

Ensino de Engenharia e Administração: compartilhando filosofias e conhecimento

Paulo Afonso Lopes da Silva – estatistica@estatistica.eng.br

Instituto Militar de Engenharia – IME, Departamento de Ensino de Engenharia de Fortificação e Construção

Praça General Tibúrcio, 80 – DE/2 – Praia Vermelha

22290-270 – Rio de Janeiro, RJ

Dayr A. Reis – reis.dayr@uwlax.edu

University of Wisconsin-La Crosse, College of Business Administration, Management Department

1725 State Street

54601- La Crosse – Wisconsin – Estados Unidos da América

***Resumo:** As mudanças profundas na economia mundial e a necessidade de um profissional com inúmeras aptidões impuseram um novo pensar da estrutura atual do ensino acadêmico, não estritamente de Engenharia ou de Administração, porém com um enfoque de transição. A educação de engenheiros e de administradores precisa transformar-se para acomodar aquelas mudanças, e as instituições de ensino superior, compreendendo esses movimentos, devem apresentar uma resposta rápida a eles. Nesse sentido, os autores propuseram, no COBENGE 2003, uma simbiose entre os currículos de Engenharia e de Administração, sugerindo maneiras pelas quais as instituições educacionais podem responder a novos desafios neste mundo extremamente dinâmico em suas transformações. Embora possa ser difícil sua implantação imediata, essa simbiose não somente ajuda a construir uma ponte entre as duas culturas (tecnológica e humanística), mas também é suporte para aumentar o conhecimento a ser partilhado entre os futuros profissionais que trabalharão em conjunto. Neste artigo, aprofunda-se a análise curricular, comparando-se as filosofias dos programas conjuntos de Engenharia e Administração de influentes centros universitários nacionais e internacionais,*

1. INTRODUÇÃO

Em 2003, os autores [REIS e SILVA, 2003] argumentaram que, para este mundo de rápidas mudanças cada vez mais complexo e com demandas crescentes, as universidades precisam preparar os seus estudantes de tal modo que os entreguem ao mercado profissional de um mundo que não pode mais ser denominado tecnologista ou humanista.

Não bastava construir pontes entre as duas culturas, era imperioso modificar a maneira de educarmos os futuros líderes de empreendimentos industriais e de serviços, os quais precisam ser abrangentes nas ciências, nas tecnologias e nas disciplinas humanísticas para tornarem-se mais conscientes dos problemas do mundo real e acostumarem-se a trabalhar de modo cooperativo em equipes, bem como conhecerem as práticas culturais, institucionais e de negócios de outros países.

Desse modo, as mudanças profundas na economia mundial e a necessidade de um profissional com inúmeras aptidões impuseram um novo pensar da estrutura atual do ensino acadêmico com um enfoque de transição entre Engenharia e Administração, cuja educação precisa transformar-se para acomodar aquelas mudanças. Nesse sentido, os autores propuseram uma simbiose entre os currículos de Engenharia e de Administração, sugerindo

maneiras pelas quais as instituições educacionais podem responder a novos desafios neste mundo extremamente dinâmico em suas transformações.

A preparação dos formandos neste novo milênio merece incluir aspectos os mais abrangentes para se entregar à sociedade um graduado capaz de desempenhar suas funções corretamente, ciente dos problemas reais que irá resolver. No seu campo do conhecimento, serão generalistas ou especializar-se-ão em determinadas técnicas ou campos do conhecimento; independentemente do que ocorra, ter a máxima informação disponível os ajudará nas tomadas de decisão.

