

REFLEXÕES SOBRE O ENSINO DA ENGENHARIA NO CONTEXTO DA EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA

Paulo Márcio da Silveira – pmarcio@iee.efe.br
Universidade Federal de Itajubá, Instituto de Sistemas Elétricos e Energia - ISEE
Av. BPS, 1303
37500-906 – Itajubá – MG.

***Resumo:** A ampla evolução científico-tecnológica, sua difusão e uso pelo setor produtivo e pela sociedade em geral, têm trazido profundas transformações promovendo a 'mundialização' da cultura e influenciando a globalização das finanças e da produção. Sabe-se que os conhecimentos científicos e tecnológicos vêm crescendo exponencialmente desde a segunda guerra mundial. A continuidade desta dinâmica implica que, dentro de dez anos, 50% dos objetos que estarão em uso, não terão sido sequer inventados. Empresas em geral têm enfrentado problemas para lidar com tal situação. Destaca-se a área da engenharia, tanto no setor produtivo quanto no ensino superior. Quanto a este último, o mesmo tem passado por uma crise de valores, onde o entendimento tradicional sobre o que representa profissão, trabalho, educação, universidade, pesquisa e desenvolvimento, começa a se mostrar irreal. Como poderão as universidades, principalmente as engenharias, sobreviverem sem cair na chamada obsolescência moderna? Como combinar a rapidez do surgimento de novos conhecimentos e um ensino de qualidade, de tal modo a evitarmos a formação de "analfabetos tecnológicos"? Questões como estas serão abordadas neste artigo, procurando trazer novas luzes para o cenário acadêmico, contribuindo assim para a busca de uma capacitação mais abrangente dos docentes e formação mais integral dos discentes.*

***Palavras-chave:** Evolução Tecnológica, Mercado de Trabalho, Ensino do Futuro*

1. INTRODUÇÃO

Assiste-se no mundo de hoje profundas transformações sobre todos os setores da sociedade incluindo a educação. Dentre os fatores que causam tais mudanças estão a rápida evolução do conhecimento científico e tecnológico e a acelerada produção de bens e serviço. Destaque pode ser dado ao espetacular desenvolvimento das tecnologias de informação e das comunicações, os quais tem estreitado relacionamentos intercontinentais, estabelecendo diferentes concepções de tempo-espaço, promovendo a mundialização da cultura e do conhecimento e influenciando as finanças globalizadas. Não é raro ouvir dizer que o mundo se tornou uma grande aldeia global.

Também no cenário nacional essa nova ordem se faz transparecer, obrigando as empresas e demais setores da sociedade Brasileira, incluindo as universidades, a encontrarem novos pontos de equilíbrio em suas relações comerciais, sociais, culturais, políticas e, até mesmo, religiosas.

Sem dúvida, é o setor da engenharia um dos mais afetados por todo esse frenesi, considerando que ela, a engenharia, é a principal agente responsável pelas inovações tecnológicas, mas, ao mesmo tempo, é a ciência que mais sofre pressão pelas demandas e exigências de um mundo moderno e sedento por novidades que possam trazer conforto, bem estar e qualidade de vida.

Embora isso seja uma verdade, a extrema não linearidade na relação dos diversos fatores, principalmente da economia, produz um complexo movimento de instabilidade no mercado de trabalho, incluindo a baixa oferta de emprego, incluindo aos engenheiros, sobretudo aqueles provenientes das chamadas engenharias clássicas: civil, mecânica e elétrica. Tal fenômeno provoca um baixo interesse por tais cursos nas universidades, não somente no Brasil como em diversas partes do mundo. Como consequência, questões importantes passam a fazer parte da vida cotidiana das faculdades ou institutos de engenharia de muitas universidades, muito embora tais dúvidas não sejam restritivas a esta área. Dentre estas questões citam-se: como atrair bons alunos para os cursos de engenharia? Como buscar qualidade do ensino contornando a presente situação? Como preparar de maneira adequada professores, alunos e profissionais para esta *infoera*? Haverá realmente como adequar o ensino/treinamento diante de uma tecnologia que evolui vertiginosamente? Estas questões não são tão simples de serem respondidas, porém, é possível refletir sobre elas no sentido de poder contribuir com idéias que, somadas a outras, de diversas partes do Brasil e do mundo, tragam luzes para esse novo mundo ainda no seu alvorecer.

