



A ENGENHARIA E OS ENGENHEIROS AO LONGO DA HISTÓRIA

Estéfano Vizconde Veraszto – estefanovv@yahoo.com.br

Fernanda Oliveira Simon – fersimon@uol.com.br

Dirceu da Silva – dirceu@unicamp.br

Jomar Barros Filho – jomarbf@uol.com.br

Norton Almeida – norton Almeida@uol.com.br

Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Faculdade de Educação

Rua Bertrand Russel, s/n – Cidade Universitária “Zeferino Vaz”

13081-970 – Campinas – São Paulo

Caio Glauco Sanchez – caio@fem.unicamp.br

Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Faculdade de Engenharia Mecânica

Rua Mendeleiv, s/n – Cidade Universitária “Zeferino Vaz”

13083-970 – Campinas – São Paulo

***Resumo:** Neste artigo faremos um breve histórico acerca das habilidades e competências dos engenheiros ao longo da história, enfocando desde o homem primitivo da Idade da Pedra, passando pelas primeiras escolas de engenharia do Brasil, pelo Pós Segunda Guerra Mundial, até os dias de hoje. Em cada época, se exigiram dos profissionais em engenharia certas habilidades e competências, além de compromissos diferentes com a sociedade. Atualmente, com o desenvolvimento tecnológico ocorrendo a uma velocidade alarmante nesta sociedade do conhecimento, torna-se importante analisar como o perfil do engenheiro tem mudado ao longo dos séculos, para cada podermos compreender as mudanças que estão ocorrendo hoje. Neste início do século XXI, torna-se necessário que os engenheiros possuam, além de conhecimentos técnicos, habilidades para trabalhar em equipes multidisciplinares, que tenham compreensão dos impactos sociais e ambientais de suas ações e do desenvolvimento dos novos produtos, e que sejam capazes de tomar decisões resolver problemas rapidamente, ao mesmo tempo em que se adapta às mudanças. Desta forma, faremos neste trabalho, uma análise crítica das habilidades e competências necessárias para o exercício da engenharia ao longo dos séculos, enfocando principalmente as mudanças que estão ocorrendo hoje a respeito do perfil dos engenheiros.*

***Palavras-chave:** história da engenharia, habilidades, competências.*

1. INTRODUÇÃO

O que se coloca hoje, no cenário internacional, quando se fala sobre o ensino de engenharia é a necessidade de uma nova formação, ou seja, de uma reestruturação dos cursos de forma a atender às novas expectativas do mercado de trabalho (QUERINO e BORGES, 2002; SILVA *et al*, 2002; BUCCIARELLI *et al*, 2000; ROMPELMAN, 2000, FORGRAD, 1999; MCKEE, 1999; MORAES, 1999; RAGHY, 1999; SILVA, 1999)

Atualmente, muito se tem discutido acerca das novas habilidades e competências do engenheiro contemporâneo. No entanto, para que possamos discutir a emergência destas no



ensino de engenharia, precisamos situar o contexto em que estas transformações estão sendo exigidas. Segundo LINSINGEN *et al* (1999), ao não fazer referência acerca do contexto social, estaremos ignorando as profundas transformações que se processam nas sociedades.

Assim, faremos um breve recorte na história enfocando aspectos dos cursos de engenharia como um todo e as transformações sociais que acabaram por provocar mudanças neste ensino até chegarmos aos dias atuais. Desta forma, tentaremos colocar em evidência as transformações sociais que acabam por configurar o cenário atual e suas implicações no ensino de engenharia.

1.1 O ENSINO DE ENGENHARIA E OS CONTEXTOS SOCIAIS

Não importa o quão longe possamos ir ao passado, o quão distante possamos voltar no tempo, os vestígios do homem na Terra são "*atestados por armas, por utensílios ou pelo resultado da ação do fogo*" (DUCASSÉ, 1987: 13). Nossos antepassados primitivos, os primeiros hominídeos, já utilizavam objetos achados na natureza como instrumentos que lhes garantiam uma extensão do corpo, porém não mostravam nenhuma intenção de modificá-los de forma a torná-los melhores. O potencial tecnológico do homem estava presente, contudo ainda faltava um lampejo do intelecto para que mudanças significativas começassem a ser empreendidas.

Há cerca de dois milhões de anos o *Australopithecus Africanus*, carnívoro segundo evidências encontradas por Richard Leakey, após descer das árvores, deparou-se com dois problemas concretos que precisava resolver de forma imediata: o primeiro era parte de uma necessidade vital, relacionada ao seu hábito alimentar, uma questão de sobrevivência; o segundo problema, era essencialmente de ordem social, pois baseava-se na defesa do seu território (ACEVEDO, 1998; GORDILLO, 2001).

