

ALGUMAS SUGESTÕES SOBRE PERFIS DE FORMAÇÃO EM ENGENHARIA

Marcos A. da Silveira¹

Marlise A. V. Araújo²

RESUMO

Algumas sugestões sobre a escolha e a pertinência de perfis de formação para engenheiros no Brasil são apresentadas a partir das indústrias, de escolas de engenharia e do sistema de habilitação profissional, conforme o que foi discutido no Primeiro Colóquio Internacional sobre Epistemologia e Educação em Engenharia, realizado em junho de 2005 no Rio de Janeiro. A principal conclusão foi a existência de diferentes perfis de formação em engenharia de interesse industrial, alguns deles ainda não representados no quadro nacional.

Palavras-chave: Educação em engenharia, perfis de formação, currículo.

ABSTRACT

This paper presents a few suggestions on the choice and pertinence of formation profiles for the Brazilian engineer, from the point of view of industries, engineering schools and the professional accreditation system. It is a result of the First International Colloquium on Epistemology and Engineering Education, held at Rio de Janeiro, June 2005. The main conclusion is the existence of different engineering formation profiles in engineering of industrial interests, some of them still not available in Brazilian institutions of higher education.

Key-words: Engineering education, formation profil, curriculum.

INTRODUÇÃO

O presente artigo resume uma série de apresentações e discussões sobre os perfis de formação para engenheiros, em especial sobre a formação do engenheiro projetista, realizadas durante o Primeiro Colóquio sobre Epistemologia e Educação em Engenharia, ocorrido na PUC-Rio, Rio de Janeiro, em 27 e 28 de junho de 2005. O texto de cada seção é um resumo da fala do palestrante e do debate em seqüência. Citações literais aparecem entre aspas. O resumo foi preparado pelos autores do artigo a partir dos textos mais completos de [1]. Esses foram revistos e aprovados pelos palestrantes.

Embora a formação do engenheiro projetista seja um objetivo inscrito na maior parte das listas de capacitações de engenheiros (ABENGE, ABET, BEC, SEFI, por exemplo) e, mesmo, uma formação específica de engenheiro-projetista esteja sendo defendida atualmente (Université de Mons, Bélgica), está por se resolver o problema de como conduzir os alunos de um curso de engenharia a esse ideal, considerando a enorme quantidade de conhecimentos científicos e tecnológicos utilizados atualmente em sua prática. O que caracteriza um engenheiro-projetista? Sendo um projeto de engenharia essencialmente multidisciplinar, do que se fala: um gerente

de projetos tecnológicos, conduzindo equipes, ou um especialista de um novo tipo?

A questão pode ser estendida aos perfis de formação de interesse da indústria atual: os atuais cursos de engenharia atendem às suas expectativas? Se não atendem, quais são os novos perfis demandados pelo setor industrial? Por outro lado, a habilitação profissional como é pensada pelo sistema CONFEA/Creas corresponde aos interesses do mercado de trabalho e da academia? Em suma, as mudanças atuais nas técnicas e mercados exigem infletir a formação dos engenheiros na direção de novos perfis?

A seguir serão comentadas algumas respostas parciais a essas perguntas, formuladas por profissionais e professores de engenharia. Um ponto essencial do evento foi que os convidados não falaram como representantes de setores industriais, empresas ou instituições, mas a partir de sua experiência profissional e de seu ponto de vista pessoal.

PERFIS DE FORMAÇÃO PARA A INDÚSTRIA

Nesta seção serão reunidas algumas sugestões apresentadas por Antonini Puppim Macedo (Em-

¹ Marcos Azevedo da Silveira; Professor Associado; Docteur d'État, Spec. Automation, UPS (Toulouse); PUC-Rio; DEE/PUC-Rio, rua Marquês de São Vicente, 225, 22453-900, Rio de Janeiro, RJ, BRASIL; tel: 55-21-3527-1629; fax: 55-21-3527 1232; marcos@ele.puc-rio.br

² Marlise Alves Vieira de Araújo; Professora; Doutora UFRJ, Microbiologia; Colégio Pedro II; rua Humaitá, 80, Rio de Janeiro, RJ, BRASIL; tel: 55-21-2536-2802; marlisehu2@cp2.g12.br

braer), Sinval Zaidan Gama (Eletrobras) e José Carlos Sussekind, respectivamente.

