

Reflexões sobre o ensino de Engenharia no Brasil

Alessandro Torres Campos*
Carlos Vasconcelos Farias**

CAMPOS, Alessandro Torres, FARIAS, Carlos Vasconcelos. Reflexões sobre o ensino de Engenharia no Brasil. *Mimesis*, Bauru, v., 20, n. 2, 39-57, 1999.

RESUMO

O ensino de Engenharia no Brasil está completando 120 anos. Neste período, muita coisa aconteceu. Os cursos tradicionais foram tomando novos formatos e, devido ao surgimento de novas tecnologias, muitos cursos foram sendo criados nas áreas da Engenharia. Devido à evolução tecnológica, principalmente no ramo da eletrônica e informática, o perfil do engenheiro foi tomando a cada dia uma “nova cara”. Para atender às necessidades deste novo perfil profissional do engenheiro, os cursos também tiveram que ser reformulados, para oferecer, em seu programa, um conteúdo condizente com as atuais necessidades.

Esta evolução tecnológica não se refere somente ao conteúdo que deve ser ministrado nos cursos de Engenharia, mas também à forma como ele será ministrado. Em outras palavras, está ocorrendo uma evolução no ensino desta área do conhecimento.

Toda tecnologia atual está consorciada à informática. Seja na concepção de projetos, cálculo, até a execução de projetos assistida por sistemas computacionais. Este desenvolvimento provocou uma corrida atrás dos recursos informatizados no meio acadêmico, tanto como ferramenta de trabalho, como recurso didático.

O que se pretende, nesta discussão, é rever, através de material bibliográfico, o que está sendo feito, que rumo deve tomar o ensino de Engenharia, fazer uma análise crítica dos tópicos abordados e, ao final, fazer algumas sugestões baseados no que foi estudado e na nossa experiência como ex-estudantes de graduação de engenharia e professores.

Unitermos: Engenharia, ensino de Engenharia, evolução no ensino.

*Departamento de Física e Biofísica, IB - UNESP, CP 510, 18618-000, Botucatu - SP. E-mail: atcampos@fca.unesp.br

**Departamento de Educação, Universidade Federal de Viçosa. Av. P. H. Rolfs, s/n, 36571-000, Viçosa - MG. E-mail: cvfarias@mail.ufv.br

O ENGENHEIRO

A palavra engenheiro é originária do latim *ingenium*, isto é, qualidades inatas, talento. É o especialista formado nas Escolas de Engenharia, também chamadas de Escolas Politécnicas. É uma das quatro faculdades clássicas e das mais antigas, ao lado das faculdades de Filosofia, Direito e Medicina (Bueno & Pereira Neto, 1980). A Engenharia vem se tornando uma profissão especializada, desdobrando-se em cursos que continuam a multiplicar-se, acompanhando os progressos da técnica e da ciência. Assim sendo, há engenheiros agrícolas, cartográficos, civis, econômicos, eletricitas, eletrônicos, eletrotécnicos, mecânicos, metalúrgicos, de minas, de produção, químicos e muitas outras especialidades.

São os engenheiros que constroem moradas, sistemas de armazenamento e processamento de alimentos, meios de transportes e comunicações, estradas, portos, aeroportos, canais, fábricas para a produção de todos os bens e serviços, máquinas e equipamentos (Bueno & Pereira Neto, 1980).

A NECESSIDADE DE REFORMULAÇÃO DO ENSINO DE ENGENHARIA

A Universidade Brasileira é o principal elo de ligação entre a Ciência e Tecnologia e o progresso social, principalmente em um país caracterizado, até os dias atuais, pela importação de tecnologias, como é o caso das multinacionais.

O Ensino de Engenharia, de um modo geral, necessita ser submetido a um processo de autocrítica e conseqüente reforma, eliminando preconceitos, isolacionismos acadêmicos e alienação social.

A aprendizagem, no entanto, na época atual, continua de forma acentuada após a formatura, no exercício pleno da vida profissional, com interação constante do conhecimento com a criatividade e sempre buscando a atualização tecnológica.

Os cursos de formação de engenheiros precisam, portanto, ser repensados, reformulados, atualizados.

Vieira (1993) afirma que as qualificações fundamentais para o engenheiro moderno são: forte base científica, visão humanística, criatividade, capacidade de adaptação, respeito à natureza e habilidade em fazer. O CREA-SP (1999), em sua sugestão de Diretrizes Curriculares para os Cursos de Engenharia no Brasil, afirma que o “profissional deverá possuir sólida formação científica, tecnológica, ética e profissionalizante geral em conformidade com a concepção histórica de cada profissão e exigências da sociedade, de tal modo que o torne eficiente e eficaz na transformação dos recursos naturais em bens e serviços, melhorando a qualidade da vida”. Esta formação científica ainda deveria ser seguida de três habilidades: a técnica, a administrativa e a interpessoal

CAMPOS,
Alessandro Torres,
FARIAS, Carlos
Vasconcelos.
Reflexões sobre o
ensino de
Engenharia no
Brasil. *Mimesis*,
Bauru, v. 20, n. 2,
39-57, 1999.

CAMPOS,
Alessandro Torres,
FARIAS, Carlos
Vasconcelos.
Reflexões sobre o
ensino de
Engenharia no
Brasil. *Mimesis*,
Bauru, v. 20, n. 2,
39-57, 1999.

(CREA–SP, 1999). Por habilidade técnica, entende-se a capacidade para aplicar e desenvolver métodos e técnicas aprendidas tanto na educação formal quanto na experiência adquirida. Por habilidade administrativa, entende-se a capacidade para “dirigir, organizar, planejar e supervisionar projetos e obras e aplicar técnicas de economia”. Finalmente, por habilidade interpessoal entende-se a capacidade de interagir, comunicar-se e liderar equipes multifuncionais, compostas por pessoas de diferentes níveis hierárquicos. Estas podem ser consideradas aptidões inatas dos alunos, mas devem ser despertadas pelos professores no decorrer dos cursos, através de exemplos concretos de fatos ocorridos e experiências profissionais vividas pelos próprios professores e seus pares.