Assim sendo, seguem algumas reflexões considerando a evolução tecnológica e suas consequências para a sociedade, a qual inclui a universidade e os novos rumos vislumbrados para o ensino da engenharia.

2. A EVOLUÇÃO DA TECNOLOGIA

Sociólogos e historiadores dividem a evolução do conhecimento em cinco estágios ou eras que vão desde a pré-história até os dias atuais: (i) a era da caça/captura, (ii) a era agrária/pastoril, (iii) a era industrial, (iv) a era pós-industrial e (v) a era da tecnologia da informação, denominado por alguns autores de *infoera* (Zuffo e Gama, 1996).

É certo que a partir do século XIX, quase já na era pós-industrial, foi intensificada a busca e a apropriação de conhecimentos científicos para a produção de tecnologias. Desde então os conhecimentos científicos e tecnológicos cresceram exponencialmente, sendo que mais de 80% deles foram gerados a partir da segunda guerra mundial. Extrapolando tal taxa de variação, chega-se à conclusão de que a cada 4 ou 5 anos, grande percentual dos novos utensílios e dispositivos em uso no final de cada período, sequer terão sido imaginados no período anterior.

É curioso dizer que cada uma das quatro primeiras eras teve duração cada vez menor em relação a anterior. Pode-se então relacionar tal duração com a velocidade com que os diferentes grupos humanos se interagem trocando conhecimentos. Como esta interação depende da tecnologia disponível para a difusão das idéias, dos bens e dos serviços, conclui-se então que a era atual, da qual já estamos vivendo, terá como características: duração muito curta, muitas mudanças e, ao mesmo tempo, confundindo o surgimento de novas eras.

Estas mudanças tão rápidas já passaram a fazer parte do cotidiano da humanidade graças ao avanço da microeletrônica, da informática e das comunicações. A Internet é o instrumento mais palpável desta revolução que se instalou no nosso meio nos últimos anos, difundindo idéias, bens e serviços ao redor do mundo quase que instantaneamente.

Estima-se hoje mais de 600 milhões de computadores ao redor do mundo e diz-se que o grande *boom* do comércio eletrônico está apenas começando. Projeta-se para ano 2015, milhões de brasileiros utilizando supercomputadores de bolso e uma quarta geração de celulares interligando todas as redes, viabilizando a computação sem limites ou a *pervasive computing*. Dispositivos tais como, *Video-telephone-computing*, TV digital, *Video on Demand (VOD)*, *Wi-Fi*, *Personal GPS*, etc., serão a bola da vez.

Especificamente na engenharia elétrica, sistemas de potência e sistemas industriais, áreas de atuação dos autores, nunca se viu tanta inovação em tão curto espaço de tempo. Automação de usinas e subestações, previsão e controle de carga, sistemas integrados de medição e controle de processos *on-line*, proteções numéricas de alta velocidade, robotização, etc., associados a invenções de novos equipamentos com tecnologia ótica e materiais inteligentes. Tudo isso em pouco menos de duas décadas passaram a fazer parte do cotidiano das empresas de energia e da indústria em geral. E, como a criação de novos conhecimentos não dá trégua, as inovações tecnológicas continuam avançando. Aí emerge uma pergunta que não quer calar: onde tudo isso vai parar?

Para o futuro mais remoto surgem cientistas visionários, mais fantasiosos que racionalistas, e apresentam esboços imaginativos desse admirável mundo novo. Críticas a parte, indícios de uma outra evolução de grande impacto para a humanidade está em seus primeiros passos e, para um futuro não tão remoto surge, como um dos frutos da Nanociência e da Nanotecnologia, a assim chamada Computação Quântica.

Quando em 1965, Gordon Moore, co-fundador da Intel, afirmava que “o número de transistores que podem ser colocados em um único *chip* iria dobrar a cada ano”, certamente ele não imaginava essa outra revolução, quem sabe, pode-se dizer, outra era mais espantosa que a atual.

Fato é que a Lei de Moore continua válida até os dias de hoje, tornando o “tamanho físico” dos *bits* cada vez menores. Em outras palavras, o tamanho dos componentes eletrônicos, que representam *bits* em *chips* de computadores, vem sendo reduzido vertiginosamente desde 1950, projetando-se para 2020, elementos de dimensões atômicas. Isto quer dizer que, daqui a alguns lustros, 1 *bit* de informação será representado por um único átomo.