UM PRIMEIRO PONTO DE VISTA: INTEGRAÇÃO DE SISTEMAS

O treinamento dos engenheiros recém-contratados pela Embraer é realizado levando o grupo de novatos a projetar por completo uma aeronave. Projeto em grupo, onde as competências desejadas pela empresa possam ser desenvolvidas e exercitadas, conforme descreve o engenheiro e doutor Antônio Puppim Macedo [1].

O paradigma da atuação dos engenheiros mudou dos fundamentos técnicos e científicos, no início do século XX, para a tecnologia da informação, no início do século XXI (tecnologia digital, GPS/sensores, automação avançada, comunicação inter-plataformas, proliferação de computadores). Houve a transição da era industrial para a era da informação. Os engenheiros passaram de “práticos gerais”, no início do século XX, para “especialistas técnicos” na metade do século, chegando, agora, a “integradores de sistemas” e “arquitetos de produtos”.

Mudou o processo de projeto e de produção, passando a ser regido pela integração de vários sistemas “terceirizados” (comprados fora, já prontos). A atenção dos engenheiros mudou de foco: de plataformas a sistemas e, daí, a sistemas de sistemas. O problema passou a ser o de sincronizar/coordenar/cooperar. Chegou-se às aplicações sistema – sistema, onde plataformas diferentes “conversam” automaticamente entre si.

Exemplo: eliminação de vibrações aerodinâmicas via filtros eletrônicos que rejeitam a frequência da vibração. O engenheiro aeronáutico tendia a eliminar as vibrações por alterações de forma, sem perceber as novas possibilidades abertas pela eletrônica e pela teoria de controle. Faltava interação. Hoje existe até o contrário: excesso de confiança na solução eletrônica, deixando pontos em aberto, entregues abusivamente aos engenheiros eletrônicos. Como integrar os sistemas aerodinâmicos aos eletrônicos, trabalhando e projetando de forma integrada? Como formar e fazer trabalhar equipes multidisciplinares que possam utilizar as ferramentas das diferentes áreas, sem omissões ou falsas expectativas?

Uma formação mais profunda dos engenheiros, chegando ao nível do doutorado? A diferença nacional, neste ponto, é grande: 15% dos doutores brasileiros estão na indústria, enquanto a indústria dos USA absorve 85%. Falta, no Brasil, visão de conjunto e domínio de linguagens mais gerais.

Por outro lado, o curso de engenharia arrasa a auto-estima dos alunos, quando engenheiros precisam de coragem e audácia. A escola não consegue valorizar a profissão. De fato, quem é muito podado não consegue ser criativo nem crítico. É preciso

aceitar a diversidade dos alunos e dos problemas, levar os alunos a aceitar outras culturas (colegas de trabalho, por exemplo), a ter postura ética, a ter confiança para enfrentar desafios.

Algumas soluções potenciais: formar parcerias interdepartamentais, desenvolver desejo de cooperar e criar incentivos para tal (necessidade de se alterar/criar cursos com rapidez), motivar os estudantes, criar um ambiente de projeto (entendimento e experiência com síntese interdisciplinar).

A Figura 1 apresenta uma descrição das competências atuais como aparecem para a indústria de ponta, observando-se que as escolas de engenharia são excelentes nos fundamentos, mas não abordam os outros três itens, portanto essenciais aos engenheiros atuais. Na Figura 1 entende-se por “fundamentos”, matemática, física, ciências da engenharia e conteúdos especializados; por “engenharia”, *design*, arquitetura, comunicação e integração de sistemas; por “campo profissional”, comunicação, equipe, *networking*, competências interpessoais; e por “negócios”, custos, cronogramas e planejamento.

As escolas de engenharia formam, na melhor das hipóteses, *experts* em determinadas especialidades, conhecedores dos fundamentos disciplinares. As demais características são praticamente desconhecidas nas escolas, ou por serem recentes (integração de sistemas, tema básico para o desenvolvimento de qualquer inovação ou produto, atualmente), ou porque são consideradas externas à engenharia em si (o que explica tantos MBAs para engenheiros). Porém, já passou o tempo em que essas novas características eram particulares a algumas empresas: elas já são gerais o suficiente para aparecerem obrigatoriamente nos cursos de engenharia. São, inclusive, usadas pelas empresas para definir as tarefas de “engenharia” (Figura 1).