A IMPORTÂNCIA DA DIDÁTICA EM CURSOS DE ENGENHARIA

Para ilustrar a necessidade da didática, citamos uma frase de Einstein (1982), em suas Notas Autobiográficas, onde demonstra seu desgosto com a maneira como o ensino tradicional é ministrado:

- Na verdade, é quase que um milagre que os métodos modernos de instrução não tenham exterminado completamente a sagrada sede de saber, pois essa planta frágil da curiosidade científica necessita, além de estímulo, especialmente de liberdade; sem ela, fenece e morre. É um grave erro supor que a satisfação de observar e pesquisar pode ser promovida por meio da coerção e da noção do dever. Muito ao contrário, acredito que seria possível eliminar por completo a voracidade de um animal predatório obrigando-o, à força, a se alimentar continuamente, mesmo quando não tem fome, especialmente se o alimento usado para a coerção for escolhido para isso (p. 26).

Einstein exprime bem, com seu exemplo, o caráter de obrigatoriedade e imposição com que deglutimos vários assuntos no decorrer do curso de graduação.

Observa-se que, para os cursos de ensino fundamental e médio, uma série de educadores tem se dedicado a propor técnicas de ensino que facilitem o aprendizado (ex.: Piaget, Montessori etc...), enquanto que, para o ensino superior, parece haver um quase total desinteresse por esses aspectos, ficando sempre a atenção dos professores voltada para a pesquisa.

As mais avançadas técnicas de ensino, como as empregadas em cursos de treinamento e atualização, mantêm a importância da didática qualquer que seja a faixa etária ou o nível de formação acadêmica do “aluno”. É errônea a idéia de que se pode prescindir do cuidado didático quando se trabalha com alunos que tenham uma formação prévia. Facilitar o aprendizado, tornando-o agradável ao aluno, deve ser uma preocupação constante do docente.

Alguns profissionais do ensino de Engenharia não dão o devido valor ao aspecto didático em seu sentido mais amplo. Aparentemente, facilitar o aprendizado através do uso de métodos não tradicionais parece, na

visão destes docentes, diminuir ou vulgarizar o ensino. Desta forma, cada disciplina reveste-se de um caráter muito mais de “ritual de iniciação” do que algo que, embora traga um conteúdo científico inquestionável, possa ser facilmente aprendido e assimilado pelo estudante.

Assim, quando se pensa em um curso de Engenharia, é preciso preocupar-se não somente com o conteúdo mas também com a forma do que se ensina. Vale lembrar que um indivíduo motivado é uma das principais razões de êxito em qualquer atividade.

Derek Bok (ex-reitor da Universidade de Harvard) apud Peres & Galéry (1993), afirmou: -

acredito termos um sistema em nossas Universidades de pesquisa que não seja culpa de ninguém. É um sistema em que os incentivos para a pesquisa são muito mais poderosos que os incentivos para o ensino, logo temos que trabalhar mais arduamente para achar caminhos para restaurar o equilíbrio da ministração de aulas. É tempo de reafirmarmos que educação - isto é, ensino em todas as suas formas - é a tarefa principal (p. 665).

Hoje, não se pode mais conceber que uma Universidade não proporcione um curso de formação de professores aos seus próprios docentes. Os recursos tecnológicos disponíveis na rede de computadores são muitos. Um excelente exemplo de conselhos aos seus professores na hora de ministrar suas aulas encontramos na Georgia State University (1999). Em sua homepage <http://www.gsu.edu/~dschjb/wwwlect.html>, a Universidade ensina literalmente como se deve dar uma boa aula expositiva, apresentar um seminário ou dar uma palestra. Nessa página, o professor aprende quais são os tipos de preleção, como planejar uma preleção eficaz e lê sugestões de como apresentar preleções eficazes.

Pode-se argumentar que o professor de Universidade não tem tempo para se preparar para o ensino. Esquece-se que esta formação também pode ser feita à distância, como tem sido a experiência de Botucatu (Foresti, 1996). O ensino à distância também pode levar a uma reflexão crítica do professor, ajudando-o a construir seu próprio caminho.

DISCIPLINAS BÁSICAS

Um dos pontos polêmicos na discussão dos currículos dos cursos de Engenharia é a questão da ênfase que se deve dar ao ensino de disciplinas científicas, técnicas e básicas.

Diante do fato de que as alterações tecnológicas vêm se realizando em ritmo cada vez mais rápido, foram realizadas, há algum tempo, no exterior, a título experimental, modificações curriculares que visavam a colocar os estudantes de Engenharia em dia com as últimas novidades tecnológicas. Uehara (1993) relata que, nessas experiências, reduziu-se a carga horária relativa ao ensino de disciplinas científicas e técnicas fundamentais e incluíram-se muitas disciplinas de caráter prático, informa-

CAMPOS,
Alessandro Torres,
FARIAS, Carlos
Vasconcelos.
Reflexões sobre o
ensino de
Engenharia no
Brasil. *Mimesis*,
Bauru, v. 20, n. 2,
39-57, 1999.

CAMPOS,
Alessandro Torres,
FARIAS, Carlos
Vasconcelos.
Reflexões sobre o
ensino de
Engenharia no
Brasil. *Mimesis*,
Bauru, v. 20, n. 2,
39-57, 1999.

tivo, referentes às novidades tecnológicas. Os resultados revelaram-se completamente negativos. Os engenheiros assim formados tiveram enormes dificuldades para acompanhar o avanço da tecnologia moderna, pois não conheciam com a necessária profundidade as ciências, como a Física e a Matemática, que estão na base desse avanço.

Por outro lado, apesar de tratarmos estas disciplinas como básicas e fundamentais para a compreensão das disciplinas técnicas e profissionalizantes, nota-se que áreas da Ciência, como a Física, também estão em evolução. Lembo apud Fernandes (1997) lembra que as escolas devem proporcionar aos seus alunos oportunidades de desenvolver aptidões que lhes possibilitem enfrentar o conhecimento em evolução. Não se resolverão problemas pessoais e sociais exigindo-se que os alunos assimilem cada vez maior quantidade de matéria, inaplicável depois de alguns anos. Segundo o mesmo autor, a escola deve ajudar o aluno a aprender como aprender e como analisar e avaliar progressivamente aquilo que vem ao seu encontro.

A tecnologia moderna está cada vez mais dependente da ciência. Conseqüentemente, a modernização dos currículos de Engenharia exige um fortalecimento do ensino das ciências básicas, por exemplo, com a inclusão de tópicos de Física moderna que atualmente não são ensinados na maioria das escolas de Engenharia do Brasil, ao contrário do que ocorre em países que se destacam pela modernidade de suas tecnologias.