Aparentemente isto significa o limite físico natural do computador. Com um átomo representando um *bit*, não há mais como aumentar a densidade de *bits* por *chip* e, por sua vez, a capacidade dos computadores. Espantosamente isto não será verdade, pois na escala atômica, o paradigma clássico da Máquina de Turing deixa de ser válido. Quem passa a governar os fenômenos físicos nessa escala é a Mecânica Quântica e, neste caso, os processos computacionais deverão obedecer às leis dessa teoria física, e não mais às regras de uma idealização matemática concomitante à física clássica de Newton e Maxwell.

É sabido que, no computador clássico, cada *bit* somente pode adquirir valores “0” ou “1”, mutuamente excludentes. Já no computador quântico os *bits* podem simultaneamente adquirir os valores “0” e “1”, ou seja, entra em ação a propriedade da *superposição de estados quânticos*. Esta propriedade já tem sido demonstrada em diversos laboratórios do mundo, (Oliveira, 2000) representando um ganho de velocidade de processamento que ultrapassa a nossa imaginação.

Algoritmos quânticos têm sido utilizados para demonstrar a capacidade de processamento. Assim, para fatorar um número cujo comprimento é de 512 *bits*, tal algoritmo leva apenas 34 segundos, ao passo que para um supercomputador clássico o tempo é de 4 dias. Um número formado por 2048 *bits* leva 36 min contra 100.000 bilhões de anos se fosse utilizado um computador clássico. Tal algoritmo demonstra que no dia em que computadores quânticos estiverem em uso, mensagens criptografadas classicamente deixarão de ser secretas. Isto para citar apenas uma das mudanças que irá interferir no cotidiano de todos. Certamente, os próximos 15-20 anos serão muito interessantes para as ciências computacionais.

3. O MERCADO DE TRABALHO E SUAS NOVAS EXIGÊNCIAS

Toda essa evolução, resumida anteriormente em poucas palavras, especialmente a da microeletrônica, particularmente representada pela evolução das tecnologias de informação e das comunicações, vêm afetando ao longo destes últimos anos as habilidades, as qualificações e as competências dos profissionais, recaindo na prática do trabalho de todas as áreas do conhecimento humano.

Certamente os impactos das novas tecnologias parecem não acometer igualmente sobre todos as atividades e ocupações que as incorporam. No entanto, enxerga-se claramente que, em alguns casos, tal avanço tecnológico vêm causando o desaparecimento de ocupações preexistentes. Neste sentido, a globalização vem sendo transformada, por ignorância de alguns e ambição exacerbada de outros, “em um mega espetáculo que nem sempre revela os seus bastidores, como o desemprego, a perda do poder do Estado frente ao mercado e o fortalecimento do imperialismo de países ricos, dentre outros aspectos” (Chiganer et al. 2003). Um exemplo a ser observado é o caso das máquinas agrícolas cada vez mais eficientes, bem como das espécies agrícolas de grande resistência contra doenças. Estas invenções e descobertas provocam problemas sociais sérios como o desemprego no campo, o êxodo rural e o aumento das tensões sociais. Outros exemplos em outras atividades, o próprio leitor deve conhecer. Com certeza isso merece uma reflexão aprofundada dos cientistas e dos

empreendedores, devendo inclusive fazer parte da formação dos engenheiros, no sentido de buscarem soluções para esse lado obscuro da modernidade.

Por outro lado, há de se constatar também a manutenção de certas atividades, bem como a criação e recriação de outras. Essa dinâmica moderna do mercado de trabalho vem provocando transitórios/acomodações cada vez mais presentes. Vejamos:

1 - A rapidez de colocação de produtos no mercado e a rapidez de modificação desses produtos com introdução de novas tecnologias, tem sido, quase sempre, uma decisão de fabricantes, muitas vezes não discutidas e não planejadas pelos usuários. Tais procedimentos acabam por gerar alterações estruturais e comportamentais de tal magnitude, e às vezes tão inesperadas, que as empresas demoram em acompanhá-las e adaptarem-se aos novos métodos. Isto acaba levando a uma lacuna entre o avanço científico/tecnológico e a capacidade de reorganização dos usuários finais. Exemplificando tal fato, a pouco tempo atrás as empresas de energia elétrica contavam com equipes bem distintas para trabalharem nas áreas de controle e proteção. Hoje, a integração de grande número de dispositivos (*Intelligent Electronics Devices – IEDs*), por exemplo dentro de subestações automatizadas, influencia decisivamente nos procedimentos de manutenção/operação, bem como obriga a existência de equipes mistas, cujos conhecimentos técnicos devem envolver no mínimo sistemas de proteção, controle, comunicação de dados, *software* e *hardware*, compatibilidade eletromagnética, etc.. Tal exemplo nos remete a uma segunda reflexão.