Estas colocações nos trouxeram de imediato à mente a cena de abertura do filme "2001, Uma Odisséia no Espaço", onde Kubrick (1968) reconfigura os primórdios da humanidade mostrando uma descoberta colossal: a concepção da primeira ferramenta, a criação do primeiro utensílio. O hominídeo ao encontrar um esqueleto de um grande herbívoro, apodera-se de um dos seus maiores ossos e começa a desferir golpes contra os restos esqueléticos. De maneira conjunta, intelecto e instrumento, técnica e pensamento, diferenciaram este ser de todos os demais existentes até então. Este nosso antepassado, ilustrado no filme, associa em seus pensamentos o esqueleto encontrado com o animal real. Aquele osso nunca mais seria apenas um osso. Seria um poderoso instrumento de caça e de defesa. Em um instante de deslumbramento atira o osso para cima. Aqui, novamente o gênio de Kubrick entrava em ação: o osso girando no céu transformava-se em uma espaçonave que ganhava os confins do universo. Estava iniciada a odisséia do homem rumo ao progresso e ao desenvolvimento científico e tecnológico (VARGAS, 1994).

Assim surgia o homem, apontando traços de um ser transformador e criador. Somente através do emprego de sua capacidade intelectual primitiva é que foi capaz de estabelecer relações fundamentais que o auxiliaria a modificar o meio, empregando uma técnica até então inexistente. O homem surgiu somente no exato momento em que o pensamento aliou-se à capacidade de transformação. A utilização daquele primeiro instrumento não só dava início à modificação do meio assim como também iniciava um processo de modificação do próprio grupo de hominídeos que o descobriram. O homem ainda não modificara a natureza construindo um novo artefato, mas tão importante quanto isso, o homem acabava de descobrir uma nova função para um osso recém descoberto. Modificando o papel do osso e atribuindo assim, um novo significado para aquele novo instrumento o homem modificava para sempre



as relações sociais que seriam estabelecidas a partir de então. Graças a este imenso prolongamento do corpo, nossos antepassados puderam garantir sua sobrevivência e lutar, sem desvantagem, contra as grandes potências naturais (DUCASSÉ, 1987:15).

Posteriormente estes “quase” homens e mulheres conceberam e produziram a primeira ferramenta de pedra. O acaso talvez os tenha feito perceber, que duas pedras ao chocarem-se poderiam ser lascadas, dando origem a um instrumento que poderia substituir o osso em suas investidas de caça. Ferramentas eram moldadas à base de duros golpes e afiadas por processos de amolação, tudo de maneira muito primitiva e rudimentar, mas que já mostravam o surgimento de todo o potencial criador realizados através de práticas técnicas e tecnológicas. A força deste invento alcançou tamanha magnitude e proporção, de forma que durante um milhão de anos mais não sofreu modificações significativas. Essa fabricação dos primeiros instrumentos de pedra lascada já correspondia a um saber-fazer: uma técnica, que desenvolvida pelos nossos antepassados, fez surgir uma verdadeira "indústria das lâminas", aperfeiçoadas à medida que o tempo ia passando. Despontava, historicamente, o primeiro vestígio do homem engenheiro, pois com estes primeiros artefatos surgia junto o potencial criador e transformador.

Não contentes com a pedra lascada nossos longínquos parentes buscaram a especialização de seu instrumento. Antes destinada a quebrar, esmagar, furar, cortar ou talhar, o instrumento primitivo foi adaptado à ponta de um longo pedaço de madeira com o objetivo de obter melhores condições de caça e ataque. Surgiram, assim, as primeiras lanças, as primeiras técnicas agrícolas, que auxiliaram o surgimento e aparecimentos das grandes civilizações cerca de 4.000 a.C. (DUCASSÉ, 1987: 20-21). A descoberta da confecção de artefatos metálicos, novamente daria um novo impulso na história da humanidade. Em especial, a metalurgia do ferro despontava como uma novidade extremamente fértil. Enquanto o restante do mundo ainda lascava pedra, as civilizações do Mediterrâneo Oriental e da Ásia Ocidental possuíam complicadas e poderosas técnicas da forja do metal, que posteriormente (por volta de 1.400 a.C.) foram levadas até a Europa proporcionando aos gregos e romanos uma adaptação e sofisticação de suas armas.

Passado algum tempo, na Era Medieval, encontramos o que podemos chamar de um verdadeiro antecessor do engenheiro: um certo artesão especial (VARGAS, 1994: 83). Este artesão conjugava os ofícios de carpinteiro, ferreiro, canteiro e pedreiro. Era o construtor de moinhos. Seu trabalho consistia em manejar ferramentas como o machado e a plaina com grande precisão e desembaraço, sabendo furar ou tornejar. Além disso, este artesão conhecia aritmética, geometria e agrimensura, indispensáveis ao seu trabalho. Sabia, por exemplo, calcular a velocidade das máquinas, desenhar plantas ou construir edifícios e barragens. Era um artesão que conseguia aliar a técnica aos conceitos teóricos. Estes conhecimentos eram passados de mestre para aprendiz.