Além da importância do conhecimento de ciências, para o engenheiro, decorrente da interdependência entre ciência e tecnologia, há o aspecto pedagógico. O estudo de uma ciência como a Física, por exemplo, ajuda o estudante a desenvolver a capacidade de equacionar adequadamente os problemas, buscando soluções através da imaginação, da experimentação e de raciocínios lógicos.

O estudo sério de ciências da natureza ajuda o estudante a desenvolver um espírito crítico, construtivo e criativo.

Para Uehara (1993), enfraquecer o ensino de disciplinas científicas e técnicas básicas, para aumentar o número de disciplinas de caráter prático, ministradas sem profundidade, resultaria em cursos mais informativos que formativos, com sérios prejuízos para os futuros engenheiros. O mesmo autor afirma que as novidades tecnológicas, depois de algum tempo, deixam de ser novidades e podem ficar até obsoletas, enquanto que uma formação básica sólida permanece e dá ao engenheiro condições de acompanhar o avanço da tecnologia e, também, de contribuir para esse avanço.

O que difere um curso de alguma área de Engenharia, do curso técnico equivalente, é a base científica que os cursos superiores proporcionam. Devido a esse forte embasamento científico, é que o profissional formado por uma Universidade pode lecionar ou mesmo se aprofundar em estudos mais avançados, como no caso do mestrado ou doutorado. É graças às ciências básicas que aprendemos, que somos capazes de remanejar técnicas ou mesmo desenvolvê-las.

A base para a solução de problemas como carga horária excessiva e sobreposição de assuntos, não está na retirada de disciplinas científicas. Deve-se procurar remanejar as disciplinas que abordam tecnologias não mais adequadas à nossa realidade. Essas disciplinas são geralmente as profissionalizantes e algumas de nível médio.

Gomes & Moraes (1993) lembram que, opostamente às disciplinas profissionalizantes, as disciplinas básicas são ministradas, na sua maioria, por profissionais formados nos cursos de Licenciatura, ou cursos paralelos, como Economia e Administração entre outros.

Para uma reformulação correta dos cursos de Engenharia, o professor-engenheiro deveria participar da elaboração das disciplinas básicas, auxiliando na preparação de exercícios aplicativos, já prevendo a sua posterior utilização. Este trabalho é de fundamental importância para a motivação dos alunos. No período básico, o estudante sente que todas as disciplinas parecem estar desconectadas e, muitas vezes, lhe parece que no futuro não terão nenhuma utilização.

Neste ponto, torna-se pertinente uma observação quanto ao uso de pacotes computacionais no ensino. Souza (1993, p. 294) lança os questionamentos: “Até que ponto deve o engenheiro usar programas de computador como caixa preta? Isto é, jogam-se dados na máquina que despeja um resultado. É importante treinar o aluno na manipulação de programas que podem ser substituídos pelos da próxima “fornada”? Qual o mínimo de entendimento da teoria imprescindível?” Para Fernandes (1997), quando os fenômenos e problemas físicos são abordados como “receitas prontas,” constituindo uma “mecanização,” isenta de qualquer reflexão qualitativa, as equações, para o aluno, representam uma “verdade,” utilizada meramente para obtenção de um dado quantitativo e não representações de um fenômeno físico. A autora complementa que dessa forma o produto das formulações matemáticas fica sem significado para os alunos, que utilizam fórmulas e números que geralmente não entendem e obtêm resultados que pouco ou nada lhes significam.

É de grande importância que os estudantes tenham contato com os programas computacionais de Engenharia. Contudo, deve-se ressaltar que, a todo momento, o aluno deve saber o que está calculando ou projetando. Este entendimento se obtém a partir das disciplinas básicas. O que se conclui, então, é que o aluno deve despender maior parte do seu tempo no entendimento dos processos, através das teorias científicas. O tempo destinado à manipulação dos programas deve ser somente o suficiente para que ele se familiarize com estes *softwares* e tenha consciência de que a qualquer momento pode ser lançado no mercado um novo programa com muito mais recursos e facilidades. O conhecimento atualizado destes recursos computacionais dependerá do esforço individual do futuro engenheiro.

Gostaríamos de observar, aqui, que o conhecimento computacional não é somente importante, mas imprescindível para o futuro engenheiro.

CAMPOS,
Alessandro Torres,
FARIAS, Carlos
Vasconcelos.
Reflexões sobre o
ensino de
Engenharia no
Brasil. *Mimesis*,
Bauru, v. 20, n. 2,
39-57, 1999.

CAMPOS,
Alessandro Torres,
FARIAS, Carlos
Vasconcelos.
Reflexões sobre o
ensino de
Engenharia no
Brasil. *Mimesis*,
Bauru, v. 20, n. 2,
39-57, 1999.

O que se torna impossível, entretanto, é ensinar tudo o que existe na informática de Engenharia para os alunos, em cada disciplina. O estudante que tiver uma forte formação na área de concepção de programas, a partir de algoritmos, terá grande facilidade na utilização e até adaptação dos programas (pacotes), nas áreas específicas de cada disciplina.

O ENSINO DE DISCIPLINAS DE PROJETO

Pode-se dizer que a habilitação para Projetos é a principal distinção da Engenharia para outras ciências.

Desde o primeiro período, o aluno de Engenharia é preparado para se tornar um projetista. Os assuntos formam um processo em cadeia onde, geralmente, tudo começa em disciplinas como o Cálculo I, Desenho Técnico I, que vão embasar o aluno para os Cálculos (II, III, IV etc...), Desenhos Técnicos (II, III). Por sua vez, estas últimas servem como embasamento para as Físicas (I, II, III etc...). Chegando ao ciclo médio, o aluno percebe que este é todo dependente dos conhecimentos adquiridos até então.

Ao final do curso, no ciclo profissionalizante, os conhecimentos ensinados nos ciclos básico (científico) e médio (semi-profissionalizante), serão utilizados como ferramenta, para que o aluno aprenda a projetar. Mas, sabendo-se que projetar é utilizar de conhecimentos científicos, para, através da imaginação e criatividade, criar estruturas ou dispositivos, como então se ensina a projetar?