2 – Com a evolução tecnológica, a multiplicidade de conhecimento para um profissional tende a ser cada vez maior. Como exemplo, não é raro nos dias atuais que um engenheiro eletricitista tenha que ter ao menos noções de sistemas digitais, comunicação de dados, fibras óticas, computação, *software*, além de todo o conhecimento inerente à sua formação. Considerando ainda que muitas das novas tecnologias não são de substituição imediata, elas deverão coexistir durante certo tempo com as tecnologias tradicionais, significando um aumento do universo de atuação dos profissionais da área.

3 – Frente à grande quantidade de inovações tecnológicas, muitas questões passam a fazer parte da dinâmica dos profissionais comprometidos com os processos de produção de insumos, bens e serviços, com a operação dos sistemas/equipamentos e manutenção dos mesmos. Pode-se citar, por exemplo: (i) os esforços de padronização, (ii) o desenvolvimento de novos procedimentos, (iii) a elaboração de novas normas de fabricação, de operação, de manutenção, etc., (iv) novas preocupações com o fluxo de dados, a flexibilidade quanto às modificações e tantos outros. Estas e outras questões vêm se tornando assuntos importantes e frequentes nos fóruns nacionais e internacionais. O que se deseja é buscar soluções, minimizar problemas, estabelecer regras, etc.

4 – As inovações tecnológicas produzidas pelas ciências transformam a sociedade, e essa sociedade tecnicizada, por sua vez, acaba por transformar a própria ciência. Entram em jogo interesses econômicos, capitalistas e o interesse do Estado, os quais desempenham um papel ativo nesse emaranhado de ações de acordo com suas finalidades, seus programas e subvenções. Assim, as últimas décadas foram também marcadas por índices elevados de desemprego afetando as áreas da engenharia clássica. Isto tem ocorrido, principalmente, devido à falta de investimentos em áreas estratégicas que necessitam de tais profissionais. No setor de energia elétrica, seja nas concessionárias, principalmente pós-privatização, ou nas grandes empresas multinacionais, a política de corte de pessoal, a paralisação de obras e contenção de custos tem contribuído muito para este quadro. Acredita-se que tal panorama tende a melhorar pela necessidade de investimento ou pelo crescimento econômico anunciado. Neste caso, o mercado atrairá novamente um maior número os profissionais recém-formados.

Diante de todas estas constatações fica óbvio que o mercado de trabalho passará a buscar profissionais cada vez mais qualificados, o que já tem ocorrido atualmente. Como são os engenheiros os principais responsáveis em promover a adaptação dos avanços tecnológicos nos procedimentos de planejamento/operação/manutenção dos sistemas, estes profissionais são olhados cada vez mais com olhos clínicos por parte dos empregadores. Tal realidade abre

uma ampla discussão entre os formadores destes profissionais, cuja pergunta básica é: como deve ser o engenheiro do futuro? Embora não seja tão simples a resposta para tal questão, diversos autores (Colenci Jr., 2000, Kravchychepr 1999, Soledade 1999 Figueiredo 1997 Shiga 1995) vêm apontando características, muitas das quais unânimes e já conhecidas, as quais procurou-se agrupar nas linhas a seguir:

- ter sólida formação geral de sua profissão;
- domínio das ciências básicas (matemática, física e química);
- domínio de linguagens computacionais;
- domínio de pelo menos uma língua estrangeira;
- disposição para uma ampla formação continuada;
- formação tecnológica atualizada;
- ser autodidata, possuir ampla cultura e senso de curiosidade por novos conhecimentos;
- possuir formação gerencial;
- possuir alto sentido ético, social e responsabilidade profissional;
- deve ter capacidade de comunicar suas idéias, expressar-se claramente e defender seus projetos;
- ser capaz de trabalhar/coordenar equipes multidisciplinares e tomar resoluções conjuntas;
- possuir mentalidade aberta e atitude positiva diante da vida com bom relacionamento humano;
- ter habilidades para lidar com imprevistos e capacidade de reconhecer problemas e solucioná-los;
- ter iniciativa, ser dinâmico, ser criativo, flexível e aprender com rapidez para desenvolver soluções tecnológicas e integrar o saber de várias áreas do conhecimento;
- saber negociar mediante pressão;
- deve possuir uma ampla visão sistêmica de forma que possa entender a interdependência e o alcance social de suas ações como agente decisivo. .

