



**COBENGE 2005**

**XXXIII - Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia**

"Promovendo e valorizando a engenharia em um cenário de constantes mudanças"

12 a 15 de setembro - Campina Grande Pb

Promoção/Organização: ABENGE/UFPG-UFPE

## **O ENGENHEIRO NUMA SOCIEDADE GLOBALIZADA: UM ESTUDO PARA REFLEXÃO**

**Wilson Fulini Junior** - [fulini@klabin.com.br](mailto:fulini@klabin.com.br)

Universidade Metodista de Piracicaba – Rod. Iracemápolis – Santa Bárbara - km 01  
– CEP: 13450-000 – Santa Bárbara D'Oeste-SP

**Jurandir Jones Nardini** - [jnardini@unimep.br](mailto:jnardini@unimep.br)

***Resumo:** Este trabalho tem por objetivo abordar as principais questões referentes à reestruturação dos currículos de engenharia no Brasil, a partir da nova perspectiva, já consolidada, da globalização produtiva. Primeiramente veremos rapidamente os antecedentes históricos que nos levaram aos atuais problemas no ensino em nossas escolas de engenharia e, então, introduziremos as mudanças já em andamento relacionadas à inserção do Brasil em uma economia cada vez mais globalizada. Estas profundas mudanças na organização produtiva, assim como nas relações trabalhistas, justificam reformas importantes no perfil profissional, sugerindo uma reestruturação dos currículos e da metodologia de ensino.*

***Palavras chave:** Ensino, Engenheiro, Sociedade, Globalização.*

### **1. INTRODUÇÃO**

Ao iniciar o processo de industrialização, a demanda que se apresenta passa a incluir engenheiros capazes de gerir os sistemas de produção que estão sendo instalados, baseados em tecnologia importada.

Em se mantendo a dinâmica de desenvolvimento e atingida uma certa capacitação em Engenharia de Produção, surgiram demandas e oportunidades em termos de Engenharia de Produtos e de Processos, para depois virem as necessidades associadas ao Desenvolvimento de Produtos e de Processos. Finalmente, apenas num último estágio de desenvolvimento, se configurou uma demanda mais intensa por pesquisa científica a partir do setor produtivo. A dependência de conhecimentos para a produção, suprida através de importação de tecnologia, foi gradualmente reduzida, na medida em que aumentava a capacitação local.

O modelo do Prof. Ruy Leme permite visualizar a dinâmica entre a oferta e a demanda de Engenheiros num país em desenvolvimento, sob uma política de substituição de importações e busca de autonomia tecnológica como era o caso do Brasil dos anos 1950 e 1960. Mas, o desenrolar da história revelou uma trajetória diferente daquela implícita no modelo.

O país foi desenvolvendo capacitação em Engenharia de Produção em função de suas necessidades próprias. Não obstante, ao se considerar o segundo e terceiro estágios, podemos afirmar que as atividades locais para projeto de produtos foram limitadas (nos produtos de maior conteúdo tecnológico observaram-se atividades de adaptação, também denominadas

“tropicalização”), e no que diz respeito ao desenvolvimento e projeto de processos, assim como o desenvolvimento local de produtos, os resultados até agora atingidos são praticamente irrelevantes. Em outras palavras, a demanda não evoluiu, não saiu do primeiro nível. Os fatores que influenciaram essa trajetória foram analisados por COUTINHO e FERRAZ (1994), FLEURY (1995), entre outros.

Por outro lado, o modelo reflete com fidelidade as trajetórias seguidas pela Coreia (Kim, 1993) e, dentro de condições peculiares, pelo Japão (Fruin, 1992; Imai, 1994). O modelo nos permite ainda entender melhor as razões pelas quais, no Brasil, o distanciamento entre Universidade e Empresa pouco se alterou durante esse período.

Na década de 1990, porém, o Brasil inicia um processo de abertura econômica, que vai colocá-lo como partícipe de um processo de intenso dinamismo e grande incerteza que tem sido denominada Globalização. Esse processo destrói os paradigmas anteriores que orientavam os esforços de formação de Engenheiros, na medida em que está redefinindo a lógica da produção a nível mundial.

## 2. AS NOVAS DEMANDAS DE SISTEMAS PRODUTIVOS

Ao analisarmos as tendências recentes de organização produtiva em países desenvolvidos, identificamos o surgimento de uma estrutura de características distintas da que tem prevalecido até hoje.

Esta mudança é justificada pela crescente integração dos mercados, pela complexidade e diversificação da tecnologia, o que cria a necessidade de as empresas tornarem-se mais flexíveis para lidar com mercados cada vez mais dinâmicos.

Assim, cada empresa, individualmente, tem procurado definir seu ponto forte e concentrado seus esforços na manutenção e no desenvolvimento de suas competências centrais (“*core competences*”, segundo PRAHALAD e HAMEL, 1990).

