



A REFORMA DO ENSINO DE ENGENHARIA AO REDOR DO MUNDO

Fernanda Oliveira Simon – fersimon@uol.com.br

Jomar Barros Filho – jomarbf@uol.com.br

Dirceu da Silva – dirceu@unicamp.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

Estéfano Vizconde Veraszto – estefanovv@yahoo.com.br

Norton de 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

***Resumo:** Atualmente, tem se observado um movimento mundial de reforma do ensino de engenharia, desde as questões referentes aos currículos até a metodologia de sala de aula. Esse movimento parece mostrar a tendência rumo a um novo paradigma e um novo perfil do profissional em engenharia. Independente das reformas que estão sendo realizadas nos mais diversos países, procura-se hoje por uma formação do engenheiro a nível mundial. Com a globalização da economia, as habilidades e competências dos engenheiros demandadas pelas mais diversas sociedades ao redor do mundo são as mesmas. Desta forma, neste artigo faremos um levantamento das principais habilidades e competências dos engenheiros em vários países do mundo, enfocando as principais características em cada região e buscando uma sistematização destas habilidades para a formação do engenheiro do século XXI.*

***Palavras-chave:** ensino de engenharia, paradigma, reforma.*

1. INTRODUÇÃO

Em vários países do mundo, discute-se hoje acerca da necessidade de reforma dos cursos de engenharia. As questões vão desde a necessidade de se incluir novas disciplinas no currículo, passando pela melhoria e equipamentos de novos laboratórios, até a necessidade de novas metodologias de sala de aula.

Atualmente, o ensino de engenharia não tem preparado de maneira plena, os alunos para o mercado de trabalho, faltam-lhes habilidades de resolução de problemas, de trabalho em equipe e gerenciamento de projetos, por exemplo.



Em todo o mundo o ensino tradicional, em que o aluno simplesmente senta na cadeira e ouve as explicações do professor, não tem formado bons engenheiros em praticamente nenhum país.

Assim, neste artigo, faremos uma discussão apresentando um panorama acerca das principais habilidades e competências dos engenheiros em vários países do mundo, enfocando as algumas características tidas como relevantes em cada região e buscando uma sistematização destas habilidades para a formação do engenheiro do século XXI.

2. A REFORMA NA EUROPA

Uma queixa freqüente nos países europeus é a falta de habilidade dos alunos em se expressar na própria língua, ou seja, os alunos não conseguem se comunicar de maneira efetiva tanto oralmente, quanto por escrito.

Na Escócia, tem sido requerido pelo governo, instituições e comércio, que as universidades formem engenheiros que estejam mais em sintonia com as necessidades do mercado (MCKEE, 1999). Ou seja, o ensino de engenharia com tem sido estruturado até então, não tem atendido às demandas dos empregadores.

GRÜNWALD e SCHOTT (2000) reclamam que os alunos alemães possuem pouca habilidade para se expressarem, não possuem habilidades matemáticas, existe falta de memória, de interesse, além de pouca iniciativa e disciplina para gerenciar o próprio aprendizado. Da mesma forma, PESCHGES e REINDEL (1999) salientam que o ensino tradicional tornou-se insuficiente para preparar adequadamente um engenheiro para o mercado de trabalho. O profissional do século XXI, necessita de habilidades de trabalho em grupo, capacidade para a resolução de problemas e para o aprendizado por toda a vida.

Na Finlândia, KOLARI e SAVANDER-RANNE (2000) salientam a importância do treinamento dos estudantes para que tenham flexibilidade para se adaptar às novas necessidades do mercado e às novas tecnologias, além de estarem aptos a responder aos desafios atuais. Enfatizam também a importância do engenheiro contemporâneo de possuir um conjunto de habilidades para coletar dados e informações, processá-los, usá-los e avalia-los de forma crítica. Da mesma forma, no Reino Unido, BURNS *et al* (2000) enfatizam a necessidade de habilidades para adquirir o conhecimento e utiliza-lo.

Por outro lado, ANTONY e CAPON (1998) mostram que falta aos alunos de engenharia daquele país as habilidades e experiências que são requeridas hoje pelo mercado de trabalho, especialmente no que se refere à formulação e resolução de problemas. Enquanto isso, na Suécia, IRANDOUST e NIKLASSON (1999) ressaltam que o objetivo dos exercícios fornecidos aos alunos é ensina-los as metodologias de resolução de problemas.