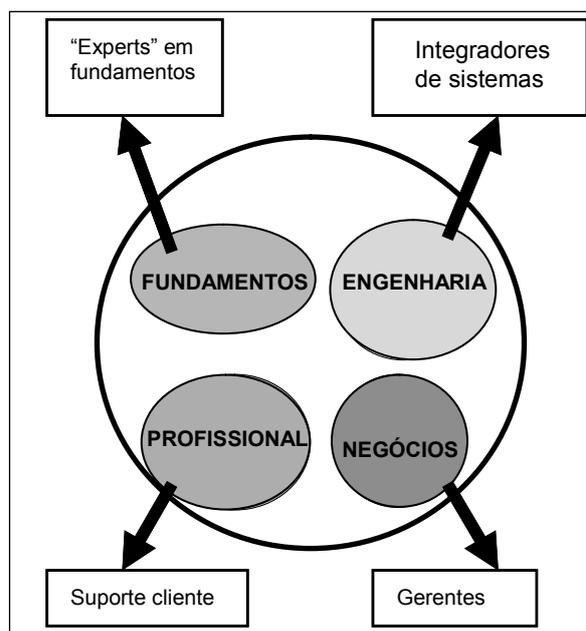


Figura 1 - O engenheiro completo, cf. A. Puppim Macedo [1]

UM SEGUNDO PONTO DE VISTA: DIFERENTES PERFIS DE FORMAÇÃO

Um segundo ponto de vista aparece do estudo sistemático do setor elétrico do estado do Rio de Janeiro realizado pelo engenheiro e doutor Sinval Zaidan Gama [1,2].

No últimos decênios ocorreu o aumento das áreas de interesse do engenheiro eletricista, passando das clássicas geração, transmissão, distribuição, operação, planejamento e despacho, para as modernas financiamento, comercialização, tarifas e regulamentação. “Para melhor entender o fenômeno, vejamos algumas definições: saberes são o conjunto de conhecimentos que a pessoa domina; competências são aptidões para realizar conforme exigências definidas. Mais explicitamente, nos saberes (eruditos e ensinados) temos conhecimentos e *savoirs-faire* (habilidades e atitudes), que, articulados, levam às competências. As habilidades podem ser gerenciais, interpessoais ou técnicas, e as atitudes são um estado de espírito que se reflete na conduta, sentimento e opiniões”.¹

Em 2001 foi realizada uma pesquisa sistemática [2] onde o elenco de conhecimentos, habilidades e atitudes associados ao exercício da profissão de engenheiro eletricista foi testado junto ao setor elétrico do estado do Rio de Janeiro. A conclusão sugere dois perfis de formação diferentes para este engenheiro, a saber:

- engenheiro tecnológico, com forte preponderância da formação técnica, onde o conhecimento técnico dos sistemas de potência é o centro da formação: estudos sobre o comportamento operacional dos equipamentos, a análise dos sistemas elétricos, os aspectos operativos (normas e procedimentos) e a programação da operação;
- engenheiro que leva em consideração os fundamentos tecnológicos, específicos de cada área, lastreados por sólido embasamento científico e matemático, adicionando outras vertentes: ambiente complexo, mutável com grande rapidez e no qual suas realizações são às vezes limitadas mais por considerações sociais do que pela capacidade técnica. Leva em conta os contextos social, econômico e político envolvidos na prática profissional e a internacionalização das culturas. São empreendedores e preparados para trabalhar em equipe, gerenciar empreendimentos complexos que podem envolver muitos indivíduos, mas também uma empresa de uma só pessoa: eles mesmos.

A competência exigida para os profissionais nas diferentes carreiras na indústria de energia elétrica indica a necessidade cada vez maior de profissionais do segundo tipo e, em menor número, de

alguns profissionais do primeiro tipo. Mudaram as funções exigindo-se uma formação científica e tecnológica básica, mudaram as exigências do mercado de trabalho para a maior parte (mas não todos) dos engenheiros contratados.