Neste período, podemos identificar uma reestruturação do trabalho de como era feito até então. Em vez de cada profissional dominar apenas algumas habilidades específicas, eles passaram a adquirir um maior número de habilidades, o que lhes permitia fazer o trabalho num tempo mais reduzido (VARGAS, 1994: 83-99).

Por volta do século XVI, com o aparecimento da Ciência Moderna, surgiu o que se entende hoje por Tecnologia. Através da resolução de problemas práticos e da fabricação de novos instrumentos, iniciou-se um processo de transformação do mundo. Uma nova visão surgia: o mundo estava ali para ser explorado e transformado. E as transformações começaram a ocorrer a uma velocidade cada vez maior.

Durante a Idade Moderna (século XV), as necessidades geradas pelas empresas emergentes da construção naval, do transporte terrestre e do desenvolvimento de



equipamentos, tal como a prensa hidráulica começou a delinear um conhecimento mais sistematizado, diferindo dos antigos artesãos habituados a um trabalho mais técnico. Assim, a tecnologia começava a se delinear carregando em si as necessidades e demandas da sociedade (ACEVEDO, 1998).

Neste contexto, podemos dizer que a arte da engenharia propriamente dita desenvolveu-se na Europa dos séculos XVI e XVII, devido à necessidade de criação de novos armamentos e da segurança das fortificações. Nesta época, os engenheiros não se diferenciavam muito, na prática, dos arquitetos.

No entanto, o grande impulso da engenharia ocorreu somente no século XVIII (O Século das Luzes), devido ao impacto das idéias iluministas que acabaram por configurar um novo cenário (CARDOSO, 1999: 206). Com a chegada da burguesia ao poder durante a Revolução Francesa, começaram a ser fundadas na Europa (e principalmente na França) as primeiras escolas de Engenharia (SACADURA, 1999). Estas instituições estavam abertas às inovações e às pesquisas científicas, ao contrário das escolas tradicionais de então, mais voltadas para o ensino enciclopédico e distanciadas da produção econômica. Apesar disso, elas estavam mais voltadas para a formação de tecnocratas do que tecnólogos. Todo o avanço tecnológico era bem-vindo, independente das suas conseqüências ambientais ou sociais. O progresso e o bem-estar estavam ligados a este avanço (BAZZO, 1998).

Neste período na França, o progresso tecnológico teve um salto. Por causa da guerra, e da conseqüente falta de materiais, os químicos buscavam novos produtos que pudessem suprir esta falta. Um exemplo disso é a obtenção de açúcar através da beterraba. No entanto este progresso só foi possível, através da união dos industriais e dos detentores do saber (DUCASSÉ, 1987:117-122), configurando assim uma união entre o que hoje chamamos de academia e o setor industrial.

No Brasil colonial, no entanto, o desenvolvimento da engenharia ficou estagnado por muitos anos, uma vez que foi proibida a instalação de indústrias no país. As escolas de “engenharia” estavam completamente desvinculadas das necessidades reais da nação. O ensino era quase que totalmente prático e sem qualquer análise crítica (BAZZO, 1998).

Durante a Primeira Revolução Industrial, o produto industrial era baseado em conhecimentos da ciência aplicados por intermédio da tecnologia. Nesta época esboçou-se o papel social e econômico da engenharia, uma vez que os engenheiros deviam tentar otimizar o processo industrial, quantificando a força humana e combinando-a com outros fatores de produção (SACADURA, 1999). Desta forma, podemos dizer que os engenheiros passam a precisar de conhecimentos sobre finanças e contabilidade.

Numa segunda fase da Revolução Industrial, o impacto tecnológico sobre a sociedade passou a ser considerado (CARDOSO, 1999: 211). Nesta época, os engenheiros começaram a tomar consciência das implicações sociais de suas ações. Apesar disso, bastava dominar alguns poucos manuais para se estar apto a trabalhar em engenharia.

Com o desenvolvimento científico e tecnológico ocorrendo a uma velocidade alarmante no início do século XX, a produção de conhecimentos também cresceu assustadoramente. A união entre ciência e técnica permitiu ao homem, por exemplo, descobrir novas fontes de energia como o motor a explosão e a eletricidade. Com a invenção do telégrafo, e mais tarde, do telefone as distâncias entre as pessoas se romperam, as barreiras continentais foram quebradas (DUCASSÉ, 1987: 146).

Com o fim da Primeira Guerra Mundial, o engenheiro passa a ter outras funções dentro do processo industrial, chegando a chefia de unidades e direção de empresas (SACADURA, 1999). Com isso, o engenheiro passa a precisar de conhecimentos de administração, gerenciamento e marketing.



