reconhecidas pelo MEC. BARROS (2002b) encaminhou relatório à Câmara Especializada de Engenharia Industrial, à Câmara Especializada de Engenharia Civil e à Comissão de Ensino (hoje, Comissão de Educação), todos do CREA-RJ, provando o equívoco da Decisão e solicitando encaminhamento ao CONFEA, solicitando a anulação da Decisão PL-0067/02. Através da Decisão Plenária PL-3235/2003, de 31 de outubro de 2003, do Plenário do CONFEA, o equívoco foi, finalmente, corrigido, restabelecendo-se a conformidade de formação com a do exercício profissional.

Uma inversão interpretativa

Em 26 de novembro de 2002, o CONFEA aprovou a Resolução nº 473 que "Institui Tabela de Títulos Profissionais do Sistema Confea/Crea e dá outras providências." Cita, *in verbis*: "Considerando o disposto no art. 11 da Lei nº 5.194, de 1966, que prevê: "O Conselho Federal organizará e manterá atualizada a relação dos títulos concedidos pelas escolas e faculdades, bem como seus cursos e currículos, com a indicação das suas características", O Artigo 11, invocado no "considerando" acima, já foi transcrito no presente trabalho. Estabelece ainda:

"Art. 1º Instituir a Tabela de Títulos Profissionais do Sistema Confea/Crea, anexa, contemplando todos os níveis das profissões abrangidas pelo Sistema Confea/Crea, contendo:

a) código nacional de controle, b) título profissional, e c) quando for o caso, a respectiva abreviatura.

Parágrafo único. Os títulos profissionais de que trata o caput deste artigo estão dispostos segundo as resoluções que tratam da forma de organização das profissões abrangidas pelo Sistema Confea/Crea.

Art. 2º O Sistema Confea/Crea deverá, obrigatoriamente, utilizar as terminologias constantes da Tabela de Títulos, em todos os seus documentos e registros informatizados, a partir de 1º de janeiro de 2003."

Destaque-se o artigo 5º, *in verbis* (grifo nosso):

"Art. 5º Quando do registro de instituição de ensino ou atualização deste em função de novos cursos, o Confea definirá, além de atividades/atribuições de seus egressos, o respectivo título profissional e abreviatura.

Parágrafo único. O título profissional é definido com base na regulamentação vigente podendo ser adotado o título do diploma."

Anexo à Resolução 473/02 está uma "Tabela de Títulos" discriminando os títulos profissionais que devem ser adotados. A Resolução 473/02, na verdade, representa um reducionismo incompreensível sob qualquer ótica, na medida

em que, se a Lei 5194/66 estabelece que o CONFEA organizará e manterá atualizada a relação de títulos, não se justifica que uma resolução determine que haja um "título profissional", que constará da Carteira de Identidade Profissional, emitida pelo CONFEA, diferente da titulação acadêmica, que consta dos diplomas. Tal procedimento, caso seja realmente implementado, poderá acarretar situações nas quais um graduado em engenharia, que concorra a um determinado cargo, poderá ter sua pretensão recusada, já que sua carteira trará terminologia em desacordo com a denominação do cargo.

Vários exemplos poderiam ser pinçados da tabela citada, como "Engenheiro Militar", denominação inexistente nos dias de hoje, fora do âmbito estritamente militar, "Engenheiro Ambiental", enquadrado inexplicavelmente, por força da Resolução 447/00, do CONFEA, no Grupo Engenharia, Modalidade Civil, "Engenheiro Têxtil", fazendo parte da Modalidade Química, apenas para citar alguns.

A colisão materializada

Em novembro de 2003, o Senador Roberto Saturnino Braga apresentou o Projeto de Lei do Senado (PLS) Nº 525, de 2003, já lido e em fase de tramitação. O referido projeto foi sugerido pelo CONFEA e altera a Lei 5194/66. Entre as alterações propostas, destacam-se duas, em particular, que afetam a representatividade das escolas de engenharia nos conselhos regionais.

O art. 4º do PLS dá nova redação ao Art. 37 da 5194/66, a saber:

"Art. 37. Os Conselhos Regionais serão constituídos de brasileiros diplomados nas profissões integrantes dos grupos da Engenharia, da Arquitetura, da Agronomia e das Geociências, obedecidos os seguintes critérios:

a) um presidente, com mandato de 3 (três) anos, eleito pelo voto direto e secreto dos profissionais registrados e em dia com suas obrigações;

b) mínimo de 12 (doze) e máximo de 75 (setenta e cinco) conselheiros;

c) representação proporcional dos grupos profissionais, garantida a representação mínima. (NR)"

Confronte-se com a redação anterior:

"Art. 37 - Os Conselhos Regionais serão constituídos de brasileiros diplomados em curso superior, legalmente habilitados de acordo com a presente Lei, obedecida a seguinte composição:

a) um presidente, eleito por maioria absoluta pelos membros do Conselho, com mandato de 3 (três) anos;

b) um representante de cada escola ou faculdade de Engenharia, Arquitetura e Agronomia com sede na Região;

d) representantes diretos das entidades de classe de engenheiro, arquiteto e engenheiro-agrônomo, registradas na Região, de conformidade com o artigo 62.

Parágrafo único - Cada membro do Conselho terá um suplente."

Verifica-se que, pela nova redação, não haverá mais, em nível de lei, representação das escolas de engenharia nos Regionais.