Numa era em que as fronteiras entre os países têm diminuído e as pesquisas têm ocorrido em várias partes do planeta, as barreiras lingüísticas devem ser superadas. Para JENSEN (2000), na Dinamarca, o engenheiro de hoje, para trabalhar neste mercado global e atuar junto a equipes internacionais, precisa ter conhecimentos acerca de outras línguas. Isso significa falar, compreender, ler e escrever em língua estrangeira.

Além disso, uma vez que os problemas têm se tornado cada vez mais complexos, exigindo profissionais das mais diversas áreas para que se possa resolve-los, torna-se imprescindível que o engenheiro seja capaz de trabalhar em equipes multidisciplinares (JENSEN, 2000)



Desta forma, os engenheiros devem ser capazes de atuar em grupos que exponham diferentes pontos de vista, cooperando e colaborando com seus membros de forma a se tentar chegar em consensos, além de negociar e delegar responsabilidades dentro do grupo de forma a assegurar um gerenciamento efetivo do projeto.

Na Itália, SQUARZONI (1997) mostra que o ensino de engenharia neste país, tem priorizado o conhecimento técnico e especialista. No entanto, há, atualmente, uma forte recomendação para que sejam integrados nos currículos “novos” tópicos como economia e gerenciamento de negócios e projetos, habilidades de comunicação e trabalho em equipe, qualidade e segurança no trabalho, conhecimento de línguas estrangeiras (especialmente o inglês), entre outras.

Além disso, com o avanço tecnológico ocorrendo com extrema rapidez, o conhecimento especializado torna-se rapidamente obsoleto. Desta forma, o profissional de engenharia contemporâneo deverá ter autonomia para se manter atualizado, adquirindo novos conhecimentos por toda a sua vida profissional (BUCH, 2002).

Já na Estônia, UBAR (1998) coloca que os cursos de engenharia estão sendo orientados para o “aprender fazendo”, e instigando os alunos a resolverem problemas, a trabalharem em equipes e adquirirem habilidades para o aprendizado por toda a vida.

Por outro lado, KRIVICKAS (1997) nos mostra que o ensino de engenharia na Lituânia possui grandes deficiências. Entre elas estão as faltas de integração entre as disciplinas, a falta de um enfoque consistente para o desenvolvimento das habilidades desejadas, a ênfase na aquisição de informações e a falta de laboratórios e instrumentos de ensino modernos. Os futuros engenheiros devem desenvolver de forma mais abrangente suas habilidades interpessoais e de comunicação, devem saber pensar de forma crítica e possuir habilidades para a resolução de problemas, devem desenvolver também habilidades para obter e avaliar as informações necessárias para a resolução de um problema, além de adquirir habilidades para o trabalho em equipe e conhecimentos de gestão e economia. O autor também enfatiza que o curso de graduação deveria ser centrado no aluno, deveria encorajá-los a aprender a aprender e aplicar a tecnologia de forma eficiente. Apesar disso, as Universidades têm consciência destes problemas e estão tentando solucioná-los da melhor maneira possível.

3. A REFORMA NA ÁSIA E NA ÁFRICA

No Egito, RAGHY (1999) salienta que, além de um sólido conhecimento teórico das ciências básicas e da engenharia, um bom engenheiro deve adquirir habilidades técnicas e não técnicas. As três habilidades consideradas mais importantes são: experiências obtidas através de experimentação, aprendizagem para toda a vida e comunicação, tanto oral como escrita e gráfica. Além disso, outras habilidades também devem ser desenvolvidas. Por exemplo, as habilidades de computação básica e as habilidades de gestão e negociação.

A rápida mudança tecnológica na Índia, tem mostrado a necessidade de revisão dos currículos dos cursos de engenharia de tempos em tempos, de forma a atender às novas necessidades do mercado e assegurar que a Universidade continue a suprir estas necessidades. No entanto, uma revisão detalhada do currículo em vários Institutos de Tecnologia da Índia apresenta um panorama pessimista, uma vez que o ensino de engenharia não inclui algumas habilidades e competências consideradas hoje como indispensáveis (CHAKRABARTI, 1998).