O ensino de Projetos tem sido, ao longo dos anos, tema para muitas discussões já que se reveste de algumas peculiaridades não presentes nas várias outras disciplinas do currículo dos cursos de Engenharia. Um ponto controverso destas discussões é: - “Ser um bom projetista é o resultado da assimilação de conceitos e técnicas ou a síntese de dons e aptidões pessoais?” Optando-se pela segunda hipótese, o aspecto ensino fica relegado a um plano muito inferior, pois não há como transmitir ao aluno essas características.

Por outro lado, admitir uma visão puramente tecnicista para o ensino de Projetos é desconsiderar a realidade, baseando-se em uma visão simplista dos fatos. Ser um bom projetista não depende apenas de conhecimentos técnicos e teóricos. Estes são, na maioria das vezes, condições necessárias, porém estão longe de ser suficientes.

A melhor definição para o bom projetista é a do engenheiro que saiba se valer de todas as ferramentas técnicas a seu dispor para, em conjunto com sua experiência e capacidade de criação e inovação, gerar um projeto de qualidade. Isto posto, qual seria a função da disciplina de projetos? - Ela deve, antes de tudo, procurar despertar e desenvolver a criatividade do aluno para, posteriormente, fornecer-lhe as ferramentas técnicas apropriadas. Não se pode “ensinar” dons e qualidades pessoais. Estas são características inatas, mas é possível, e altamente desejável, que

se procure desenvolvê-las e aprimorá-las o máximo possível no futuro engenheiro. Inverter estas prioridades ou simplificá-las ao ponto de resumir tais disciplinas a um conjunto de conceitos técnico-teóricos repetidos mecanicamente é, segundo Getscko (1993), caminhar para uma baixíssima eficácia didática.

Desta forma, o professor das áreas de projeto, deve ter a capacidade de entusiasmar seus alunos para que procurem se exercitar. A melhor maneira de se aprender a projetar, muitas vezes, pode ser fazendo. Alguns professores de projetos, baseados nisto, acabam por especificar um projeto a seus alunos no primeiro dia de aulas, e exigir que, ao final do semestre, este seja entregue.

Não se pode ensinar o estudante a projetar. Contudo o professor deve se esforçar em mostrar exemplos reais e concretos, de projetos pré-concebidos. Nestes exemplos, é muito importante que se enfoque falhas e até mesmo acidentes ocorridos no passado devido a erros de projetos. Por outro lado, deve-se também mostrar casos onde houve criatividade e inovação por parte de engenheiros experientes, procurando desta forma ampliar os horizontes e motivar o estudante, para que este procure utilizar sua criatividade, tendo como ferramenta as técnicas aprendidas durante o curso.

ENGENHEIRO DE CONCEPÇÃO E DE EXECUÇÃO

A Associação Brasileira de Ensino de Engenharia (ABENGE) cita dois tipos diferentes de perfis para os engenheiros. O primeiro deles seria aquele de CONCEPÇÃO, que teria uma forte base científica e tecnológica, para realizar pesquisas e elaborar projetos. Estaria envolvido na criação de novos produtos, processos e sistemas. O segundo tipo seria o de EXECUÇÃO, que atuaria diretamente na atividade produtiva, em especial, supervisionando o uso adequado de tecnologias, máquinas e equipamentos de apoio, chefiando a manutenção, desenvolvendo métodos e processos, controlando a produção e, principalmente, exercendo a liderança junto a trabalhadores no “pisso da fábrica” ou canteiro de obras.

Um curso de Engenharia ideal prepararia o profissional de forma que o mesmo encontrasse condições para desenvolver-se, de acordo com as suas aptidões, ou como um Engenheiro de Concepção, ou como um Engenheiro de Execução. Em certas modalidades de Engenharia, esta distinção pode ser feita de maneira formal. Ou seja, a partir de certo ponto no curso, após terminado os ciclos básico e médio (semi-profissionalizante), o aluno faz disciplinas especializadas na sua futura área de atuação.

CAMPOS,
Alessandro Torres,
FARIAS, Carlos
Vasconcelos.
Reflexões sobre o
ensino de
Engenharia no
Brasil. *Mimesis*,
Bauru, v. 20, n. 2,
39-57, 1999.

CAMPOS,
Alessandro Torres,
FARIAS, Carlos
Vasconcelos.
Reflexões sobre o
ensino de
Engenharia no
Brasil. *Mimesis*,
Bauru, v. 20, n. 2,
39-57, 1999.

ESTÁGIOS: UMA NECESSIDADE NOS CURSOS DE ENGENHARIA

Segundo Gomes & Moraes (1993), a palavra Engenharia é definida na língua portuguesa como:

Arte de aplicar conhecimentos científicos e empíricos e certas habilidades específicas à criação de estruturas, dispositivos e processos que se utilizam para converter recursos naturais em formas adequadas ao atendimento das necessidades humanas (p. 579).

Fica claro através desta definição que, aliada ao aprendizado de conceitos teóricos, a aquisição de experiência prática deve fazer parte da formação do engenheiro. O equilíbrio entre a aquisição dos dois tipos de conhecimento, durante a vida acadêmica, não pode ser facilmente definido e poderá se diferenciar nos diversos cursos de Engenharia e mesmo nas áreas específicas dentro de cada curso. Deve-se esclarecer, entretanto, que os conhecimentos empíricos, considerados como “leis” estabelecidas em procedimentos de Engenharia não surgiram apenas da experiência cotidiana, sem qualquer conhecimento teórico de quem as formulou. Processos, por exemplo, não são criados com base na pura e simples observação prática. Ajuste, controle e otimização de processos, estes sim dependem de uma parcela substancial da experiência prática.

Dentro deste contexto de se mesclar conhecimentos científicos e empíricos na formação do engenheiro, explica-se a importância da incorporação dos chamados estágios curriculares nos currículos mínimos dos Cursos de Engenharia.

Devido à busca de uma melhor colocação no mercado de trabalho, assim como a necessidade de ver, em prática, os conhecimentos de Engenharia, muitas vezes os alunos tendem a supervalorizar a importância dos estágios, tanto no período de férias como aquele concomitante com as aulas. Observa-se, muitas vezes, como resultado deste comportamento, alunos com um grande número de estágios, porém com alto nível de reprovações, elevado tempo de curso e histórico com baixas notas.

Gomes & Moraes (1993) levantam algumas hipóteses para justificar a adoção deste tipo de comportamento pelos alunos: a deficiência sentida pelos recém-formados de uma maior visão prática da Engenharia, a inexistência de centros de treinamento para recém-formados em algumas empresas, a expectativa do aluno de garantir um futuro emprego na empresa onde está realizando o estágio, entre outras.