Nesse contexto, propôs-se que o melhor enfoque para atingir os objetivos é ensinar assuntos tanto em tecnologia quanto em negócios, combinando o melhor da educação em engenharia com o melhor da educação em administração. As etapas sugeridas foram as seguintes:

1. conhecimento das necessidades e expectativas dos clientes e antevisão dos resultados da aprendizagem
2. seguimento de referenciais de excelência e definição dos objetivos do programa
3. proposição do Engenheiradorismo e seu currículo

Em conseqüência, tem-se a base para se formular os objetivos educacionais que garantam que os estudantes sejam capazes de:

- integrar e aplicar as práticas consagradas em administração e engenharia na tomada de decisões
- trabalhar em equipes integradas por participantes de funções variadas e com culturas diversas
- aplicar critérios que afetam as decisões técnicas, as de programação e custos, e aquelas sujeitas a risco
- compreender a implantação de tecnologias as mais atualizadas de engenharia e empresariais
- participar de processos visando criar e apresentar um plano empresarial
- projetar, desenvolver, construir o protótipo e testar um novo produto ou serviço

Adicionalmente, ao novo estudante deve ser dada a oportunidade de tornar-se criativo, fazendo-o participar de um projeto de pesquisa, de ser capaz de realizar uma síntese de engenharia a partir do trabalho em determinado projeto e de desenvolver sólida capacidade de comunicação oral e escrita. Para preservar a profundidade e aumentar a abrangência das muitas e diversas disciplinas previstas, convém estudar um possível aumento da duração do ciclo básico para garantir uma educação de alto nível.

2. CONHECENDO PROGRAMAS BRASILEIROS E ESTRANGEIROS

Apresenta-se, neste item, um resumo dos principais programas que apresentam filosofias semelhantes ao apresentado neste artigo, como base de comparação para análises curriculares.

No Brasil, destaca-se a Escola Politécnica da UFRJ com o curso de Engenharia Econômica e Administração Industrial na pós-graduação, cujo objetivo é capacitar os alunos para empregar técnicas da Engenharia Econômica e da Administração de operações no nível da organização e contribuir para que seja ampliada a compreensão do sistema sócio-econômico de que todas as organizações fazem parte. O curso destina-se principalmente a profissionais de nível superior que atuem ou desejem atuar na gestão de sistemas produtivos. Entre as matérias destacam-se Estatística Aplicada à Produção, Análise das Demonstrações Financeiras, Tecnologias de Gestão da Produção (ênfase em produtividade), Gerência Financeira e Planejamento Estratégico.

No exterior, os cursos podem ser classificados naqueles que concedem diplomas duplos e, entre os de diplomas simples, os de mestrado e os de graduação

2.1 Dupla diplomação

Temos, nos Estados Unidos:

a) resultante de convênio entre a School of Engineering e a Sloan School of Management do Massachusetts Institute of Technology (MIT), o Leaders for Manufacturing (LFM), programa de mestrado duplo em engenharia e administração, motivado pela crença de que a excelência na fabricação é crítica para atender às necessidades econômicas e sociais dos indivíduos, das empresas e da sociedade. Lançado em 1988 com um forte apoio financeiro das indústrias, o programa enfatiza colaboração e compartilhamento de conhecimento com as companhias participantes por meio do espectro inteiro dos aspectos do empreendedorismo. O currículo do LFM objetiva ensinar os estudantes a valorizar a melhoria contínua, assim como para a inovação, e provê as ferramentas para consegui-las. Com as atividades em aula, pesquisa e oportunidades para liderar, na filosofia do aprender fazendo, LFM proporciona aos estudantes uma base sólida nas áreas críticas da fabricação, incluindo processos de fabricação, projeto e desenvolvimento, administração de operações, tecnologia da informação, trabalho em equipe, liderança, administração de mudanças e pensamento sistêmico [MAGNANTI, 1997].

b) na the University of Texas at Austin, os estudantes focalizam os seus estudos mediante a seleção de disciplinas tanto de administração quanto de engenharia, esta a estrutura do Engineering Route to Business (ERB) no Management Department do McCombs School of Business.