A tendência é desenvolver cursos de graduação que possuam como base estruturas flexíveis, permitindo que o futuro profissional tenha opções em diferentes áreas de atuação, uma base filosófica com enfoque na competência, na capacidade de articulação para trabalho em equipe e em projetos, com ênfase na síntese e na transdisciplinaridade, e preocupação com a valorização do ser humano e preservação do meio ambiente, integração social e política.

Diante da questão sobre o que deve ser ensinado pela empresa e não pela universidade, pode-se analisar o caso de um engenheiro elétrico trabalhando no Banco Garantia. Este banco contratou muitos engenheiros elétricos quando começou a participar das privatizações do setor elétrico. Não bastava conhecer os índices financeiros e contábeis, mas as possibilidades reais dos mercados, questões relativas à demanda e oferta de energia, à composição da matriz energética, às possibilidades de mudança. Todo um conjunto de conhecimentos que se encontram à disposição de um engenheiro elétrico, mas não (com facilidade) de um economista. Mais ainda, a análise destas informações necessita de um conjunto de ferramentas conceituais, matemáticas (modelagem, etc.), estatísticas e informáticas dominadas por estes engenheiros. O processo de investimento na indústria exige profissionais com conhecimento específico, mesmo que não venham a trabalhar na área técnica correspondente. Isto é, a tomada de decisões de investimento passou a ser compartilhada dentro de equipes contendo advogados, economistas e engenheiros. Ao terminar o processo de privatizações, estes engenheiros já dominavam boa parte das funções de análise e organização, graças à sua visão sistêmica e a seu conhecimento sobre algoritmos e processos de análise de dados e informações.²

Aparece, assim, um mercado de trabalho estendido, ultrapassando as fronteiras técnicas industriais e perpassando o setor de serviços – onde se encontra, hoje em dia, a maior parte dos cargos bem remunerados. Daí o segundo perfil de formação apresentado, aberto ao mercado de trabalho ampliado.

Entretanto, algumas competências só podem ser desenvolvidas junto ou após experiência no campo de sua aplicação, como as associadas a cargos administrativos de maior importância. É também o caso de especializações muito finas (projeto de geradores, algoritmos de despacho, análises financeiras muito especializadas etc.), o que exige uma formação a mais. É o que explica a importância atual dos MBAs e dos mestrados profissionais, como aqueles que a Eletrobrás financiou recentemente. A esses aspectos se agrega o problema da formação contínua em uma tecnologia em mutação, que também exige o contato periódico com a academia.

UM TERCEIRO PONTO DE VISTA: O GERENTE DE PROJETOS

Uma terceira visão está associada ao gerente de projetos em ambiente técnico-comercial e foi apresentada pelo engenheiro José Carlos Sussekind. Ela será relatada a seguir – o mais próximo da fala original de Sussekind que pode ser conseguido pelos autores deste texto. Foram selecionadas três mensagens que transcendem a atividade específica do engenheiro, mas a perpassam na medida em que é uma atividade social, exigindo contratos, acordos e soluções adaptadas às condições sociais e econômicas.

A primeira mensagem é a necessidade de cultura geral, que facilite a conversa e o relacionamento. O gerente de projetos está se relacionando a maior parte do tempo com possíveis interessados, clientes, fornecedores, assessores, funcionários etc. Precisa compreendê-los em seu contexto, encontrar e descobrir a informação apropriada, seduzi-los para a posição de cliente, seduzi-los para que trabalhem com afinco, seduzi-los para a sua visão do projeto – quando for o caso. Tudo isso é obtido conversando, e muito. Gerenciar projetos passa pela arte de conversar. A cultura geral, passando pela cultura clássica e pela informação sobre o mundo, facilita o relacionamento e a compreensão do outro e de seus problemas. E facilita a escolha e a comunicação com seus auxiliares, isto é, a formar e fazer funcionar satisfatoriamente uma equipe.³

A segunda mensagem é sobre a escolha do foco do projeto: organizar o projeto a partir do foco dado pelo cliente. Este foco nem sempre é explícito, precisa ser descoberto. Um exemplo é o projeto da Linha Vermelha, a via expressa da cidade do Rio de Janeiro ligando o Aeroporto do Galeão à Zona Sul. Qual era o problema central desse projeto? Dado que a via expressa deveria estar pronta em quatro meses, antes da abertura da ECO92, o prazo era o maior problema. E o que mais afeta o prazo de uma obra civil desse porte? Os processos de desapropriação de imóveis no seu caminho! Onde o problema central era encontrar um caminho que não exigisse desapropriações. Um vôo de helicóptero permitiu observar que, felizmente, existia um trajeto atendendo a essa condição. Eis como foi escolhido o traçado da Linha Vermelha, escolha essa que permitiu ao engenheiro que o propôs⁴ obter o contrato e resolver o problema.