As áreas em que a empresa não é forte passam a ser objeto de negociação com outras empresas especializadas, através de processos de terceirização ou de parcerias. Surgem, assim, esquemas em que especialização caminha junto com integração e flexibilidade dentro de arquiteturas de redes de empresas.

No caso brasileiro, as evidências de adoção deste modelo já existem, e em número crescente. Na indústria automobilística as mudanças recentes podem ser sintetizadas da seguinte forma:

- as subsidiárias das montadoras se integraram efetivamente às estratégias globais das matrizes;

- as subsidiárias das montadoras definiram qual era o seu “*core business*”, terceirizaram atividades não nucleares e buscaram parcerias para a complementação de competências (a nova fábrica de caminhões da VW em Rezende, que utiliza o conceito de Consórcio Modular é o caso mais evidente; a Ford também adotou conceito similar, denominado Condomínio Industrial);

- os fornecedores (ou parceiros) são empresas especializadas em assuntos que tornam viáveis os projetos da montadora e, por sua vez, podem criar novas estruturas de articulação empresarial.

Reich, em “O Trabalho das Nações” (1993), denomina esse esquema “Teias Empresariais”, que podem vir a se constituir em teias mundiais. Essa nova configuração, que é apoiada pela mobilidade do capital, estaria provocando a desnacionalização dos produtos (não se poderia atribuir a origem do produto a um único país) e a revisão do próprio conceito de nação.

As demandas que surgem com este novo tipo de estrutura produtiva, especializada, descentralizada mas integrada, são bem distintas das que se manifestavam anteriormente.

Talvez, o primeiro texto a manifestar de forma explícita esse ponto tenha sido “*Made in América*”, em 1908, mas as análises que se seguiram sempre reforçaram essa manifestação. Entre eles podemos citar SENGE (1990) e o próprio REICH (1993). Para Reich, o Engenheiro passa a fazer parte de uma nova categoria que ele denomina “analista simbólico”.

A formação de analistas simbólicos em geral deve enfatizar quatro aptidões: capacidade de abstração, raciocínio sistêmico, experimentação e colaboração. É evidente que, no caso de formação de Engenheiros, conhecimentos específicos da área constituem a base sobre a qual se desenvolvem essas aptidões.

Ao mesmo tempo, é preciso reconhecer e incorporar nos projetos de formação profissional a questão das mudanças nas formas de emprego, de relações de trabalho. Diferentemente, o emprego tende a ser cada vez mais temporário, em função de projetos ou atividades específicas. Atualmente, nos Estados Unidos, cerca de 25% dos profissionais liberais “tem trabalho mas não tem emprego” e administram a sua seguridade através de instituições particulares. A consolidação deste modelo exigirá dos futuros engenheiros a capacidade de gerir as suas próprias carreiras.

### 3. OS NOVOS PERFIS PROFISSIONAIS

Seguindo as diretrizes previamente identificadas, a questão que se coloca é a de que o projeto de produto não é mais do que uma das questões básicas que a Engenharia deveria estar se ocupando. Utilizando a abordagem de sistemas abertos, podemos afirmar que o fator crítico de sucesso é a competência para:

- transformar as oportunidades de mercado em especificações de produtos e processos;
- organizar os recursos disponíveis de modo a potencializar o seu uso efetivo e criar processo de aprendizagem.

Nessa lógica, para a empresa produtora, o projeto do produto passa a ser uma “*commodity*”. A sua vantagem competitiva vai derivar de sua competência para articulação e integração estratégica (o conceito de intermediação estratégica de Reich) associada a uma grande capacidade de especificar os produtos e serviços demandados dos fornecedores (o conceito de “*back Box*”), tal como desenvolvido por FUJIMOTO (1993). O objetivo da empresa é prover produto e serviço de alto valor. Nesse contexto, “a barreira à entrada, não é volume ou preço; é a capacidade de encontrar o ajuste perfeito entre tecnologias especiais e mercados específicos” (REICH, 75).

Para este modelo de empresa surge a demanda por dois tipos de engenheiros. Utilizando os termos cunhados nas próprias empresas, estes seriam os “Engenheiros Sistêmicos – Desenvolvidores” e os “Engenheiros Sistêmicos - Operações”. Embora haja pontos em comum, o engenheiro cientista, ou seja, o não sistêmico, seria mais orientado para o desenvolvimento de produtos e processos (P&D), enquanto o engenheiro sistêmico seria voltado para a área de manufatura, de produção.

Em outras palavras, pode-se afirmar que o Engenheiro Sistêmico-Desenvolvimento está voltado à capacitação tecnológica, especialmente no que diz respeito ao desenvolvimento de produtos e processos, enquanto o engenheiro sistêmico - Operações se volta à capacitação tecnológica para a produção. No interior das empresas, porém, estes engenheiros não trabalham isoladamente, mas em grupo, complementando suas capacitações.