c) no MIT, Systems Design and Management (SDM): programa de mestrado, fundado em 1997, também resultante de convênio do MIT e a indústria. Enfatiza a concepção, projeto, criação e administração de sistemas e produtos complexos, por exemplo um novo automóvel ou aeronave, um novo sistema de telecomunicações ou uma nova plataforma computacional. Como se pode organizar, atribuir responsabilidades a, e coordenar dezenas, centenas ou mesmo milhares de engenheiros para desenvolver um desses produtos? Como se pode projetar esses produtos e sistemas para serem viáveis economicamente, obterem desempenho notável, entrarem no momento certo no mercado e atenderem às necessidades dos consumidores? Embora essas preocupações sejam similares àquelas que são alvo da LFM, SDM coloca mais foco no desenvolvimento de sistemas e produtos e menos na produção e operações. Para resumir a ênfase nestes programas, no MIT o LFM é conhecido como “Big-M” (M de manufacturing) enquanto o SDM tem o apelido de “Big-E” (E de engineering) [MAGNANTI, 1997].

d) na University of Michigan, o Tauber Manufacturing Institute (TMI) foi criado em 1993 como um convênio entre a indústria e a University of Michigan, em resposta à demanda por uma nova espécie de líder, que deve demonstrar capacidade para guiar a empresa por meio de diversas mudanças nos negócios e ter cabal conhecimento dos aspectos técnicos da produção. TMI identifica os melhores e mais brilhantes profissionais de fábrica ainda cedo em suas carreiras, proporcionando-lhes as qualificações e treinamento necessários para que se tornem verdadeiros líderes de empresas do amanhã. O Instituto pondera os benefícios de uma educação multidisciplinar e a perícia e discernimento da experiência industrial, e acredita que a universidade e a indústria devem caminhar juntas para formar o completo profissional de manufatura. TMI não é uma instituição que concede graus acadêmicos, mas sim uma instituição “guarda-chuva” que permite aos seus estudantes obterem vantagens do melhor que o Michigan College of Engineering and Michigan Business School têm a oferecer. O Instituto congrega estudantes de cinco diferentes níveis educacionais, visando desenvolver a cooperação e o trabalho em equipe e ressaltar a importância do aprendizado interdisciplinar. Os graduandos têm diversas opções de carreira, sendo igualmente bem preparados para

posições de liderança tanto na área técnica como na não-técnica de uma empresa, em busca de um padrão para a excelência em educação, oferecendo o estado-da-arte e experiência de ensino em todos os aspectos dos negócios,

Ressalte-se um programa conjunto da Oakland University, Estados Unidos, com a Vienna University of Technology, Áustria, que, para profissionais de empresas pequenas e médias, oferece um mestrado, programa executivo, conduzido por professores americanos e europeus. O curso ressalta que segue os requisitos da qualidade da ISO 9000, sendo pioneiro do IEEE Central European Chapters on Engineering Management”.

2.2 Diplomação simples

2.2.1 Graduação

a) No Reino Unido, os departamentos de Engineering Science, Economics, and the Saïd Business School da University of Oxford são responsáveis por esse curso conjunto. Ele tem o objetivo de fornecer aos estudantes de engenharia um conhecimento adequado de administração pela oferta de uma sólida base dos princípios de economia e de administração. O curso de Engineering, Economics & Management (EEM) tem a duração de quatro anos, sendo, principalmente, um programa de engenharia, com dois terços do tempo com disciplinas de engenharia. O primeiro ano é comum a todos os estudantes de engenharia, no qual os fundamentos matemáticos e físicos são revistos, ao mesmo tempo que assuntos específicos de engenharia são introduzidos. Ao final do primeiro ano, os alunos apresentam projetos. Durante os segundo e terceiro anos, incluem-se disciplinas de economia e de administração, havendo, no intervalo desses anos, um estágio em indústrias. Ao final do terceiro ano, há um projeto específico em uma indústria com a duração de 24 semanas, com o foco ou na engenharia, ou na economia ou na administração, sendo supervisionados por um professor e um profissional da área.