Outro problema vivenciado por toda uma geração de engenheiros foi o desaparecimento das grandes obras públicas a partir do governo FHC. Com isso desapareceu a possibilidade de manter grandes equipes à espera de uma nova grande obra, o que acabou com os grandes escritórios de engenharia. Daí a terceira mensagem: a necessidade de reinventar a si próprio. Uma nova forma de atuação fazia-se necessária, baseada em grupos or-

ganizados caso a caso, no formato de consultorias; uma reinvenção do processo de trabalho e de seu gerenciamento.

A discussão no plenário do colóquio levantou um conjunto de questões apresentadas a seguir.

Como formar esse perfil mais cultural se a cultura depende da família? Estaremos presos ao capital cultural de cada aluno, ou novos perfis de formação poderão transcendê-lo? O professor de grande cultura foi substituído pelo especialista pesquisador – mas essa substituição precisa ser completa? Parecem interessantes os perfis generalistas (em seu sentido moderno, como desenvolvidos pelas *écoles centrales* francesas) para a formação de gerentes com base técnica e cultural [3]. No mínimo, haver escolas onde é deixado um grande espaço à formação dita “humanista” e às atividades explicitamente culturais, como palestras, debates, cineclubes, organização de eventos multiculturais, atuação direta junto à sociedade (e não só à sociedade carente).

Pode-se citar a experiência da USP, com cursos formais de filosofia em seu currículo tradicional (mais de meio século), e a experiência da École Centrale de Paris, com eventos culturais programados ao longo do ano (isto é, não dispostos conforme disciplina regulares). A primeira escola adquiriu essa cultura a partir de sua gestação por filósofos e cientistas sociais, cultura que se tornou uma tradição fortemente ancorada. A segunda escola precisou de três anos para que seus alunos absorvessem a nova cultura, um trabalho lento e cumulativo. Uma vez instaladas as culturas locais, os alunos a acham natural e a promovem. Assinale-se que essas duas escolas são grandes formadoras de líderes – e não apenas de engenheiros – podendo-se encontrar seus egressos em todos os setores da atividade social, da direção de bancos e da política ao projeto estrito de engenharia. Perguntou-se se não haveria uma relação entre esse sucesso e a formação cultural incentivada e assumida.

PERFIS DE FORMAÇÃO ESPECÍFICOS E ATUAIS

A seguir, como exemplos diferentes, mas reconhecidos pelo mercado de trabalho, serão apresentados os perfis de formação da Escola Politécnica da USP (exposto pelo Professor Henrique Lindenberg, da EPUSP) e do Cefet-RJ (exposto pelo Professor Carlos Henrique Alves, Cefet-RJ).

PERFIL DA ESCOLA POLITÉCNICA DA USP

A Escola Politécnica da USP (Poli) é uma escola tradicional: conservadora quanto às técnicas de ensino, porém ágil na criação de novas especialidades. A primeira grande modificação foi introduzida

em 1999, donde deriva a atual estrutura. Depois foram introduzidos cursos novos como transformações de cursos de pouca procura, na direção de áreas ou especializações mais em evidência, como engenharia ambiental (derivado do curso de engenharia civil) e engenharia de controle e automação (derivado da engenharia elétrica).

A estrutura do curso pode ser descrita da seguinte forma:

- primeiro ano: Ciclo Básico (essencialmente ciências básicas);
- segundo ano: os alunos são separados por quatro grandes áreas (civil, elétrica, mecânica e química);
- do terceiro ao quinto ano: os alunos cursam as especializações das grandes áreas (civil: ambiental e civil; elétrica: computação e elétrica, esta última com cinco ênfases; mecânica: naval, produção e mecânica, esta última admitindo duas ênfases; química: alimentos, materiais, metalurgia, minas, química, petróleo).