Uma solução para esta problemática seria uma melhor organização curricular, onde estágios e período de cumprimento de créditos (envolvendo provas e avaliações em geral, como trabalhos práticos) não se atropelariam. Para isso, vem à tona a questão do enxugamento curricular nos cursos de Engenharia no Brasil.

Não é possível fazer um remanejamento entre o período destinado a disciplinas e o período destinado a estágio supervisionado, com o atual acúmulo de horas/aula com que se defronta nos cursos.

Com a reforma curricular, várias disciplinas, que apresentam sobreposição de assuntos, poderiam se fundir em uma única, ganhando-se o tempo necessário para que os alunos possam se dedicar aos estágios nos períodos apropriados.

LÍNGUA ESTRANGEIRA

Considerando que os cursos de graduação das áreas tecnológicas dependem do conhecimento de bibliografia atualizada, usualmente em língua estrangeira, verifica-se que, durante e posteriormente à formação acadêmica, haverá a exigência do conhecimento de pelo menos uma língua estrangeira (preferencialmente o inglês, devido à abundância de publicações neste idioma). Por este motivo, Dias et al. (1993) sugerem que se torne obrigatória a inclusão de uma língua estrangeira nos Cursos de Engenharia de qualquer especialidade.

Para engenheiros, o inglês não é utilizado somente para a leitura de bibliografia especializada. O conhecimento desta língua é necessário na utilização dos importados, sem versão em português, assim como também para o entendimento de manuais técnicos de equipamentos, utilizados em vários ramos das engenharias, os quais sempre possuem uma versão em inglês, mesmo que não sejam provenientes de países de língua inglesa.

COMPUTAÇÃO/INFORMATIZAÇÃO

Segundo Layman (1985), os microcomputadores ou computadores pessoais estão se tornando tão baratos que os pais pensam que seus filhos serão privados de uma das principais técnicas necessárias se não crescerem utilizando tais dispositivos. Contudo, esses pais pensam erroneamente que os computadores devam ser utilizados para as áreas de matemática ou comércio. Na verdade, os microcomputadores têm sua máxima potencialidade nas ciências, porque podem permitir aos estudantes comprovar características do mundo real em escalas de tempo que não se podem alcançar com um cronômetro, um termômetro de mercúrio ou um relógio de cinta registradora por exemplo.

Souza (1993) afirma que o emprego do computador para facilitar o aprendizado está no início, mas já se sabe que reduz a evasão escolar, melhora os resultados dos alunos mais fracos e faz com que os mais fortes aprendam mais rápido. Uma outra dimensão do uso do computador, que este autor cita, é que o termo escola é derivado do grego *schole* que significa lazer. Infelizmente, o lazer foi retirado da escola e substituído por um trabalho aborrecido e sem alegria. O computador devolve à escola o sentido da brincadeira, ensinando por meio de jogos e tornando o aprendizado uma atividade que traz ao educando uma satisfação real.

CAMPOS,
Alessandro Torres,
FARIAS, Carlos
Vasconcelos.
Reflexões sobre o
ensino de
Engenharia no
Brasil. *Mimesis*,
Bauru, v. 20, n. 2,
39-57, 1999.

CAMPOS,
Alessandro Torres,
FARIAS, Carlos
Vasconcelos.
Reflexões sobre o
ensino de
Engenharia no
Brasil. *Mimesis*,
Bauru, v. 20, n. 2,
39-57, 1999.

A difusão da informática está sendo tão grande que, muitas vezes, alguns alunos têm mais conhecimentos de computação que os professores. Para alguns docentes, este fato se torna uma fonte de constrangimento, enquanto que outros utilizam isto em benefício próprio e da Universidade, ou seja, muitos professores utilizam-se destes conhecimentos de informática de certos alunos, juntamente com seu conhecimento técnico e experiência profissional para o desenvolvimento de *softwares* específicos.

Alguns docentes, talvez devido ao fato de não terem um conhecimento aprofundado em informática, utilizam *softwares* prontos (pacotes), de forma superficial em suas aulas, tentando preencher uma lacuna no que tange à modernização e atualização de suas disciplinas.

Softwares educativos

Frankenberg (1993) afirma que o computador usado simplesmente como um processo tecnológico não solucionará os problemas educacionais existentes, mas sim deve ser usado para proporcionar mudanças no processo ensino-aprendizagem. Com base neste enfoque, podemos questionar sobre os diversos *softwares* e programas existentes e difundidos no meio acadêmico. Então, o que é um *software* educativo?

O *software* educativo é aquele que tende a viabilizar o processo ensino-aprendizagem, favorecendo o desenvolvimento e a aprendizagem. Além disto, também objetiva o reforço e a construção do conhecimento do aluno.

Sabendo-se o que vem a ser o *software* educativo, podemos compará-lo com os demais modelos existentes e conhecidos. Um *software* elaborado para a resolução de problemas técnicos, não visa ao desenvolvimento do aluno quanto à assimilação de conteúdos, mas sim capacitá-lo em termos de programas e repetibilidades de passos pré-estabelecidos. Entretanto, como foi supra descrito, o *software* educativo, elaborado e desenvolvido para o ensino, poderá enfatizar o mesmo assunto, mas de forma a enfatizar o poder crítico e de assimilação de conteúdos.

Alguns exemplos

Um exemplo simples, porém muito elucidativo da aplicabilidade do computador, na educação, é o apresentado por Layman (1985), onde se usa um microcomputador para controlar o período de um pêndulo. Com um computador é possível calcular o período de um pêndulo ao longo de muitas oscilações, mostrando claramente qualquer variação no período. Com os dados sendo armazenados através de *software* adequado, pode-se facilmente registrar 256 períodos distintos e recuperá-los para sua análise posterior. Um estudante que seja capaz de provar as observações intuitivas acerca do efeito da massa, do ângulo de oscilação e dos efeitos de resistência do ar, assim como determinar a constante g (aceleração da gravidade), terá certamente uma introdução completa sobre o estudo do

pêndulo. Tudo isto com a riqueza de detalhes e precisão que é oferecida pelos recursos computacionais.