Na exposição de motivos que justifica o PLS cita-se o III CNP – Congresso Nacional de Profissionais, ocorrido em 1999, em Natal, RN, como foro no qual as alterações tiveram origem, após “...amplo debate e consenso...”. Vale ressaltar que não houve representatividade das escolas de engenharia, além do que, trata-se, na visão dos autores, um argumento muito frágil para justificar um projeto de lei de tal envergadura. Acresça-se a isso o fato do referido CNP ter ocorrido há quatro anos, portanto, num contexto histórico distanciado da legislação educacional vigente e aplicada.

CONCLUSÕES

Verifica-se que, efetivamente, há um descompasso entre os parâmetros que regem a formação do engenheiro e os elementos que organizam o sistema de fiscalização do exercício profissional, com reflexos diretos sobre a vida dos profissionais.

Como foi apresentado, a legislação acadêmica e a profissional seguem linhas históricas divergentes, ampliando-se cada vez mais o distanciamento com o passar do tempo.

Grande parte das iniciativas de ordem legal ou regulatória, em ambos os universos, além de tratarem o assunto pontualmente, não promovem o necessário elo entre ambos que o contexto histórico exige.

Considerando as colocações acima, urge, por parte de ambos os atores, uma reconstituição do contexto histórico, com vistas à unificação doutrinária e harmônica do conjunto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARROS, R. P. e HADDAD, A. N. As novas diretrizes curriculares confrontadas com a resolução CFE 48/76, sob a ótica do sistema de fiscalização do exercício profissional. In VII ENCONTRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA. 2001. Petrópolis. Anais. 7p.
- BARROS, R. P. e HADDAD, A. N. Graduação e Exercício Profissional: Um Conflito Anunciado. In XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA. 2003. Rio de Janeiro. Anais. 12p.
- BARROS, R. P. Parecer no Processo Administrativo nº 2002101472, do CREA-RJ. Rio de Janeiro. 2002a.
- BARROS, R. P. Relatório apresentado à Câmara Especializada em Engenharia Industrial do CREA-RJ. Rio de Janeiro. 2002b.
- BRASIL. Decreto Federal Nº 23.569, de 11 de dezembro de 1933. Regula o exercício das profissões de engenheiro, de arquiteto e de agrimensor.
- BRASIL. Lei Nº 5.194, de 24 de dezembro de 1966. Regula o exercício das profissões de Engenheiro, Arquiteto e Engenheiro-Agrônomo, e dá outras providências.
- BRASIL. Lei nº 9.349, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional.
- Conselho Federal de Educação (CFE). Resolução nº 48, de 27 de abril de 1976. Fixa os mínimos de conteúdo e de duração do Curso de Graduação em Engenharia. Brasília.
- Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (CONFEA). Resolução nº 218, de 29 de junho de 1973. Discrimina atividades das diferentes modalidades profissionais da Engenharia, Arquitetura e Agronomia. Brasília.
- Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (CONFEA). Resolução nº 235, de 09 de outubro de 1975. Discrimina as atividades profissionais do Engenheiro de Produção. Brasília.
- Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (CONFEA). Decisão Plenária nº 0067/2002, de 26 de abril de 2002. Consulta. Atribuição do Engenheiro de Infra-Estrutura Aeronáutica. Brasília.
- Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (CONFEA). Resolução nº 473, de 26 de novembro de 2002. Institui Tabela de Títulos Profissionais do Sistema Confea/Crea e dá outras providências. Brasília.
- Conselho Nacional de Educação, Resolução CNE/CES 11/02, aprovado em 11 de março de 2002. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Brasília.
- Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (CONFEA). Decisão Plenária nº 3235/2003, de 31 de outubro de 2003. Consulta Sobre Atribuição do Engenheiro de Infra-Estrutura Aeronáutica. Brasília.
- HADDAD, A. N. e BARROS, R. P. Habilidades e competências do engenheiro no novo século. In ASIBEI 2001: III ENCONTRO IBERO-AMERICANO DE DIRIGENTES DE INSTITUIÇÕES DE ENSINO DE ENGENHARIA. 2001. Rio de Janeiro. Anais. 10p.
- HADDAD, A. N. e BARROS, R. P. Academia, exercício profissional e mercado de trabalho: uma tríade desentrosada. In WCETE 2004: World Congress on Engineering and Technology Education. 2004. Guarujá. Anais. 5p.
- HADDAD, A. N. e BARROS, R. P. Adequação Curricular Face às Diretrizes Curriculares para a Engenharia. In XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA. 2003. Rio de Janeiro. Anais. 9p.

DADOS BIBLIOGRÁFICOS DOS AUTORES**Assed Naked Haddad**

Engenheiro Civil, UFRJ, 1986; Mestre em Engenharia Civil; UFF, 1992; Doutor em Engenharia de Produção, COPPE/UFRJ, 1996. Professor Adjunto do Departamento de Construção Civil da Escola Politécnica da UFRJ e do Mestrado Profissional em Sistemas de Gestão da UFF. Atua nas áreas de Gerência de Riscos, Administração da Produção e Construção Civil.

**Rubenildo Pithon de Barros**

Engenheiro Mecânico e de Ar-mamento, IME, 1980; Mestre em Engenharia Mecânica, IME, 1988. Professor do Departamento de Engenharia Mecânica e de Materiais do IME e Chefe da Seção de Planejamento e Coordenação. Atua nas áreas de Balística Interna e Externa.