Como se depreende, as preocupações na formação do engenheiro se estendem para além dos aspectos cognitivos, abrangendo também os aspectos comportamentais. Baseado então em tais conclusões é que a universidade irá interferir através de sua ampla formação, deixando suas marcas as quais devem ser tão profundas quantas forem as exigências da era vigente.

4. A UNIVERSIDADE ATUAL

A formatação curricular atual da maioria dos cursos de engenharia no Brasil ainda é concebida sob a influência da Resolução 48/76 do extinto Conselho Federal de Educação (CFE). Normalmente os cursos, em suas diferentes fases, estão divididos em dois ciclos: o básico e o profissionalizante.

Ocorre que na maioria das vezes as fases e os ciclos são desconexos, o que na realidade é um verdadeiro paradoxo em relação à prática da própria engenharia.

No atual sistema cartesiano, dá-se muita ênfase à necessidade de cumprimento dos programas, o que leva o professor a um mero executor de ementas, as quais são simplesmente espelhadas em livros e materiais didáticos, impondo limites à criatividade e à inovação.

Falhas são constatadas ao longo dos anos de formação e, ao tentar corrigi-las isoladamente, passa-se a impressão de que tais emendas provocarão outras falhas naquele outro período ou naquela outra disciplina. É como se fossem *softwares* corrompidos. Não basta “deletar” ou instalar determinado *driver*, pois o problema possui dimensões maiores e, muitas vezes, a única solução é a completa formatação do HD com a reinstalação dos programas.

É certo que a capacitação dos professores por meio de cursos de mestrado e doutorado tem beneficiado bastante os programas curriculares, melhorando a qualidade dos cursos.

Porém, há que se constatar também que embora isso seja uma verdade não houve grandes evoluções nos processos didáticos. A metodologia do quadro negro e do giz ainda persiste na grande maioria das universidades.

Aliando tais questões às necessidades das empresas que reclamam por profissionais mais qualificados e cujo perfil refletimos a pouco, chega-se a conclusão de que a formação acadêmica tradicional, simplesmente tecnicista Newtoniana-Cartesiana, não encontra mais eco no mundo moderno, sob o ponto de vista profissional.

O passar destes anos tem-nos despertado para o fato de que a universidade moderna é peça importante, quicá fundamental, na geração e difusão do conhecimento e que o seu compromisso não é apenas com a cátedra do saber, com a cultura dos livros e a sua transmissão. Assim, no que diz respeito ao ensino da engenharia, mudanças profundas nos cursos passam a ser necessárias, uma vez que nesse âmbito a evolução tecnológica caminha a passos mais acelerados que as mudanças dos currículos ou quaisquer outras adaptações no interior das instituições de ensino.

Certamente não haverá a necessidade de uma “limpeza completa do HD”, mas a universidade deverá estar preparada para uma modificação mais ampla nos seus padrões de formação.

É certo que a complexidade do momento, atrelada à escassez de recursos financeiros, à política de pouca contratação e as demais deficiências do ensino, dificultam mudanças mais radicais e necessárias nas formas curriculares e nas metodologias de ensino. O fundamental é que a instituição esteja aberta para novas propostas pedagógicas e a eventuais correções de rumo, de modo a promover um profissional com sólida formação em conceitos e princípios básicos, habilitando-o a adquirir conhecimentos durante a sua vida profissional. Cabe ressaltar que quaisquer alterações metodológicas passam necessariamente por mudanças de mentalidade dos próprios professores e alunos acostumados ao *establishment* e que, portanto, existe uma certa resistência ao novo.

5. NOVOS RUMOS DO ENSINO DO ENSINO DA ENGENHARIA

Para que tais objetivos sejam alcançados, a universidade deve trabalhar perseguindo as seguintes metas:

5.1 Mudança no enfoque e na metodologia do ensino

Nenhuma universidade será capaz de formar um engenheiro com todas as qualidades antes listadas e nem mesmo dará a garantia de que ele continuará atualizado pelo resto da vida profissional. A universidade deve antes de tudo, desenvolver no aluno, futuro profissional, a capacidade de auto-aprendizado. Isso só pode ser conseguido enfocando o ensino dos conceitos básicos e não das tecnologias de ponta.