Um exemplo mais avançado seria um *software* em forma de *video game*, desenvolvido por Santos & Rhan (1993), denominado Vídeo-Rac. Este programa foi desenvolvido para ser uma ferramenta de auxílio para profissionais da Área de Refrigeração e Ar Condicionado como recurso didático-pedagógico ou como recurso profissional a nível de ensino e treinamento. O *software* une as utilidades de se ganhar tempo de cálculos, visualizar todo o processo, ter contato com o mundo da informática e principalmente tornar o estudo atraente e agradável.

Estes exemplos têm apenas a utilidade de introduzir a importância da informática no atual ensino de Engenharia. É claro que a utilização dos computadores não se restringe apenas a estas modalidades. O computador poderá ser usado em várias áreas do ensino e na vida profissional dos futuros engenheiros. Pode-se utilizá-lo como recurso visual, através de programas específicos para apresentações; como ferramenta de cálculos repetitivos; para simulação de processos reais impossíveis de se fazer manualmente ou na prática; para o cálculo interativo de projetos e muitas outras aplicações.

Os recursos computacionais de desenho técnico

Segundo Dias et al. (1993), deverá ser eliminado, com a brevidade possível (sem traumas no corpo docente das Instituições de Ensino Superior - IES), o emprego de réguas, compassos, gabaritos, lápis etc..., da mesma forma como foi eliminado o emprego de réguas de cálculo, substituídas por calculadoras de mão na disciplina de Cálculo Numérico, adotando-se *softwares* do tipo CAD (*Computer Aided Design*) de forma corriqueira. Segundo o mesmo autor, tal substituição pode ser efetuada praticamente sem ônus para a IES por intermédio de parcerias com empresas especializadas como a SKA Automação Industrial Ltda. que firmou termo de doação para a PUCRS (1993).

Contudo, o processo de substituição do Desenho Técnico “manual”, pelos recursos computacionais, deve ser feito com o cuidado para que o aluno não perca as bases necessárias para o perfeito entendimento e elaboração de desenhos, com o rigor que é necessário e exigido em várias áreas da Engenharia, como a Engenharia Agrícola, Civil, Mecânica e a Aeronáutica, por exemplo.

O desenvolvimento de programas computacionais de desenho vem revolucionar não somente o ensino da disciplina específica de desenho técnico, mas também de tantas outras na Engenharia, que são completamente dependentes de figuras, esquemas etc. para sua compreensão e desenvolvimento. O desenho é muitas vezes chamado de “ferramenta do engenheiro”.

CAMPOS,
Alessandro Torres,
FARIAS, Carlos
Vasconcelos.
Reflexões sobre o
ensino de
Engenharia no
Brasil. *Mimesis*,
Bauru, v. 20, n. 2,
39-57, 1999.

Com a possibilidade de se armazenar plantas na memória do computador e poder modificá-las com simples comandos, criou-se uma vasta possibilidade de multiplicar exemplos e exercícios que, se confeccionados manualmente, tornar-se-iam muito demorados e, portanto, impraticáveis.

Outra grande consequência do desenvolvimento de programas de desenho, que têm sua capacidade ampliada toda vez que ocorrem avanços na área de *hardwares*, é a proliferação de cursos específicos de desenho via computador, ministrados fora do ambiente Universitário, visando à reciclagem ou mesmo atualização de profissionais das áreas de Engenharia.

O Engenheiro e a rede de computadores

Uma vez que o Engenheiro lidera grupos nas empresas, sendo responsável pela “introdução e aplicação de inovações tecnológicas e gerenciais” para promover a competitividade de sua organização (Barbieri, 1996), este não pode se fixar ao uso do computador como apenas mais um instrumento de ensino passivo. Nas palavras de Doherty (1998), a Internet tem três grandes características que ainda não são bem reconhecidas pelos seus usuários: prestação, comunicação e interação dinâmica.

A prestação pode ser do tipo de uma mídia simples como um texto puro, ou mídia dual com textos e gráficos, ou ainda como multimídia, envolvendo texto, gráficos, animação, áudio e vídeo.

A comunicação na rede de computadores tem um caráter assíncronico, ou seja, duas ou mais pessoas podem se comunicar com independência de tempo, sem terem que estar na ponta da linha de um aparelho ao mesmo tempo. A comunicação pode ser de uma via (*Web pages*), de duas vias (*e-mails* privados), de uma para várias vias (*e-mail*, *listservs*, grupos de discussão ou conferências eletrônicas), ou ainda podemos ter uma comunicação de várias vias para várias outras (como projetos de grupos submetidos a conferências eletrônicas).

A interação dinâmica é considerada por Doherty (1998) como a característica de maior importância potencial e a mais subutilizada da Internet. O uso da rede permite hoje uma navegação dinâmica, com entradas dinâmicas e com retroalimentação dinâmica. Isto ainda não se tem uma total apreensão de sua vantagens.

Por tudo isto é que se torna necessário que o Engenheiro aprenda as verdadeiras possibilidades do uso das comunicações atuais. A navegação na rede deve ser concebida como buscar algo além do texto passivo. Hoje podem-se localizar os grandes autores, deixando-se mensagens em seus *e-mails*, lerem seus artigos *on-line* e fazendo-se comentários. Também o estudante pode ter sua homepage mantida pela Universidade. Muitos cursos de pós-graduação obrigam ou estimulam seus estudantes a exporem seus experimentos na *homepage* de seu instituto. Assim, o futuro

profissional pode ingressar no mercado de trabalho ainda durante o curso, contribuindo com o debate internacional e fornecendo informações a quem lhe faz contato.

A QUESTÃO DA AVALIAÇÃO

Um dos maiores problemas encontrados pelo professor no seu dia-a-dia, é a avaliação de conteúdos. Como avaliar? Qual a melhor maneira ou instrumento que deve ser utilizado? O que o aluno deve conhecer previamente em termos de conteúdo para ser avaliado? Estes são alguns dos inúmeros questionamentos que os docentes, de uma forma generalizada, fazem e muitas vezes não encontram respostas.

Avaliação de professores

A esmagadora maioria dos docentes acredita que a avaliação de alunos é uma condição intrínseca ao processo de educação. Esta unanimidade torna-se muito menos convincente quando se discute avaliação de docentes.

Na maioria dos casos, a avaliação dos docentes é vista como uma mera formalidade, principalmente nas instituições Federais e Estaduais.