b) Já na China, University of Hong Kong, a graduação em Industrial Engineering and Technology Management é projetada para ir ao encontro dos novos desafios da transformação industrial de Hong Kong. Os estudantes adquirem capacitação técnica em engenharia industrial junto com uma compreensão abrangente da administração da tecnologia e uso intenso da tecnologia da informação. Esse programa pondera teoria e prática, e enfatiza administração da tecnologia e empreendedorismo. O currículo prove os alunos com uma compreensão de atividades de negócio que agregam valor no desenvolvimento de novos produtos e serviços dentro de um sistema industrial complexo. As principais áreas do conhecimento desenvolvidas são as seguintes:

a) engenharia industrial – engenharia econômica, administração de projetos, projeto e fabricação de produtos, planejamento da produção e controle de estoques, interação homem-máquina e análise e integração de sistemas.

b) administração da tecnologia – análise de mercado, informação e controle financeiro, avaliação tecnológica, sistemas de informação de administração de negócios, integração e desenvolvimento de empresas, planejamento de mudanças na administração e habilidades organizacionais

c) habilidades interpessoais – comunicação oral e escrita, habilidade analítica, dinâmica de grupo, resolução de problemas e conhecimentos cultural e internacional.

2.2.2 Mestrado

a) Na Califórnia State University, um inovador programa de mestrado em Engineering Management prepara engenheiro e profissionais técnicos para administrar, liderar e terem

desempenho excelente no complexo ambiente de alta tecnologia dos dias de hoje. É projetado para auxiliar profissionais trabalhando nos campos técnicos para adquirirem o conhecimento e habilidades necessárias para alcançarem seus objetivos de desenvolvimento na carreira que abraçaram.

b) a Duke University tem também um programa de Engineering Management, cujo currículo expõe os estudantes a uma variedade de assuntos de administração e legais que melhor os prepararão para papéis de liderança na indústria. É um curso baseado em *cases* que focaliza a construção de uma organização, bem como o processo de tomada de decisão, com ênfase nas companhias de alta tecnologia, enfatizando os aspectos de coordenação do capital humano. Liderança estratégica, tática e operacional são exploradas. Outros assuntos são os seguintes: tomada de decisão organizacional, medidas de desempenho, controle administrativo, estratégias de produto, administração de mudanças estratégicas e análise competitiva.

c) na Arizona University, há uma combinação de engenharia, administração e negócios. Pensado para estudantes com, no mínimo, dois anos de experiência de trabalho, cuja posição é semelhante a incluir uma posição tal como engenheiro-chefe.

Os alunos devem, no final, proverem uma análise de um assunto que é apropriado ao plano de estudo e é sujeito à aprovação de um comitê orientador.

d) em Stanford, a missão do Departamento de Management Science & Engineering é prover educação e oportunidades de pesquisa do conhecimento, ferramentas e métodos necessários para tomar-se decisões e delinear políticas, para configurar problemas operacionais associados com a economia baseada na tecnologia e intensiva em informações.. O objetivo do departamento é explorar todas as sinergias entre as seguintes áreas do conhecimento:

- Pesquisa Operacional e Modelagem de Sistemas
- Administração da Produção e Operações
- Análise da Decisão e Análise de Riscos
- Economia e Finanças
- Tecnologia e Ciência da Informação
- Tecnologia, Política e Estratégia

3. PRINCÍPIOS DE INTEGRAÇÃO DAS DISCIPLINAS DE ENGENHARIA E DE ADMINISTRAÇÃO: DESTILANDO FILOSOFIAS

O estudo e análise dos exemplos anteriores revelam algumas características importantes que são comuns em todos os currículos. Quando destilados de suas fontes e agrupados como “princípios”, eles podem oferecer alguma orientação para combinar os currículos de engenharia e de administração em um coerente e integrado corpo do conhecimento. Desse modo, os cursos de engenharia/administração devem atender aos seguintes princípios:

1. Proporcionar a criação de um novo quadro de profissionais com uma base sólida nas ciências de cada campo técnico específico.
2. Proporcionar um conhecimento operacional da tecnologia atual na área de interesse.
3. Proporcionar uma compreensão da natureza diversa das sociedades humanas, assim como as suas tradições históricas, literárias, filosóficas e artísticas.
4. Proporcionar uma compreensão dos aspectos históricos, econômicos, políticos, sociais e ambientais que cercam os desenvolvimentos técnicos.
5. Melhorar a capacidade de comunicação escrita e oral dos participantes
6. Desenvolver a capacidade de liderança dos participantes
7. Desenvolver a capacidade administrativa e de supervisão dos participantes
8. Proporcionar uma compreensão de como as decisões empresariais afetam as decisões técnicas e vice-versa.