Aliado à mudança de enfoque, vem a mudança do ensino. Esta deve estar na direção da integração dos conhecimentos, na interdisciplinaridade, no trabalho coletivo, na participação dos indivíduos na construção daquilo que os afeta. Assim, a principal ação a ser adotada é a implementação de atividades interdisciplinares, sustentada pela integração dos conhecimentos. Qualquer que seja a mudança curricular, se esta for pensada apenas em disciplinas estanques, sem ligações entre si, poderá não resultar em mudanças efetivas que se pretendem.

A idéia não é fazer apenas uma seqüência de disciplinas, mas sim contraposição de conceitos, aplicação de novas metodologias de tratamento de problemas e tomadas de decisão tecnicamente elaboradas (Péres, 2003).

Cita-se como exemplo a disciplina de “Acionamentos Elétricos”. Este assunto envolve conhecimentos de motores elétricos, eletromagnetismo, circuitos elétricos, eletrônica analógica e digital, além de eletrônica de potência. Para tal caso deve ser repensada a forma de apresentação dos temas a serem estudados, com elaboração de projetos comuns que reflitam a prática da engenharia, bem como as formas de avaliação que integrem conhecimentos de mais de uma disciplina. Isto somente será possível através de uma mudança de postura dos professores envolvidos, bem como dos próprios discentes. Assim como Acionamentos Elétricos, outras disciplinas nos cursos de engenharia possuem forte interdependência. Todos

hã de concordar que atividades de integração de conhecimento e as exigências dos trabalhos de conclusão de curso serão fortemente impulsionadas, pois estas atividades são excelentes para o exercício da interdisciplinaridade.

Dentro desta dinâmica, é necessário existir também uma comunicação maior entre as disciplinas do ciclo básico e do ciclo profissionalizante. Indo mais além, nenhuma disciplina deverá estar desvinculada do contexto social em que o ensino está inserido, sem que seja considerada a historicidade da sua criação e os princípios que permeiam a melhoria de vida da população.

Quanto à prática, alguns elementos devem acompanhar a execução das disciplinas, tais como:

- visão clara da finalidade do curso e a meta a ser cumprida;
- exposição dos temas em seqüência apropriada;
- prática mais intensa de laboratório;
- diminuição de carga horária de sala de aula convencional e um aumento de carga extra sala de aula, tais como atividades de pesquisa, leitura, trabalhos, palestras, etc.;
- maior intercâmbio com outras instituições nacionais e institucionais;
- exposição constante aos problemas reais através de contato com empresas para análise de dados reais, aplicações de campo, etc.

5.2 Mudanças de postura de docentes e discentes

O aperfeiçoamento aqui pregado não significa apenas titulações (mestrado/doutorado ou pós-doutorado), mas também de posturas frente às novas metodologias propostas.

O professor deve assumir muito mais a função de orientador, ou condutor de caminhos para se alcançar os objetivos traçados, do que o de formatador dos cursos tradicionais de engenharia.

Deseja-se, portanto, que professores e alunos interajam nesse ambiente de colaboração, como verdadeiros construtores do conhecimento, num processo evolutivo que transforma o conteúdo, adequando-o às necessidades do ambiente. Os professores atuando como verdadeiros tutores dos alunos e os alunos transformados de simples receptores passivos do conhecimento em solucionadores de problemas, construirão um todo agindo diretamente na construção da disciplina e no perfil profissional desejado.

Do corpo discente espera-se que ele esteja preparado para ser co-responsável pelo andamento das atividades. Alunos devem dedicar-se, em horários extra-classe, às consultas bibliográficas, ao desenvolvimento de atividades práticas adicionais, à participação de debates em fóruns diversos, bem como assumir postura crítico-construtiva diante das questões que lhes são apresentadas.

5.3 Busca de parcerias empresa-universidade

Este é um ponto crucial e de enorme importância para os dias atuais (Silveira e Abreu, 2004). Em decorrência das parcerias, tornam-se viáveis, dentre outros:

- estágios para estudantes nas empresas do setor;
- patrocínio de seminários;
- apoio à capacitação de docentes em áreas de interesse de companhias;
- apoio à edição de livros e materiais didáticos;
- apoio à modernização de salas de aula e de laboratórios.