Muitas vezes esta avaliação é feita através de uma série de números que definem horas trabalhadas, carga horária, artigos publicados, titulação atingida, funções administrativas exercidas, horas gastas com extensão etc. Paralelamente, existe um processo através de questionários respondidos por estudantes que avaliam o professor. Todos estes elementos têm sua importância, porém, segundo Medeiros (1993), o quadro fica incompleto se a expressão “Qualidade do desempenho dos alunos” não for incluída. Pouca valia tem a simpatia do professor aos alunos ou sua carga horária elevada quando, ao final do curso, o aluno não consegue utilizar os conhecimentos. O mesmo autor afirma também que Publicações são um índice “perverso” de avaliação uma vez que o professor senior é obrigado a publicar para se manter e gerar recursos para seu departamento, mesmo que isto prejudique a atividade de sala-de-aula.

A avaliação de docentes não deve ser vista pelos professores como um rebaixamento perante os alunos, ou como uma maneira de colocar em dúvida seus conhecimentos e didática. O processo de avaliação dos docentes através dos alunos teria a finalidade de sempre aumentar a qualidade profissional dos futuros engenheiros no mercado de trabalho altamente competitivo dos dias de hoje. Este tipo de avaliação teria também, como finalidade, aprimorar a maneira de exposição dos assuntos pelos docentes e, conseqüentemente, melhorar o relacionamento entre alunos e professores, tornando as aulas mais agradáveis para ambas as partes.

Avaliação dos estudantes

CAMPOS,
Alessandro Torres,
FARIAS, Carlos
Vasconcelos.
Reflexões sobre o
ensino de
Engenharia no
Brasil. *Mimesis*,
Bauru, v. 20, n. 2,
39-57, 1999.

CAMPOS,
Alessandro Torres,
FARIAS, Carlos
Vasconcelos.
Reflexões sobre o
ensino de
Engenharia no
Brasil. *Mimesis*,
Bauru, v. 20, n. 2,
39-57, 1999.

A avaliação de estudantes de Engenharia é vista com muitas distorções por professores e alunos. Não se trata de um processo punitivo, ou de um processo apenas para obrigar os alunos a estudarem. Na verdade, a avaliação não é uma simples contagem de pontos ao final do semestre, mas sim uma forma de conhecer o que o aluno aprendeu, principalmente identificar suas potencialidades para solucionar, de forma criativa, os problemas associados ao exercício de atividades profissionais.

A atitude do professor quanto à avaliação deve ser de incerteza quanto à validade do que pretendeu avaliar, através de algum instrumento. Isto mostra um paradigma real entre a certeza (o professor onipotente) e a incerteza de atuação (o professor consciente de mudanças). Para certas disciplinas de Engenharia, como o caso daquelas que envolvem projetos longos ou cálculos onerosos, utilizando ao mesmo tempo conhecimento teórico do assunto e aplicação prática (através de cálculos), pode-se aplicar o método de avaliação contínua proposto por Medeiros (1993), que abrange basicamente as seguintes medidas:

- introdução de testes versando sobre Pré-requisitos ao início de cada período letivo;
- programação de atividades de Projeto e trabalho prático com programação completa prevista para o curso todo;
- encorajar a discussão de trabalhos fora de sala de aula com alunos, estimulando-se o acerto com orientação e acompanhamento contínuo e não apenas com sistema de provas periódicas;
- apresentação periódica dos trabalhos práticos para o grupo;
- discussão, entre os colegas, dos resultados obtidos.

Não devemos nunca nos esquecer de que a principal e primeira ênfase da educação é a função de ensinar (Enricone, apud Frankenberg, 1993). Com isto, devemos descobrir e desenvolver novos e criativos modos de instrumentalizar os docentes.

Torna-se muito importante, neste caso, a capacidade do docente trazer tranqüilidade aos estudantes, para que estes não tenham seu rendimento afetado devido a um estado de tensão e estresse provocado por um comportamento hostil de seu professor quanto ao ato da avaliação.

CULTURA EMPREENDEDORA E O MERCADO DE TRABALHO DO FUTURO ENGENHEIRO

O atual mercado econômico internacional vem impondo aos países em desenvolvimento um novo comportamento. Há uma grande busca da qualidade total, ocorrendo simultaneamente com a redução máxima de custos. Tudo isto devido, provavelmente, ao elevado grau de competitividade que o mercado vem apresentando atualmente.

As exigências de custo mínimo para os produtos e serviços acabam

por desencadear um processo de demissões e redução de pessoal, para que as empresas consigam se manter competindo no mercado. Tudo isto irá determinar um novo comportamento nas instituições de ensino.

O enxugamento de pessoal nas empresas cria uma nova modalidade de serviços, através da terceirização, que se caracteriza por exigir uma qualidade cada vez maior dos profissionais, devido à competição que ela provoca.

Tradicionalmente, as instituições de ensino vêm formando profissionais com o objetivo de ingressarem no mercado de trabalho como empregado e não como empregador. No entanto, segundo o CREA-MG (1995a), não é dentro das grandes organizações que estão as oportunidades de emprego mas sim nas micro e pequenas empresas, cuja função é cada vez mais decisiva no mercado.

Fazem parte deste cenário a crescente globalização da economia e a busca de maior competitividade, a intensificação e democratização do uso da tecnologia, a implantação de programas como o de Qualidade Total, Reengenharia e a migração de emprego, das grandes empresas com expressiva massa de assalariados para a pulverização de empreendedores, ocupando novos nichos do mercado.

O CREA-MG (1995b) afirma estar pautando sua atuação no sentido de atuar junto às instituições de ensino médio e superior na área de Engenharia, Arquitetura e Agronomia e o Conselho Nacional de Educação objetivando a adaptação, em seus currículos, de matéria relativa à formação de Empreendedores de modo a propiciar, ainda na escola, a interação tecnológica necessária ao exercício do papel de empreendedores, pelos futuros profissionais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo não tem a pretensão de ditar as novas regras ou diretrizes que devem ser seguidas no ensino de Engenharia no país. Seu principal objetivo é alertar o meio acadêmico para importância de se evoluir continuamente a maneira de ensinar Engenharia. Como existem várias áreas de Engenharia, as sugestões e críticas aqui apresentadas devem ser analisadas de uma maneira “não generalizada”, sendo que cada ramo tem suas peculiaridades e características próprias, que irão influir fortemente no currículo e na maneira de exposição das disciplinas.

CAMPOS, Alessandro Torres, FARIAS, Carlos Vasconcelos. Reflections about engineering teaching in Brazil. *Mimesis*, Bauru, v. 20, n.2, p. 39-57, 1999.