9. Proporcionar um conhecimento prático de gerência de projetos
10. Proporcionar uma experiência de trabalho em times multifuncionais com outros engenheiros e profissionais.
11. Proporcionar a compreensão do papel do engenheiro na competitividade empresarial
12. Organizar estágios no país e no exterior, em empresas privadas ou públicas (residências).
13. Desenvolver a capacidade de ler e compreender relatórios financeiros
14. Desenvolver um conhecimento prático de métodos de custeio e contabilidade
15. Proporcionar oportunidades para a participação na preparação de plano empresarial para novos empreendimentos e produtos.
16. Desenvolver um conhecimento prático dos fundamentos de teoria e comportamento organizacionais.
17. Proporcionar a compreensão de mudança e desenvolvimento organizacional
18. Desenvolver um conhecimento prático de sistemas de informações empresariais
19. Desenvolver um conhecimento prático dos fundamentos de administração da produção e operações.
20. Desenvolver um conhecimento prático dos fundamentos de vendas e marketing.

Ademais, face ao seu caráter multidisciplinar, enfatiza-se o novo conceito proposto em artigo anterior: ENGENHADORISMO, um campo científico de características horizontais, com suas contribuições estendendo-se por diversos ramos da atividade humana, da Engenharia à Gestão Empresarial, passando pela Economia. O seu aspecto mais distinto é a flexibilidade que oferece: se distribuindo produtos pelo mundo ou fabricando automóveis, todas as atividades compartilham o objetivo comum de economizar dinheiro para as companhias e aumentar a eficiência delas. Em resumo, descobre-se como produzir de modo ótimo, "engenheirando" processos e sistemas que melhoram a qualidade e a produtividade que levam à eliminação de desperdícios de tempo, dinheiro, materiais, energia e outros bens.

Esses profissionais serão totalmente integradores de sistemas, otimizando o que hoje existe e imaginando como deve ser no futuro. Enquanto que em alguns ramos da Engenharia fica-se realmente envolvido com o detalhamento técnico, dificilmente saindo-se do ambiente da fábrica ou do ambiente operacional, o mesmo não ocorreria com o profissional ambivalente, o qual passaria a maior parte do tempo estabelecendo enfoques científicos e sistêmicos para os problemas serem resolvidos a longo prazo, ao invés de obterem-se soluções temporárias.

4. CONCLUSÃO

Aproveitando a idéia de cursos estrangeiros mais avançados, e modo ideal, um programa conjunto de graduação, pioneiro no Brasil, combinando Engenharia e Administração, seria criado um novo quadro de estudantes com uma base sólida nas ciências básicas do seu campo técnico e um conhecimento operacional da tecnologia atual na sua área de interesse. Mais ainda, uma compreensão da natureza diversa das sociedades humanas, assim como as suas tradições literárias, filosóficas e artísticas; e uma compreensão a respeito com relação aos aspectos econômicos, políticos, sociais e ambientais que cercam os desenvolvimentos técnicos.

Para a proposição do currículo e a partir do pesquisado com os clientes, seria determinado o melhor agrupamento de cursos que preencheriam aquelas necessidades e expectativas. Como a ênfase é na Business-Engineering Technology, sugere-se que o currículo deva ter as seguintes características:

- ser interdisciplinar
- ter professores engenheiros e administradores, tanto pertencentes à academia quanto, necessariamente, do mercado.
- ter turmas multidisciplinares=

- enfatizar a realização de projetos e de estudos de caso

Combina-se assim o programa de administração com a experiência e conhecimento da engenharia, oferecendo-se um “mix” com a administração, os estudantes obtendo avanços em ambas as áreas, qualificando-se em administração de empresas e engenharia.