Em Hong Kong, AHMED e SARAM (1998) realizaram uma pesquisa em que 70% dos respondentes afirmaram que o programa universitário de engenharia dá grande ênfase à matemática e às ciências, ou seja, à especialização. O currículo limita-se a disciplinas estreitas, enquanto que o ambiente de trabalho é interdisciplinar. O sistema educacional é similar ao de 40 anos atrás. No entanto, os industriais precisam de profissionais que sejam capazes de se adaptar às mudanças, que saibam, trabalhar em equipes e tenham conhecimentos de gerenciamento e marketing. O que se observa é que estas necessidades não estão sendo satisfeitas pelos programas atuais.

4. A REFORMA NAS ILHAS DO PACÍFICO

Na Nova Zelândia, BUCKERIDGE (1999 e 2000) coloca que o currículo ainda enfatiza o núcleo técnico. No entanto, o autor coloca a necessidade de maior ênfase em gerenciamento e liderança, habilidades para resolver problemas multidisciplinares, habilidades de trabalho em grupo e tenham uma responsabilidade profissional e um compromisso social e ambiental, respeitando os códigos de prática e ética que regem a sua profissão.

Já nas Filipinas, RAMOS (2000) salienta que o sistema de ensino não pode encorajar a conformidade, nem sufocar a originalidade dos estudantes, pois acabam por produzir graduados que não sabem tomar decisões, inovar ou pensar por si próprios. Para o autor, os engenheiros devem ser flexíveis para se adaptar às mudanças e terem alto grau de proficiência em inglês. Além disso, o profissional deve ter habilidades de comunicação e gerenciamento, uma vez que os engenheiros têm galgado novos postos nas indústrias.

SIMCOCK (1998) coloca que, na Austrália, as escolas de engenharia dão muito pouca importância ao desenvolvimento das habilidades de comunicação de seus alunos. No entanto, os empregadores dão extrema importância a estas habilidades, bem como às habilidades de gerenciamento, liderança, relacionamento interpessoal, trabalho em equipe, criatividade e flexibilidade, dentre outras.

NGUYEN (1998) constatou a necessidade de revisão do currículo das engenharias na Austrália, em uma pesquisa. No levantamento feito, os industriais procuram por profissionais com motivação e habilidades de direção, que sejam criativos, bons membros de equipe, que assumam riscos e sejam decididos. Estes resultados deixam implícito que a educação em engenharia está produzindo um engenheiro diferente do que a indústria deseja, falhando em atender às demandas do mercado.

5. A REFORMA NOS ESTADOS UNIDOS

Para ter competência na comunicação internacional e intercultural, o engenheiro deve ter uma educação a respeito da cultura das pessoas em regiões do mundo onde ele possa vir a trabalhar, incluindo aqui questões de negócios internacionais (JONES, 1999). Isso significa que ele deve entender a cultura, as tradições e línguas dos países em que trabalharão. Já SCHACHTERLE (1999) enfatiza a necessidade do estudante em adquirir habilidades para aplicar conhecimentos de matemática, ciências e engenharia, bem como habilidade para projetar e conduzir experimentos, sabendo analisar e interpretar os dados.



Com o desenvolvimento tecnológico ocorrendo a uma velocidade alarmante, principalmente na área de processamento de informações, LOWE *et al* (2000) afirmam que o engenheiro deve dominar as ferramentas computacionais básicas, sendo capaz de analisar criticamente os modelos empregados tanto no estudo como na prática da engenharia. O engenheiro deve, além de possuir um domínio das ferramentas básicas de informática e conhecer e manusear os softwares específicos da área, ter competência para empregar, dominar, aperfeiçoar e até mesmo gerar tecnologias durante toda sua vida profissional.

Além disso, é preciso que um engenheiro seja capaz de, diante de um problema real, propor hipóteses explicativas direcionando-as para a melhor solução, ou seja, ele deve saber tomar decisões (ANWAR e FORD, 2001). Para isso ele deve ponderar entre diversas alternativas para escolher a mais adequada ao contexto.