CAMPOS,
Alessandro Torres,
FARIAS, Carlos
Vasconcelos.
Reflexões sobre o
ensino de
Engenharia no
Brasil. *Mimesis*,
Bauru, v. 20, n. 2,
39-57, 1999.

ABSTRACT

CAMPOS,
Alessandro Torres,
FARIAS, Carlos
Vasconcelos.
Reflexões sobre o
ensino de
Engenharia no
Brasil. *Mimesis*,
Bauru, v. 20, n. 2,
39-57, 1999.

Brazil's engineering teaching is about to complete 120 years. Many things have happened during this time. The traditional graduation courses have taken new configuration, and due to emerging technologies several engineering sub-area courses have been created. With the technological evolution, mainly in the fields of electronics and computers, the style of the engineering professional has gradually taken a new form. To attend the new necessities of this new engineer profile, the courses also had to be changed in order to meet current needs.

This technological evolution does not refer only to the engineering course program content, but also to the form through which it will be taught; therefore, an ongoing revolution in this knowledge area is at work.

All the emerging technology is linked to computers, from design conception and calculus to execution of projects on the computer aided designing systems. This development has caused a search for computerized resources in the academic ambient both as work tool and didactic resource.

In this discussion, a review of bibliography serves four objectives: to verify what has been done so far and what direction the engineering teaching will take, to conduct a critical analysis of the topics approached and finally, to make suggestions based on the studies and on our experience as engineering students and professors.

Key Words: engineering, engineering teaching, teaching evolution.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBIERI, F. E. O Engenheiro no Contexto da Globalização. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 24, 1996, Manaus. *Anais...* Manaus: Editora da Universidade do Amazonas, 1996.

BUENO, B. S., PEREIRA NETO, J. T. *Engenharia Civil: ensino e atividades profissionais*. Viçosa: UFV, 1980. n. 60. 10p.

CREA-MG. *Guia do estudante: Conceitos básicos*. Belo Horizonte: CREA, 1995a. 32p.

CREA-MG. *Guia do estudante: Legislação*. Belo Horizonte: CREA, 1995b. 56p.

CREA-SP. *Contribuição do CREA-SP ao Ministério da Educação e do Desporto sobre Propostas de Diretrizes Curriculares*. [on line] São Paulo: CREA, 1999. Disponível na internet via URL: <http://www.creasp.org/2versao/educac2.htm>. Arquivo capturado em 24 de junho de 1999.

- DIAS, G. A. D., TELLÓ, M., HAFFNER, S. L. Tendência e propostas para modernização do curso de Engenharia Elétrica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 21, 1993, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: Editora da Universidade Federal de Minas Gerais, 1993. v. 2.
- DOHERTY, A. The Internet: Destined to become a passive surfing technology? *Educational Technology*, Englewood Cliffs, v. 11, p. 61-65, 1998.
- EINSTEIN, A. *Notas Autobiográficas*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1982. 88p.
- FERNANDES, S. G. P. Algumas considerações sobre o ensino de Física no Brasil e seus reflexos na formação dos professores. *Mimesis*, Bauru, v. 18, n. 1, p. 53-63, 1997.
- FORESTI, M. C. P. Educação a Distância na Formação Continuada de Docentes na Universidade: Reflexões em torno de uma proposta metodológica. In: CONGRESSO ESTADUAL PAULISTA SOBRE FORMAÇÃO DE ECUCADORES, 4, 1996, Botucatu. *Anais...* Botucatu: UNESP, 1996. Anais em CD-Rom.
- FRANKENBERG, C. L. C. O docente de engenharia em relação ao uso de software como instrumento de ensino-aprendizagem. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 21, 1993, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: Editora da Universidade Federal de Minas Gerais, 1993. v. 2.
- GEORGIA State University. *GSU Master Teacher Program: the lecture*. Atlanta: [on line] GSU, 1999. Disponível na internet via URL: <http://www.gsu.edu/~dschjb/wwwlect.html>. Arquivo capturado em 23 de junho de 1999.
- GETSCHKO, N. Novas Técnicas para o ensino de Projetos de Máquinas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 21, 1993, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: Editora da Universidade Federal de Minas Gerais, 1993. v. 2.
- GOMES, L. P., MORAES, P.C. Questionários empregados no curso de Engenharia Civil de Poços de Caldas: Base para uma avaliação sistemática. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 21, 1993, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: Editora da Universidade Federal de Minas Gerais, 1993. v. 2.
- LAYMAN, J. W. Los microordenadores como instrumentos de laborato-
- CAMPOS, Alessandro Torres, FARIAS, Carlos Vasconcelos. Reflexões sobre o ensino de Engenharia no Brasil. *Mimesis*, Bauru, v. 20, n. 2, 39-57, 1999.

CAMPOS,
Alessandro Torres,
FARIAS, Carlos
Vasconcelos.
Reflexões sobre o
ensino de
Engenharia no
Brasil. *Mimesis*,
Bauru, v. 20, n. 2,
39-57, 1999.

rio. In: WENHAN, E.J. (Org.) *Nuevas tendencias en la enseñanza de la física*. Paris: UNESCO, 1985. v. 4. p. 199-201.

MEDEIROS, E. B. Avaliação contínua: um método para otimização do ensino de engenharia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 21, 1993, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: Editora da Universidade Federal de Minas Gerais, 1993. v. 2.

PERES, A. E. C., GALÉRY, R. O ensino de Engenharia de Minas e seu papel na sociedade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 21, 1993, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: Editora da Universidade Federal de Minas Gerais, 1993. v. 2.

SANTOS, P. R. P., RHAN, M. A. S. Video-Rac: Um recurso didático para o ensino de refrigeração e ar condicionado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 21, 1993, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: Editora da Universidade Federal de Minas Gerais, 1993. v. 2.

SOUZA, J. de M. e. Modernização dos Cursos de Engenharia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 21, 1993, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: Editora da Universidade Federal de Minas Gerais, 1993. v. 1.

UEHARA, M. Engenharia e Ciências Básicas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 21, 1993, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: Editora da Universidade Federal de Minas Gerais, 1993. v. 1.

VIEIRA, V. P. P. B. Ensino e pesquisa em recursos hídricos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 21, 1993, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: Editora da Universidade Federal de Minas Gerais, 1993. v. 2.