5.4 Desenvolvimento de novos materiais didáticos e fontes de consulta

Neste aspecto é importante salientar que o ensino das engenharias tem carecido, e com certa urgência, de livros atualizados que contemplem aspectos de nossos problemas e de nossas soluções. Além disso, as universidades e empresas devem pensar na elaboração de materiais didáticos da era da multimídia tais como vídeos e principalmente CDs contendo

programas *tutores*. Estes se caracterizam por transmitir informações de modo pedagogicamente organizado, como se fossem livros animados, vídeos interativos ou mesmo professores eletrônicos. É desse tipo de *software* que se tem a maior carência, tanto em quantidade como em qualidade. Tais instrumentos podem melhorar em muito a compreensão de assuntos difíceis de serem explicados em um simples material didático ou através da mão do professor com um giz entre os dedos. Mais uma vez, salienta-se aqui a necessidade de uma renovação pedagógica dos métodos de ensino e aprendizagem.

5.5 Utilização de tecnologias apropriadas ao ensino e laboratórios bem equipados

Segundo Peres (2003), uma forte tendência entre os professores, quando admitem a existência de problemas na aprendizagem, é a de transferir a responsabilidade de certos fracassos para os alunos ou para as deficiências de ferramentas e de infra-estrutura.

Exageros à parte, existem aí verdades que podem ser confirmadas muitas vezes pelos próprios alunos. Para os professores, tanto das disciplinas básicas quanto das disciplinas profissionalizantes, muitos dos problemas de um determinado curso está na falta de recursos didáticos, tais como laboratórios e bibliotecas bem equipadas, enquanto que para os estudantes a maior deficiência do curso, está na falta de aulas práticas e de laboratórios.

Assim, a aquisição de equipamentos para a modernização de laboratórios torna-se fator importante na mudança de postura na relação ensino-aprendizagem. É certo que este aspecto envolve somas maiores de aporte financeiro, mas que, no entanto, não pode deixar de ser perseguido para a maior qualidade da formação do engenheiro.

Cabe salientar também uma tendência cada vez maior da presença do computador na sala de aula projetando-se, através de recursos de multimídia, explorando-se, ostensivamente, os recursos de imagem, som, texto, gráfico e animação, tão importantes para motivar os alunos aos estudos, pesquisas e desenvolvimento de projetos. Salas de aula modernizadas devem também fazer parte do conjunto de critérios que irão nortear mudanças de postura da universidade.

Dentro de todo este contexto, é necessário que os professores deste século adquiram fluência tecnológica vinculada, principalmente, ao uso de ferramentas digitais no âmbito educacional. “A falta desta fluência cria uma lacuna entre educadores preparados para utilizar mídias digitais, em aulas presenciais e em cursos on-line, e aqueles que na estão habilitados para fazer uso delas” (Mustaro e Queiroz, 2003).

5.6 Ensino a distância

Pode-se entender o EAD de duas maneiras. A primeira é um vasto conteúdo de um curso, disciplina, assunto, etc., disponível em um sistema computacional, acessado à distância, de onde o aluno seguirá um conjunto de regras, incluindo avaliações *on-line* para ser considerado capacitado no assunto. A segunda maneira provém do fato de que vivemos na era da imagem e da pedagogia da tela e um dos recursos mais fascinantes dos dias atuais é a possibilidade da telepresença. Não somente na utilização de canais de TV, cujo telespectador é um sujeito passivo, mas, sobretudo na possibilidade da interação daquele que assiste com aquele que é assistido.

No primeiro modo o ensino a distância (EAD) não significa apenas cursos colocados em *templates* e disponíveis para alunos reais, em locais reais, com professores virtuais e quase nenhuma interação. É mais do que isso. Deve haver conteúdo, e de qualidade. Como não existe nenhuma tecnologia que acelere a criação de vasto conteúdo, professores terão que se esforçar mais uma vez para produzirem tais elementos, muitas vezes mais penosos que a elaboração um livro.

Deve ser enfatizado que a verdadeira revolução que está acontecendo no campo da educação *on-line* é marcada também por uma nova postura do professor. Este deve assumir a função de orientador que auxilia e incentiva os alunos a pesquisar, selecionar e organizar as informações, gerenciar tempo/estudos e construir o conhecimento de forma eficiente.