Há um certo consenso de que o Engenheiro Projetista, ou seja, aquele com um grande conhecimento técnico mas pequena habilidade organizacional e administrativa, encontrará condições ideais de trabalho em empresas especializadas, do tipo *design-house*. Estas empresas serão subencontradas por um grande número de empresas produtoras, para elaborar projetos customizados.

As características do Engenheiro Sistêmico - Operações seriam as seguintes:

- visão sistêmica, integrada, de sistemas de operação (indústria, serviços, construções);
- capacitação para trabalhar com as técnicas de processamento de informações, especialmente de tratamento numérico (ex.: simulação);
- formação de tecnologias básicas, especialmente materiais e processos;
- capacitação para especificar e para dialogar/negociar com empresas projetistas e fornecedores;
- habilidade para trabalho em grupo;
- liderança e criatividade.

As características do Engenheiro Sistêmico-Desenvolvimento seriam:

- formação em tecnologias básicas, com ênfase em disciplina específica, mas com capacidade para transitar entre áreas de produção que têm conhecimento comum (por exemplo: de motores navais para motores automotivos);
- visão do processo tecnológico que ocorre fora e dentro da empresa;
- capacitação para rápida absorção de conhecimento, através de pesquisas, projetos, visitas e uso de consultores;
- capacitação para especificar produtos e processos de manufatura.

O desenvolvimento de projetos, em escritórios de projetos especializados (*design houses*), demandaria Engenheiros Projetistas cujo perfil de habilidades seria:

- formação em tecnologias básicas, com ênfase em disciplina específica e posterior aprofundamento e especialização nessa disciplina;
- capacidade de transformar especificações de projeto em especificações de produtos e processos, garantindo a sua economicidade e manufaturabilidade;
- conhecimento amplo e atualizado de fornecedores de materiais e equipamentos;
- capacitação para dialogar/trabalhar em grupos com pessoas das empresas contratantes;
- capacitação para trabalhar em grupos com engenheiros de outras especialidades.

#### **4. FORMAÇÃO PROFISSIONAL DOS ENGENHEIROS**

A princípio, parece-nos que dos três perfis mencionados, o Engenheiro Projetista, que possui grande conhecimento tecnológico numa dada área, mas visão limitada do negócio das empresas, pouco conhecimento organizacional e administrativo, tem sido o foco de atenção na formação profissional dentro das escolas de engenharia brasileiras. As novas demandas de mercado exigem, porém, uma distribuição diferente.

Podemos afirmar, pela análise das presentes estruturas curriculares, que já se formam Engenheiros Sistêmicos, especialmente aqueles voltados para operações. Por outro lado, quanto aos Engenheiros Sistêmicos-Desenvolvimentos e os Engenheiros Projetistas, é preciso reconhecer que a atual demanda é relativamente pequena, esperando-se que seja crescente em futuro próximo.

A proposta que nos parece mais adequada é a de que a estrutura de ensino nas escolas de engenharia considere os dois primeiros anos comuns, uma diferenciação acadêmica no terceiro e quarto anos e um aprofundamento da prática, no quinto ano, através de um trabalho de Formatura (TF). A opção no terceiro ano contempla as três identidades (Sistêmico-Desenvolvimento, Sistêmico - Operação e Projetista) e as seis especializações regulamentares (Mecânica, Química, Elétrica, Civil, Minas e Metalurgia).

Seria importante que cada curso definisse, em função do grau de desenvolvimento tecnológico de seus clientes, ou em outros termos, a partir das características de seus mercados, as porcentagens de alunos que se destinarão a cada identidade. Além disso, como tais identidades consolidar-se-iam apenas no quinto ano, as estruturas curriculares passariam a ser facilmente “modernizáveis”, bastando efetuar alterações neste ano, incluindo ou retirando

disciplinas, criando ou eliminando ênfases, dando assim aos outros quatro anos um caráter mais permanente.

Na discussão sobre a estrutura dos cursos de formação de engenheiros nas escolas de engenharia, dois condicionantes devem ser explicitados antes que se passe à discussão do conteúdo propriamente dito.

O primeiro é o de que o curso numa escola de engenharia deve ser visto como o primeiro estágio num processo de permanente reeducação e atualização.

Neste sentido, uma das metas a ser atingida pelas escolas é a de propiciar as condições para que cada pessoa possa delinear esse processo de educação contínua; a ênfase deve ser em metodologias mais do que em técnicas.