Mais tarde, durante a década de 50, as escolas de engenharia teriam sucesso se o aluno tivesse adquirido o conhecimento e as habilidades para começar a sua carreira. Isso significava que eles deviam ser bem preparados nas ciências, uma vez que trabalhavam em complexos industriais-militares ou em sistemas aeroespaciais, cujo foco estava na perícia técnica (BUCCIARELLI *apud* ROMPELMAN, 2000). Além disso, era comum um engenheiro começar e terminar sua carreira em uma mesma empresa. Desta forma, os engenheiros atuavam num mercado pouco competitivo, com tecnologias que se mantinham em uso por um longo tempo (SALUM, 1999).

Já na segunda metade do século XX, a engenharia diversificou-se com o aparecimento de inúmeras especialidades e novas funções exercidas pelos engenheiros. Com isso, aparecerem também novas competências exigidas pelo mercado de trabalho.

No final do século XX e início do século XXI, a globalização da economia e o acelerado desenvolvimento tecnológico, demandam engenheiros com um novo perfil, não mais tão ligado à perícia técnica. Para que as empresas sejam capazes de sobreviver nesta sociedade da informação, elas devem ter flexibilidade para se adaptar às mudanças rapidamente e dominar as tecnologias que as coloquem continuamente na competição global (SILVA, 1999).

1.2 O ENSINO DE ENGENHARIA ATUALMENTE

Os objetivos do ensino de engenharia, atualmente, têm deixado de priorizar apenas a aquisição de conhecimentos formais, traduzidos pelos conteúdos das diversas disciplinas que compõem a sua grade curricular, para enfatizar também a necessidade do desenvolvimento de várias habilidades e competências (ROMPELMAN, 2000; MCNALLY *apud* HUXHAM e LAND, 2000).

Estas são tidas como sendo cada vez mais importantes, pois hoje se entende que o sucesso na área de engenharia requer, além de um bom domínio dos conteúdos de engenharia, por exemplo, a capacidade de identificar, formular e resolver problemas de engenharia, muitas vezes lidando com incertezas e ambigüidades (BUCCIARELLI *et al*, 2000; SMITH JR, 1999); a interação do conhecimento teórico com o prático (ANWAR e FORD, 2001; KOLAR *et al*, 2000; PETTY *apud* ROMPELMAN, 2000; STERNBERG *et al*, 2000); o desenvolvimento de habilidades e competências para interagir com clientes e trabalhar em equipes multidisciplinares e internacionais (FINK *et al*, 2002; LOPES, 2002; WALKINGTON, 2001).

Torna-se imprescindível que eles tenham flexibilidade (ENEMARK, 2002; MARTINS e CARDOSO, 2002) de forma a conviver com as mudanças do dia-a-dia, tanto em relação aos avanços tecnológicos quanto às diferenças sociais e étnicas; a capacidade de refletir sobre as suas próprias ações e tomar decisões (MASSARANI, 2000; CHAKRABARTI *et al*, 1998); capacidade de continuar construindo novos conhecimentos (BUCH, 2002; MOSSMANN *et al*, 2002) assim como de manter-se atualizado com as publicações na área (EVERETT *et al*, 2000); ter responsabilidade profissional e ética (LOWE *et al*, 2000), considerando possíveis impactos ambientais e sociais (ROSEN, 2001); gerenciar tempo, projetos e custos (STERNBERG *et al*, 2000), entre outras.

Ou seja, novas habilidades e competências (não técnicas) têm sido exigidas tanto pela sociedade como pelo mercado de trabalho, para que um engenheiro possa exercer sua profissão. Nas palavras de MORAES (1999):

“O conhecimento especializado está tendo uma duração média cada vez menor e será, possivelmente, substituído ou complementado por outro, o que exigirá novos e constantes



aperfeiçoamentos, impondo, assim, novas qualificações e novas necessidades” (MORAES, 1999)

No entanto, uma primeira análise da estrutura de grande parte dos cursos de graduação em engenharia e, conseqüentemente das práticas pedagógicas que se dão em sala de aula, sugere que tais habilidades e competências não estão sendo desenvolvidas pelos futuros engenheiros de uma forma plena (SIMON et al, 2002; BAZZO, 1998). Segundo NGUYEN (1998):

“Neste ambiente de rápida mudança há (...) um grande foco nas competências técnicas dos engenheiros, mas não suficiente em competências não técnicas tais como comunicação, resolução de problemas e habilidades de gestão: requer-se hoje aos engenheiros graduados um leque de habilidades e atributos mais amplo do que a capacidade técnica antigamente demandada”. (NGUYEN, 1998)

Assim, ao mesmo tempo em que a universidade, na maioria dos seus cursos de graduação, tem apresentado apenas informações sem considerar os contextos sociais, esses cursos não têm permitido que os alunos desenvolvam os seus próprios métodos para resolverem problemas mais próximos da realidade (BARROS FILHO et al, 1999).