Neste início do século XXI, a sociedade tem demandado por profissionais altamente comprometidos com as questões ambientais e sociais. Desta forma, espera-se que os engenheiros estejam capazes de analisar e valorar as consequências sociais e ambientais provocadas pelo desenvolvimento tecnológico. Torna-se necessário, portanto, que eles tenham uma atitude de conscientização e sensibilidade para compreender os problemas ambientais de cada país e as suas relações com o restante do planeta, domine temas como desenvolvimento sustentável e ecologia, sabendo desenvolver projetos nestas áreas e compreendendo a influência deste tema nas suas decisões (WALKINGTON, 2001).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Podemos observar portanto, que 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). Dentre elas são destacadas: a) a capacidade para resolução de problemas; b) as habilidades de pesquisa; c) a criatividade; d) a habilidade para projetar e conduzir experimentos; e) a capacidade para a tomada de decisão; f) a habilidade para desenvolver e/ou utilizar novas técnicas ou ferramentas computacionais; g) a capacidade para trabalhar em equipes; h) a capacidade para se comunicar nas formas oral, escrita e gráfica; i) as habilidades de relacionamento interpessoal; j) a proficiência em língua estrangeira, principalmente o inglês; k) a cultura geral; l) os conhecimentos em administração; m) o conhecimento de economia; n) o comprometimento com as questões sociais e ambientais; o) a responsabilidade profissional e ética; p) a flexibilidade para se adaptar às mudanças e q) a atualização constante.

Assim, para que um engenheiro brasileiro ou de qualquer outro país, possa atuar neste mercado globalizado, ele deve possuir, além dos conhecimentos científicos particulares de cada engenharia, habilidades que vão desde a comunicação oral até ter uma cultura geral e conhecimentos em administração e economia. Além de serem capazes de resolver problemas, os engenheiros do século XXI, devem ter habilidades para trabalhar em grupo, tendo um bom relacionamento interpessoal com seus membros e colegas, além de saber se comunicar tanto verbalmente como por escrito.

Da mesma forma, para que ele seja capaz de resolver problemas, ele deve possuir algumas habilidades de pesquisa, para encontrar e selecionar as informações relevantes para enfrentar o



problema, além de ter criatividade para propor soluções inovadoras e capacidade para tomar decisões rapidamente. Deve ter também habilidades também para projetar e conduzir experimentos além de utilizar e desenvolver novas técnicas e ferramentas computacionais.

Com o acúmulo de novos cargos, o engenheiro atual passa a ter necessidade de conhecimentos em administração e gestão de negócios e economia. Uma cultura geral acerca de diversas áreas do conhecimento e o domínio de alguma língua estrangeira também contribui para a atuação em equipes multidisciplinares e internacionais e a comunicação com pessoas de áreas não técnicas. Assim, torna-se necessário que o engenheiro tenha uma formação generalista.

Além disso, o profissional deve procurar se manter sempre atualizado, tendo flexibilidade e se adaptar às mudanças rapidamente.

Com tudo isso, o engenheiro não pode deixar hoje de valorizar a ética profissional, estando comprometido com as questões sociais e ambientais, de forma que sua atuação não venha a provocar qualquer tipo de dano à comunidade ou ao meio ambiente.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMED, S. M. e SARAM, D. D. D. Training and Education in Project Management Principles in the Hong Kong Construction Industry. **Global Journal of Engineering Education**: Melbourne, v.2, n.3, p. 305-312, 1998. Disponível em: www.eng.monash.edu.au/uicee/gjee. Acesso em 18 jan. 2003.

ANTONY, J.; CAPON, N. Teaching Experimental Design Techniques to Industrial Engineers. **International Journal of Engineering Education**: [s. l.], v. 14, n. 5, p. 335-343, 1998.

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.

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.

BUCKERIDGE, J. S. J. S. A Y2K Imperative: the Globalisation of Engineering Education. **Global Journal of Engineering Education**: Melbourne, v.4, n.1, p. 19-24, 2000. Disponível em: www.eng.monash.edu.au/uicee/gjee. Acesso em 18 jan. 2003.

BUCKERIDGE, J. S. J. S. Ethics and Morality: their Development in Professional Practice. **Global Journal of Engineering Education**: Melbourne, v.3, n.3, p. 215-220, 1999. Disponível em: www.eng.monash.edu.au/uicee/gjee. Acesso em 18 jan. 2003.

BURNS, G. R.; CHISHOLM, C. U.; MCKEE, W. A. Economic and Strategies Issues Relating to Work Based Learning. **Global Journal of Engineering Education**: Melbourne, v.4, n.3, p. 303-309, 2000. Disponível em: www.eng.monash.edu.au/uicee/gjee. Acesso em 18 jan. 2003.