Esse currículo guiaria os estudantes para cargos administrativos gerais, culminando a assunção de posições de liderança nas empresas. A ênfase é colocada na idéia de integração das disciplinas, vital para o sucesso das empresas industriais e de prestação de serviços no mundo global dos negócios de hoje, focalizando a integração de estratégia dos negócios e manufatura.

Finalmente, como idéia inovadora, o conceito de um programa de residência engenheiradora, nos moldes semelhantes à residência médica como citado no caso da Universidade de Honk Kong,

O principal resultado desse enfoque será uma integração de conhecimentos, resultando na formação de profissionais conscientes do enfoque sistêmico da educação, cuja utilidade se verificará na condução de seus negócios na área produtiva e fora dela. e observando-se sua aplicabilidade no panorama brasileiro, sempre com o objetivo de agregar valor ao conhecimento do aluno.

Agradecimentos

Os autores desejam agradecer o apoio do Management Department da University of Wisconsin-La Crosse e do Mestrado em Engenharia de Transportes do Instituto Militar de Engenharia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRYANT, J. An undergraduate curriculum in business and engineering”, In: IEEE-USA Careers Conference, San Jose, California, November 2, 2000.

DAVENPORT, T. O. Workers are *Not* Assets, In: **Across the Board-The Conference Board Magazine**, Vol. XXXVII, No. 6, June 2000, pp.30-34.

GRAY, D. E KABBANI, N. Right Tool, Place, Time. **OR/MS Today**, Vol. 21, No. 2, April 94, pp. 34-35, 38-41.

HAMMER, M. e STANTON, S. How Process Enterprises Really Work. **Harvard Business Review**. November-December 1999.

JURAN, J. A Man of Quality, Conversations with Joseph Juran. **IIE Solutions**. Vol. 31, No. 3, March 1999, pp. 28-35.

KERZNER, H., International Project Management, Chapter 19, In: **Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling and Controlling**. Van Nostrand Reinhold: New York, 1997, pp. 895-920.

LEE, J., Sr. Knowledge Management: The Intellectual Revolution. **IIE Solutions**. Vol. 32, No.10, October 2000, pp. 34-37.

MAGTANTI, T. H. Operations Research and the education of technically-grounded leaders. **IFOR**, Mitteilungen Nr. 41, April 1997 (www.ifor.math.ethz.ch/im/41/index.en).

PATEL, N. Different Worlds, Different OR. **OR/MS Today**, June 1995, pp. 36-39.

PENA, L. e REIS, D. Emerging Latin America. **Revista de Administração de Empresas**. Vol. 39, No. 2, April-June 1999, pp.33-45.

REIS, D. e SILVA, P.A.L Os ventos das mudanças: simbiose entre Engenharia e Administração. **Anais do XXX COBENGE - Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia**, 2003.

ROBINSON, R. A Business Executive’s Guide to Modern OR. **OR/MS Today**, June 2000, pp. 22-27.

ROTHSCHILD, M. The Henderson Revolution. **Upside Magazine**, December 1992.

TEACHING ENGINEERING AND MANAGEMENT: SHARING PHILOSOPHIES AND KNOWLEDGE

***Abstract:** The winds of change that are sweeping through industry and the economy will not spare institutions of higher learning. In particular, the education of engineers and managers must be transformed to respond adequately to these new challenges. In a previous paper (COBENGE 2003), we proposed a symbiosis between the engineering and management curricula. This would not only help to build a bridge between the two cultures, the technologic and the humanistic, but would greatly improve the teaching and learning of both fields of knowledge and contribute to solve the national productivity problem. In the present paper, we carry out the curricula analysis in more depth, comparing and contrasting the philosophies of several Brazilian and foreign programs, gauging their applicability and value to the prospective student*

Keywords: Engineering, Business, Curriculum.