Dois dos cursos (computação e química) são “cursos cooperativos”, onde cinco módulos acadêmicos se alternam com três módulos de estágios em tempo integral. O ano escolar, neste caso, é dividido em três módulos, cada um durando quatro meses. O total de horas desses cursos é maior que os dos outros por causa do tempo alocado aos estágios. Estes últimos são acompanhados de perto pela Poli, usando convênios com empresas e uma coordenação acadêmica dos estágios.

As cargas horárias são bem menores que no passado, com, no máximo, 28 créditos por período. A distribuição dos conteúdos é descrita pela figura a seguir.

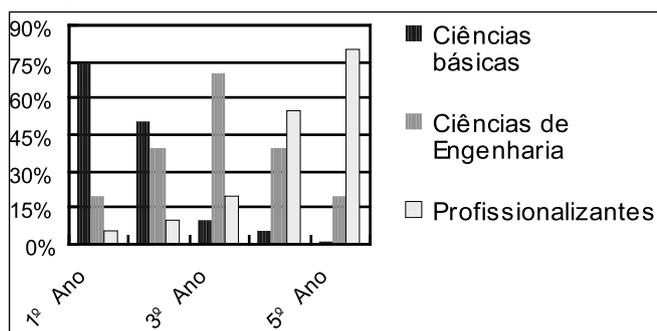


Figura 2 - Distribuição de conteúdos no currículo da Escola Politécnica da USP, Relatório da EPUSP, 2004

A Poli privilegia as ciências básicas e as ciências da engenharia, aí se concentrando o seu curso. Na reforma de 1999, as grandes reduções de carga horária ocorreram na disciplinas profissionais e nas disciplinas oferecidas por outros departamentos. O restante do conteúdo é mencionado, mas só é tratado de fato por alguns professores, a título individual.

A opção entre os cursos e ênfases é gradual, por mérito acadêmico (coeficiente de rendimento), sen-

do o curso mais procurado o de engenharia de produção. O grande problema aparece com os alunos de menor nível, que são “optados” e acabam evadindo-se. O curso de engenharia civil não é de todo generalista – e sofre uma forte evasão. Para evitá-la está sendo proposto um vestibular separado para esta engenharia, o que segue na direção contrária à nova estrutura.

O projeto Poli 2015 (lançado em 2005) [4] está propondo um perfil de formação expresso no seguinte parágrafo: “O engenheiro da Poli 2015 terá formação abrangente, tanto sistêmica quanto analítica, fundamentada em sólidos conhecimentos das ciências básicas para a Engenharia, com atitude de sempre aprender. Será competente no relacionamento humano e na comunicação. Terá postura ética e comprometimento cultural e social com o Brasil.”

Essa definição nasceu da percepção de alguns problemas, dos quais o primeiro deriva de que as competências exigidas pelas grandes empresas não são as mesmas consideradas na escola. As empresas contratam pelas atitudes e comportamentos para, depois, treinar os conhecimentos e as habilidades. Tudo ocorre como se a qualidade Q do formando pudesse ser expressa pela fórmula:

$$Q = (\text{Conhecimentos} + \text{Habilidades})^{\text{Atitudes}}$$

a escola se concentrando na base e as empresas privilegiando (para a contratação) o expoente. “Neste sentido, estamos ensinando atitudes que não suspeitamos [...]”⁵

Finalmente, há um texto dentro da proposta da Poli que expõe as dúvidas presentes na escolha atual de currículos em engenharia:

Os mesmos problemas se colocam a partir de agora de um continente ao outro. Alguns dentre eles são antigos, como a dificuldade de conciliar o ensino das ciências com a manutenção de uma prática de projeto indispensável em áreas como a engenharia civil e a construção. Outros apareceram mais recentemente, como a necessidade de se conceder um espaço crescente às humanidades, às ciências sociais e ao direito, a fim de preparar os futuros engenheiros a situações cada vez mais complexas. Até que ponto podemos especializar os estudos?

Onde passa a linha divisória entre cabeças bem-feitas e cabeças bem-cheias? Como associar verdadeiramente pesquisa e ensino? Todas essas questões não param de perseguir aqueles que têm por missão formar engenheiros, esses híbridos de ciência e de ação que nenhuma fórmula permite definir em toda generalidade.