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.



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.

IRANDOUST, S.; NIKLASSON, C. The Web as a Tool for Supporting Student Learning in Chemical Reaction Engineering. **Global Journal of Engineering Education**: Melbourne, v.3, n.2, p. 145-150, 1999. Disponível em: www.eng.monash.edu.au/uicee/gjee. Acesso em 18 jan. 2003.

JENSEN, H. P. Strategic Planning for the Education Process in the Next Century. **Global Journal of Engineering Education**: Melbourne, v.4, n.1, p. 35-42, 2000. Disponível em: www.eng.monash.edu.au/uicee/gjee. Acesso em 18 jan. 2003.

JONES, R. C. Cross-Border Engineering Practice. **Global Journal of Engineering Education**: Melbourne, v.3, n.2, p. 135-138, 1999. Disponível em: www.eng.monash.edu.au/uicee/gjee. Acesso em 18 jan. 2003.

KOLARI, S.; SAVANDER-RANNE, C. Will the Application of Constructivism Bring a Solution to Today's Problems of Engineering Education? **Global Journal of Engineering Education**: Melbourne, v.4, n.3, p. 275-280, 2000. Disponível em: www.eng.monash.edu.au/uicee/gjee. Acesso em 18 jan. 2003.

KRIVICKAS, R. Perspectives on Engineering Education in Electronics. **Global Journal of Engineering Education**: Melbourne, v. 1, n.3, 1997. Disponível em: www.eng.monash.edu.au/uicee/gjee. Acesso em 18 jan. 2003.

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.

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.

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.

PESCHGES, K. J.; REINDEL, E. How to Structure and mark Project-Oriented Studies. **Global Journal of Engineering Education**: Melbourne, v.3, n. 3, p. 203-208, 1999. Disponível em: www.eng.monash.edu.au/uicee/gjee. Acesso em 18 jan. 2003.

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.

RAMOS, F. V. Educating the Global Engineer. **Global Journal of Engineering Education**: Melbourne, v.4, n.1, p. 7-11, 2000. Disponível em: www.eng.monash.edu.au/uicee/gjee. Acesso em 18 jan. 2003.



ROMPELMAN O. Assessment of student learning: evolution of objectives in engineering education and the consequences for assessment. *European Journal of Engineering Education*. v.25, n.4, p.339-350, 2000.

SCHACHERLE, L. Outcomes Assessment and Accreditation in US Engineering Formation. **European Journal of Engineering Education**: Oxfordshire, v. 24, n.2, p. 121-131, 1999.

SIMCOCK, A. L. Does a Multicultural Mix Bring an Extra Dimension to Software Engineering Design Teams? **Global Journal of Engineering Education**: Melbourne, v.2, n.3, p. 263-270, 1998. Disponível em: www.eng.monash.edu.au/uicee/gjee. Acesso em 18 jan. 2003.

SQUARZONI, A. Engineering Education in Italy: New Perspectives. **Global Journal of Engineering Education**: Melbourne, v. 1, n.3, 1997. Disponível em: www.eng.monash.edu.au/uicee/gjee. Acesso em 18 jan. 2003.

UBAR, R. Teaching Dependability Issues in Systems Engineering at the Technical University of Tallinn. **Global Journal of Engineering Education**: Melbourne, v.2, n.2, p. 215-218, 1998. Disponível em: www.eng.monash.edu.au/uicee/gjee. Acesso em 18 jan. 2003.

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.

THE REFORM OF ENGINEERING TEACHING AROUND THE WORLD

***Abstract:** Nowadays, what is observed is a world movement of reform of engineering teaching, since questions concerning curricula until classroom methodologies. This movement seems to show a tendency bound for a new paradigm and a new profile of engineering professional. Independently of reforms that are being achieved in several countries, it looks for a engineering formation in terms of world. With the globalization of economy, the skills and competences of engineers demanded to societies around the world are the same. This way, in this paper we'll do a critic discussion about the abilities and competences of engineers in several countries, tackling the principal characteristics in each region and looking for a systematization of these abilities to formation of engineering of century XXI.*

***Key- words:** engineering teaching, paradigm, reform.*