De qualquer modo a universidade moderna deve perseguir ambas as maneiras de EAD, esta excelente tecnologia que está ao nosso alcance, e vislumbrar uma utilização mais efetiva

da mesma, incluindo a presença de especialistas e empresas dentro das modernas salas de aula através da telepresença.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Procurou-se neste artigo apresentar um conjunto de reflexões, os quais envolvem questões sobre evolução tecnológica e seus impactos sobre o mercado de trabalho. Além disto, apresentar idéias sobre maneiras pelas quais a universidade deve se preparar para formar o engenheiro do futuro.

As mudanças em nossa sociedade e os avanços tecnológicos que afetam todos os setores da sociedade, incluindo a educação, mostram a necessidade de reestruturação da prática de ensino na formação dos engenheiros, implementada por uma reflexão crítica sobre o trabalho do professor em sala de aula e em ambientes com forte presença de dispositivos digitais. Procurou-se enfatizar também, a necessidade premente da interdisciplinaridade a qual deve ser adotada com cuidado e respeito mútuo entre os pares.

Em todos os aspectos, torna-se fundamental uma adequada capacitação também pedagógica ao longo da carreira docente. Sem essa capacitação para o ensino dos novos tempos, os professores continuarão simplesmente a duplicarem suas práticas tradicionais em sala de aula e não se beneficiarão das novas mídias.

Finalmente, deve-se considerar que muitas novidades tecnológicas e novos conhecimentos ainda estão por vir. Neste sentido, espera-se que a união das universidades, dos institutos de pesquisa e das empresas aconteça com uma velocidade e dinâmica compatível com a evolução tecnológica, para que juntas possam canalizar esforços na busca de uma formação mais integral dos profissionais desse admirável mundo pós-moderno.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHIGANER L., LEAL C. E., NETO, L. B., Ensino da Engenharia no Mundo Contemporâneo, In: CONGRESSO MUNDIAL SOBRE EDUCAÇÃO DA ENGENHARIA E TECNOLOGIA, Santos, Anais, CD, 2003

COLENCI, A T. **O Ensino de Engenharia como uma Atividade de Serviços: a Exigência de Atuação am Novos Patamares de Qualidade Acadêmica.** 2000. Dissertação de mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

FIGUEIREDO, R S., Modelagem e Simulação dinâmica de Fenômenos Organizacionais para o ensino de Engenharia. In: XXV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 1997, Bahia. Anais. Salvador, p.196-212.

KRAVCHYCHEPR, M. E., A Educação e as tecnologias inteligentes. **Revista Escola de Pais do Brasil** – Seção Salvador, novembro de 1999.

MUSTARO, P. N., QUEIROZ, V. C., “Quem é o professor do século XXI”, *Jornal o Estado de São Paulo*, 15/08/2003.

PÉRES, A., Atuando com Interdisciplinaridade: Uma Nova Concepção de Currículo no Ensino de Engenharia Elétrica, In: CONGRESSO MUNDIAL SOBRE EDUCAÇÃO DA ENGENHARIA E TECNOLOGIA, Santos, Anais, CD, 2003

SHIGA, A. A., Coluna Linha Direta, **Jornal da Universidade São Judas Tadeu**, São Paulo: Editora da USJT.V, Nº 36, p. 7, abril de 1995.

SILVEIRA, P. M., ABREU, J. P. G., **A Contribuição do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento da ANEEL para a Melhoria do Ensino da Engenharia Elétrica**, XXV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 2004, Brasília. Anais.

SOLEDADE, A. S., Impacto das tecnologias digitais na escolha profissional. **Revista Escola de pais do Brasil** – Seção Salvador, novembro de 1999.

REFLECTIONS ABOUT TEACHING OF ENGINEERING IN THE CONTEXT OF THE TECHNOLOGICAL EVOLUTION

***Abstract:** The wide scientific and technological evolution, its diffusion and utilization by society in general, has brought deep transformation to our life. The production and financial globalism together with the world culture have been influenced by this tremendous evolution. The scientific knowledge has increased exponentially since the Second World War. With this dynamic, within 10 years 50% of the objects that will be in use haven't been invented yet nowadays. All over the world the companies have had problems in managing this rapid evolution. The teachings of engineering have been affected. There is a values crisis and many issues about profession, work, education, research, etc., in order to graduate an engineer must be revised. The crucial question is: how the universities will survive in the world where the technology has developed more quickly than the scholar period? In this paper the author presents some reflections about the actual academic scenery and how the university must prepare the professionals of the future.*

***Key-words:** Technological Evolution, Work Market, Future Learning*