Desta forma, muitos graduados têm falta de conhecimento e habilidades que são fundamentais para a prática de sua profissão (RAJU e SANKAR, 1999). Segundo MCCRAW (apud RAJU e SANKAR, 1999):

“(...) muitos engenheiros graduados conhecem pouco sobre finanças, marketing, comunicação, relações de fornecimento a clientes, leis ou qualquer outra destas profissões que compõem o trabalho real e rotineiro de uma organização. Neste mundo de mercado competitivo, este tipo de conhecimento não é apenas um diferencial a mais, é uma necessidade (...)” (MCCRAW apud RAJU e SANKAR, 1999).

Uma possível causa desta defasagem, em parte, pode ser atribuída à forma como as disciplinas dos cursos de graduação em engenharia estão estruturadas. Por exemplo, estas disciplinas são compartimentadas, ou seja, são realizadas de forma estanque, muitas vezes não se relacionando com as demais em nenhum aspecto. Como a sua integração é deixada a cargo dos alunos, esta geralmente não é realizada. Discutindo esta mesma questão, as diretrizes curriculares de engenharia (BRASIL,1999) colocam:

“(...) Frisa-se que os itens abaixo não necessariamente correspondem a disciplinas individuais. Recomenda-se a distribuição dos mesmos ao longo das atividades acadêmicas (...) Administração, (...) Economia,(...) Ciências do Ambiente,(...) Humanidades,Ciências Sociais e Cidadania (...)” (BRASIL,1999).

Embora o documento acima citado dê indicações de que esta temática já começou a ser discutida nos fóruns universitários, verificamos que esta ainda está em seu início e que a compartimentação dos conteúdos das disciplinas é uma realidade, difícil de ser modificada.

A forma como cada disciplina é organizada pedagogicamente, também parece contribuir para o seu isolamento. Muitas vezes, o ensino está baseado apenas na transmissão e recepção de conhecimentos já elaborados. Nesse sentido, este modelo entende a Ciência como sendo um corpo de conhecimentos acabado que se forma por justaposição. No início do ensino, os alunos são encarados como tendo uma mente vazia. A cada aula, o professor transmite (geralmente através de uma exposição oral com o auxílio do quadro-negro) um pouco dos seus conhecimentos para os alunos. Neste modelo, admite-se que os alunos aprendem assistindo às exposições do professor e repetindo, através da cópia, a resolução de exercícios padronizados.

Desta forma, os alunos mantêm atitudes passivas frente ao conhecimento, não possibilitando que se abordem problemas mais próximos da realidade ou que novas



habilidades sejam desenvolvidas. Na qualidade de receptores passivos de informações, o máximo que se consegue é aprender a reproduzir o que já existe. Perde-se a possibilidade de trabalhar com situações-problema mais abertas, de uma forma mais investigativa e criativa, realizando análises qualitativas, propondo e testando hipóteses, trabalhando em grupos de forma cooperativa, testando as limitações dos modelos usados, decidindo que modelo e quais teorias devem ser usadas etc.

Apesar disso, estas novas habilidades e competências têm sido discutidas em simpósios e congressos tanto nacionais como internacionais e em documentos oficiais do MEC (BRASIL, 2002). Algumas pesquisas têm tentado delinear quais são as habilidades e competências necessárias para o exercício da profissão na área de engenharia atualmente.

Por outro lado, encontramos também vários autores (ANDRADE *et al.*, 2002; GRÜNWARD e SCHOTT, 2000) afirmando que as escolas de engenharia continuam a formar técnicos especialistas, de certa forma ultrapassados, pois apesar de serem bem preparados para suas atribuições técnicas, possuem pouca capacidade crítica fora deste contexto.

Apesar das evidências e preocupações, as medidas adotadas para reestruturar os cursos têm sido paliativas e não têm conseguido resolver o problema como um todo. Ou seja, as pequenas alterações colocadas têm se mostrado, na maior parte, ineficazes. Conforme afirma BAZZO (1998):

“Apesar das boas intenções envolvidas no tratamento de tais questões, o remédio, quase sempre o mesmo com pequenas alterações, parece continuar se mostrando ineficaz. As inúmeras e sempre presentes remodelações da grade curricular, as constantes alterações de horários, a procura da diminuição das cargas de aulas expositivas e o reaparelhamento dos laboratórios, isoladamente, não têm constituído boa solução. Quando da percepção da ineficiência de tal tratamento, aumentam-se as doses, mas a enfermidade permanece” (BAZZO, 1998).

2. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo deste trabalho procuramos mostrar um breve panorama da evolução histórica da nossa sociedade desde o surgimento dos nossos primeiros ancestrais até os dias de hoje. Vimos que o potencial criador do homem esteve sempre presente em nossos antepassados, embora surgido de diferentes maneiras em virtude das diversas necessidades que se manifestaram ao longo da história social, política e cultural da humanidade. Com isso pudemos demarcar alguns pontos da evolução histórica das habilidades dos engenheiros até chegarmos aos dias atuais, caracterizados por contínuas transformações graças ao um contínuo fluxo de novos produtos e serviços que invadem o mercado continuamente devido ao um avanço tecnológico que se faz cada vez mais intenso e presente. Um avanço que acontece com uma velocidade nunca antes presenciada na história da humanidade, capaz de proporcionar modificações significativas e contínuas tanto nas relações sociais e nos processos de trabalho, como na aquisição da inteligência, nas formas de comunicação, de trocas de informações e, ainda, no próprio espaço onde se é dado as mais diferentes maneiras de relacionamento entre o homem e o meio.

Com toda a certeza, a sociedade em que vivemos já deu início a um processo de mudança que continuará se acentuando nas próximas décadas, exigindo assim a formação de profissionais com diferentes habilidades e competências das que eram exigidas até bem pouco tempo atrás. Diante deste cenário, o ensino de engenharia não pode continuar inerte e manifestando a mesma prática vigente há décadas dentro de nosso contexto educacional. Uma reestruturação se faz necessária, e urgente para que o engenheiro contemporâneo possa atuar



de maneira plena no mercado de trabalho atual, ou seja, para que o “novo” engenheiro possa desenvolver as novas habilidades e competências que se fazem necessárias.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACEVEDO, G. D. R. Ciencia, Tecnología y Sociedad: una mirada desde la Educación en Tecnología. **Revista Iberoamericana de Educación**, n. 18, 1998, p. 107-143. Biblioteca Digital da OEI (Organização de Estados Iberoamericanos para a Educação, a Ciência e a Cultura). Disponível em: www.campus-oei.org/. Acesso em 17/08/2002.

ANDRADE, L. F. S.; CASTRO, R. P.; PEREIRA, L. T. V.; BAZZO, W. A. A influência da velocidade do desenvolvimento científico-tecnológico na formação do engenheiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 30., 2002, Piracicaba. **Anais eletrônico**. Piracicaba: ABENGE, 2002, [CD-ROM].

ANWAR, S. e FORD, P. Use of a case study approach to teach engineering technology students. **International Journal of Electrical Engineering Education**: Sackville St., v. 38, n.1, p. 1-10, 2001.

BARROS FILHO, J.; SILVA, D.; SANCHEZ, C.G.; ALMEIDA, N.; SILVA, C.A.D.; LACERDA NETO, J.C.N.; ORDONES, J.F. Resgatando no passado novas perspectivas para o ensino de engenharia In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA MECÂNICA, 15, 1999. Águas de Lindóia. **Anais eletrônico**. Águas de Lindóia: ABENGE, 1999, [CD-ROM].

BAZZO, W. A. **Ciência, Tecnologia e Sociedade: E o Contexto da Educação Tecnológica**. Florianópolis: EDUFSC, 1998. cap.2.

BRASIL – MEC Ministério da Educação e do Desporto Diretrizes Curriculares nacionais dos Cursos de Engenharia. Parecer CNE/CES 1362/2001. **Diário Oficial da União**, Conselho Nacional de Educação/ Câmara de Educação Superior, Brasília, DF, 25 fev. 2002. Seção 1, p. 17. Disponível em: www.mec.gov.br.

BRASIL - MEC - Ministério da Educação e do Desporto. **Proposta de Diretrizes Curriculares dos cursos de Engenharia**, 1999. Disponível em: www.mec.gov.br.

BUCCIARELLI, L. L.; EINSTEIN, H. H.; TARENZINI, P. T. e WALSER, A. D. ECSEL/MIT Engineering Education Workshop'99: A Report with Recommendations. **Journal of Engineering Education**: [Washington], v. 89, n.2, p. 141-150, 2000.

BUCH, A. The Society of Danish Engineers – More than a Union. **Global Journal of Engineering Education**: Melbourne, v.6, n.2, p. 179-184, 2002. Disponível em: www.eng.monash.edu.au/uicee/gjee. Acesso em 18 jan. 2003.

CARDOSO, T. F. L. Sociedade e Desenvolvimento Tecnológico: Uma Abordagem Histórica. In: Grinspun, M. P.S.Z. (org.). **Educação Tecnológica-Desafios e Perspectivas**. São Paulo: Cortez, p. 183-225, 1999.

CHAKRABARTI, S.; SADULLA, S.; RAMASAMI, T. Patents: a Missing Link in Industry-Academia Co-operation. **Global Journal of Engineering Education**: Melbourne, v.2, n.2, p. 245-247, 1998. Disponível em: www.eng.monash.edu.au/uicee/gjee. Acesso em 18 jan. 2003.