O segundo aspecto a ser recolocado diz respeito aos métodos de ensino, em função não só da evolução das tecnologias de informação mas também, em resposta ao diferente perfil de habilidades que os alunos apresentam hoje e à demanda das empresas produtivas. Neste sentido, a questão é não só evoluir para pedagogias mais ativas e de tipo grupal, mas também para estruturas de ensino do tipo “cooperativo”.

## **5. O ENSINO NAS ESCOLAS DE ENGENHARIA**

Inicialmente, o processo de formação de engenheiros deveria garantir formação mínima nas três identidades, propiciando aos formandos uma versatilidade profissional maior do que a que é eventualmente dada. Possibilitar-se-ia assim que o futuro profissional, ao longo de sua carreira, se transferisse de uma identidade para outra com maior facilidade e possibilidade de sucesso, sobretudo nos primeiros anos de sua profissão.

Os dois primeiros anos seriam comuns para todos os alunos e a diferenciação se daria a partir do 3º ano. Haveria, ainda, um conjunto de matérias comuns para todos até o quarto ano, o que nós denominaríamos Vetor de Formação Sistêmica.

Isto incluiria um conjunto de disciplinas e atividades, partindo de Teoria Geral dos Sistemas e chegando à Pesquisa Operacional e Estatística, passando por modelagem dos problemas mais típicos de cada uma das especializações. A opção Engenheiro Sistêmico de Desenvolvimento teria no 5º ano disciplinas sobre Metodologia de Pesquisa Científica e Administração de Tecnologia. A opção Engenheiro Projetista teria Administração de Projetos e Logística.

O Vetor de Formação Sistêmica deveria ainda incluir cursos e atividades na linha de “*entrepreneurship*”, não só com o objetivo de preparar as pessoas para a atividade empresarial, mas também para dar-lhes os recursos básicos para a administração de suas próprias carreiras.

## **6. CONCLUSÕES**

A reestruturação das escolas de engenharia é uma necessidade imperiosa para que se possa formar os profissionais que irão enfrentar os desafios de uma economia realmente globalizada num futuro que já chegou.

As diretrizes para essa reestruturação têm que ser buscadas num plano de análise mais macro que incorpore a dinâmica de mudanças que atinge a nossa sociedade, e que tende a se intensificar.

As empresas mais identificadas com a globalização do mercado planetário trabalham para adequar suas estratégias aos novos paradigmas de qualidade e competitividade da nova ordem econômica.

## 7. REFERÊNCIAS

COUTINHO, L.; FERRAZ, J.C. *Estudo da competitividade da indústria brasileira*. Campinas, Editora UNICAMP, 1994.

FLEURY, A.; FLEURY, M.T. **Aprendizagem e inovação organizacional: as experiências de Japão, Coréia e Brasil**. São Paulo, Editora Atlas, 1995.

FRUIN, W. **The Japanese Enterprise System: competitive strategies and cooperative structures**. *New York, Oxford University Press, 1992*.

IMAI, K.I. **The Japanese pattern of innovation and its evolution**. In: N. Rosenberg, R. Landau and D. Mowery (eds.). *Technology and the Wealth of Nations*, Stanford University Press, California, 1992.

KIM, L. **Absorptive Capacity and Industrial Growth: a conceptual framework and Korea's experience**. New York, Columbia University, East Asian Institute Report March, 1993.

LEME, R.A. **Controles na produção**. São Paulo, Editora Pioneira, 1966.

MYTELKA, L.K. **Rethinking development**. In: *Futures*. Vol. 25, n.6, 1993.

PRAHALAD, C.K.; HAMEL, G. **The core competence of the corporation**. In: *Harvard Business Review*, May/June, 1990. p.79-91.

### **“THE ENGINEER IN A GLOBALIZED SOCIETY: A STUDY FOR CONSIDERATIONS”**

**Wilson Fulini Junior** - [fulini@klabin.com.br](mailto:fulini@klabin.com.br)

Universidade Metodista de Piracicaba – Rod. Iracemápolis – Santa Bárbara - km 01 – CEP: 13450-000 – Santa Bárbara D'Oeste-SP

**Jurandir Jones Nardini** - [jnardini@unimep.br](mailto:jnardini@unimep.br)

Universidade Metodista de Piracicaba – Rod. Iracemápolis – Santa Bárbara - km 01 – CEP: 13450-000 – Santa Bárbara D'Oeste-SP

**Abstract:** *This paper is aimed at approaching the main issues concerned with rethinking the engineering curricula in Brazil, from the new, already consolidated, perspective of productive globalization. We shall first look briefly at the historical antecedents leading to the present teaching problems in our engineering schools and, then, introduce the new ongoing changes related to the insertion of Brazil into an increasingly globalized economy. Such profound changes in productive organization, as well as in job relations, justify major reforms in the professional profile, which calls for a rethinking of the curricula and teaching methodology.*

**Key Words:** *Teaching; Engineer, Society, Globalization.*