DUCASSÉ, P (1987). **História das Técnicas**. (Trad: Macedo, J. B.). Coleção Saber. [s. l.], Europa-América Publicações Ltda, p. 117-122, 146.

ENEMARK, S. Innovation in Surveying education. **Global Journal of Engineering Education**: Melbourne, v.6, n.2, p. 153-160, 2002. Disponível em: www.eng.monash.edu.au/uicee/gjee. Acesso em 18 jan. 2003.

EVERETT, L. J.; IMBRIE, P. K. e MORGAN, J. Integrated Curricula: Purpose and Design. **Journal of Engineering Education**: [Washington], v. 89, n. 2, p. 167-175, 2000.

FINK, F. K.; ANDERSEN, O. K.; BAK, T.; LARSEN, L. B. The Internationalization of Postgraduate Programmes. **Global Journal of Engineering Education**: Melbourne, v.6, n.2, p. 125-134, 2002. Disponível em: www.eng.monash.edu.au/uicee/gjee. Acesso em 18 jan. 2003.

ForGRAD - FÓRUM DE PRÓ-REITORES DE GRADUAÇÃO DAS UNIVERSIDADES BRASILEIRAS **Plano Nacional de Graduação**, 1999. Disponível em: <http://www.prg.unicamp.br/forgrad/index.html>. Acesso em: 25/06/2001.

GORDILLO, M. M. Ciencia, Tecnología e Sociedad. Projeto Argo. Materiales para la educación CTS. p.: 7-12; 64-101, 2001. Grupo Norte. **Biblioteca Digital da OEI** Disponível em <http://www.campus-oei.org>. Acesso em 19 jan. 2003.

GRÜNWARD, N.; SCHOTT, D. World mathematical Year 2000: Challenges in Revolutionising Mathematical Teaching in Engineering education under Complicated Societal Conditions. **Global Journal of Engineering Education**: Melbourne, v.4, n.3, p. 235-243, 2000. Disponível em: www.eng.monash.edu.au/uicee/gjee. Acesso em 18 jan. 2003.

HUXHAM, e LAND R. Assigning Students in Group Work Projects. Can Be Do Better than Random? **Innovations in Education and Training International**:Oxfordshire, v. 37, n. 1, p. 17-22, 2000.

KOLAR, R. L.; MURALEETHARAN, K. K.; MOONEY, M. A. e VIEUX, B. E. Sooner City – Design Across the Curriculum. **Journal of Engineering Education**: [Washington], v. 89, n.1, p. 79-87, 2000.

LINSINGEN, I.von; PEREIRA, L. T. V.; BAZZO, W. A. Falando do conteúdo, uma visão do NEPET. In LINSINGEN, I. von et al. **Formação do engenheiro**. Florianópolis: EDUFSC, 1999. p. 3-10.

LOPES, J. A. A formação do profissional de engenharia à luz das exigências de uma sociedade em constantes transformações: da necessidade de um projeto pedagógico consistente. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 30., 2002, Piracicaba. **Anais eletrônico**. Piracicaba: ABENGE, 2002, [CD-ROM].

LOWE, D. B.; SCOTT, C. A. e BAGIA, R. A Skills Development Framework for Learning Computing Tools in the Context of Engineering Practice. **European Journal of Engineering Education**: Oxfordshire , v. 25, n. 1, p. 45-56, 2000.

MARTINS, W. B.; CARDOSO, T. F. L. O ensino de engenharia: em busca da qualidade e da competitividade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 30., 2002, Piracicaba. **Anais eletrônico**. Piracicaba: ABENGE, 2002, [CD-ROM].



- MASSARANI, M. O laboratório de criatividade da Escola Politécnica da USP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 28., 2000, Ouro Preto. **Anais eletrônico**. Ouro Preto: ABENGE, 2000, 6p. [CD-ROM].
- MCKEE, W. A. Integrating Education and Industry through Enhanced Projects. **Global Journal of Engineering Education**: Melbourne, v.3, n.3, p. 287-289, 1999. Disponível em: www.eng.monash.edu.au/uicee/gjee. Acesso em 18 jan. 2003.
- MORAES, M. C. O perfil do engenheiro dos novos tempos e as novas pautas educacionais. In LINSINGEN, I. von et al. **Formação do engenheiro**. Florianópolis: EDUFSC, 1999. cap 3, p. 53-66.
- MOSSMANN, V. L. F.; LIBARDI, H.; CATELLI, F.; MELLO, K. B. Contextualizando conhecimentos: desenhando novos perfis para a formação dos engenheiros em física básica (mecânica). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 30., 2002, Piracicaba. **Anais eletrônico**. Piracicaba: ABENGE, 2002, [CD-ROM].
- NGUYEN, D. Q. The Essential Skills and Attributes of an Engineer: A Comparative Study of Academics, Industry Personnel and Engineering Students. **Global Journal of Engineering Education**: Melbourne, v. 2, n. 1, p. 65-76, 1998. Disponível em: www.eng.monash.edu.au/uicee/gjee. Acesso em 18 jan. 2003.
- QUERINO, R. A.; BORGES, M. L. As ciências humanas e o currículo por competências na engenharia civil: o projeto político-pedagógico da Universidade de Uberaba. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 30., 2002, Piracicaba. **Anais eletrônico**. Piracicaba: ABENGE, 2002, [CD-ROM].
- RAGHY, S.E. Quality Engineering Education: Students Skills and Experiences. **Global Journal of Engineering Education**: Melbourne, v.3, n.1, p. 25-29, 1999. Disponível em: www.eng.monash.edu.au/uicee/gjee. Acesso em 18 jan. 2003.
- RAJU, P. K.; SANKAR, C. S. Teaching Real – Word Issues through Case Studies. **Journal of Engineering Education**. v. 88, n. 4, 1999, p. 501 –508.
- ROMPELMAN, O. Assessment of student learning: evolution of objectives in engineering education and the consequences for assessment. **European Journal of Engineering Education**: Oxfordshire, v. 25, n.4, p. 339-350, 2000.
- ROSEN, M. A. Teaching the environmental impact of industrial processes. **International Journal of Mechanical Engineering Education**: [s. l.], v. 29, n.1, p. 39-52, 2001.
- SACADURA, J. F. A formação dos engenheiros no limiar do terceiro milênio. In LINSINGEN, I. von et al. **Formação do engenheiro**. Florianópolis: EDUFSC, 1999. cap 1, p. 13-27.
- SALUM, M. J. G. Os currículos de engenharia no Brasil – estágio atual e tendências. In LINSINGEN, I. von et al. **Formação do engenheiro**. Florianópolis: EDUFSC, 1999. cap 7, p. 107-118.
- SILVA, D. O engenheiro que as empresas querem hoje. In LINSINGEN, I. von et al. **Formação do engenheiro**. Florianópolis: EDUFSC, 1999. cap 5, p. 77-88.
- SILVA, G. A.; MATAI, P. H. L. S.; CAMACHO, J. L. P. Introdução da variável ambiental nos cursos de formação de engenheiros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE



ENGENHARIA, 30., 2002, Piracicaba. **Anais eletrônico**. Piracicaba: ABENGE, 2002, [CD-ROM].

SIMON, F. O.; BARROS FILHO, J.; SILVA, D.; SÁNCHEZ, C. G., 2002. Algumas tendências sobre habilidades e competências exigidas nos cursos de graduação em engenharia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 30., 2002, Piracicaba. **Anais eletrônico**. Piracicaba: ABENGE, 2002, [CD-ROM].

SMITH JR.; C. V. Total Quality Management. **Global Journal of Engineering Education**: Melbourne, v.3, n.1, p. 61-64, 1999. Disponível em: www.eng.monash.edu.au/uicee/gjee. Acesso em 18 jan. 2003.

STERNBERG, S. P. K.; JOHNSON, A.; MOEN, D.; HOOVER, J. Delivery and Assessment of Senior Capstone Design via Distance Education. **Journal of Engineering Education**: [Washington], v. 89, n.2, p. 115-118, 2000.

VARGAS, M. **Para uma Filosofia da Tecnologia**. São Paulo: Alfa Omega, 1994, p. 83-99.

WALKINGTON, J. Designing the Engineering Curriculum to Cater for Generic Skills and Student Diversity. **Australasian Journal of Engineering Education**: Melbourne, v. 9, n. 2, p. 127-135, 2001.

ENGINEERING AND ENGINEERS ALONG HISTORY

***Abstract:** In this paper, we'll do a brief history about abilities and competences of engineers along history, tackling the primitive man in Stone Age, passing for first schools of engineering in Brazil, for II World War, until nowadays. In each time, it was demanded of professionals in engineering such skills and competences, beyond different commitments with society. At present, with the technological development occurring a alarming speed in this knowledge society, become important analyze how engineer's profile had changed along the centuries, to we can understand the changes that are occurring today. In this beginning of century XXI, it's necessary that engineers have, beyond technical knowledge, also skills to work in multidisciplinary teams, have understand of social and environmental impacts of their actions and of development of new products, and they should be able to make decisions and solve problems quickly and, at the same time, to be able to adapt to the changes. In this way, we'll do a critic analyze of abilities and competences necessities to exercise of engineering along the centuries, tackling principally the changes that are occurring today about engineer's profile.*

Key – words: engineering history, abilities, competences.