O Cefet-RJ começou como Escola de Aprendizizes e Artífices (1910), passando a ensino técnico (1935), a ensino de graduação e técnico (1960), fornecendo, desde 1985, ensino de graduação e pós-graduação em engenharia e ensino técnico e de nível médio. Na graduação fornece os títulos de bacharel em Administração Industrial, bacharel em Engenharia

Industrial (especializações: Eletrônica, Eletrotécnica, Telecomunicações, Mecânica e Controle e Automação) e Engenharia de Produção. Este último é o mais procurado. Além disto, fornece cursos de tecnólogo de nível superior, abertos eventualmente de acordo com o interesse do mercado de trabalho.

Seus cursos buscam fornecer uma visão prática, com grande carga horária de laboratórios. O perfil é o de um engenheiro de execução: o foco não é na concepção e pesquisa. Mesmo assim decidiram por uma abertura humanista, tema do novo projeto pedagógico.

O aluno típico do curso de engenharia é o ex-aluno do curso técnico, já trabalhando e voltando ao Cefet para obter um título de nível superior. Não está interessado em pesquisa ou concepção. O perfil, na prática, é montado pela origem dos alunos: 50% a 60% dos egressos são contratados pelas empresas terceirizadas da Light, Cerj, Petrobras, etc.

Os textos oficiais atuais indicam como objetivos e perfil de formação:

Objetivo geral

Em consonância com os objetivos do Cefet-RJ, o objetivo geral dos cursos de engenharia é o de formar engenheiros aptos para a inserção em setores profissionais e para a participação no desenvolvimento da sociedade brasileira, habilitando-os para o exercício pleno de todas as funções nas diversas atividades no campo da engenharia, colaborando para a sua formação contínua.

Objetivos específicos

- Desenvolver competências técnicas e habilidades para o desempenho de diferentes atividades no campo da engenharia.
- Estimular a auto-análise, no sentido de provocar a necessidade de educação continuada.
- Incentivar o trabalho de pesquisa e investigação científica.
- Empreender o domínio de técnicas básicas de gerenciamento de seres humanos e dos recursos necessários ao exercício da profissão.
- Capacitar para o uso da informática como instrumental no exercício da profissão.
- Estimular o desejo permanente de aperfeiçoamento cultural e o desenvolvimento do espírito científico e do pensamento reflexivo.
- Sensibilizar os estudantes para as questões humanísticas, sociais e ambientais.

Perfil profissional

- Enfatiza-se a formação do engenheiro de execução, embora não se despreze a atenção que merece a preparação do engenheiro de concepção ou de pesquisa.
- Espera-se formar um profissional polivalente, crítico e criativo, uma vez que a função do engenheiro atual não é estritamente técnica e sim,

multifuncional, pela necessidade de envolvimento em atividades gerenciais, financeiras e outras que exigem competência para lidar e resolver os mais diversos problemas.

No entanto, há uma grande pressão por parte da Capes para que o Cefet/RJ desenvolva seus cursos de pós-graduação e obtenha resultados de pesquisa. Como consequência, a legislação federal atual cria uma grande dificuldade na contratação de professores para a área prática, contrariando os objetivos primordiais da escola.

ALGUMAS CONCLUSÕES PARCIAIS

O debate no plenário do evento após essas apresentações levou a algumas conclusões parciais, relatadas a seguir.

Falta clareza sobre o estado do mercado de trabalho e sobre o público para cada escola. Observam-se três mudanças fundamentais:

- mudou o tipo de aluno, seus interesses, suas respostas – e isso para todas as escolas, ressalvadas a diferenças de grupo social que as preenche;
- mudou o perfil de produção da indústria;
- mudou a tendência brasileira de uma indústria sem engenheiros que não sejam para contratar a aquisição de tecnologia, pois começam a aparecer indústrias preocupadas com a transferência de tecnologia ou seu desenvolvimento.

Há pressões governamentais para mudar os cursos de engenharia (o que começou pela criação da pós-graduação). As escolas também sofrem pressões provenientes do conhecimento da realidade internacional e da mudança do mercado de trabalho. Já o aluno procura a formação que maximiza a sua chance de obter emprego com a qualidade ou o ganho que ele deseja. E o custo da formação? Não estaremos gerando alunos a um custo altíssimo em cursos com baixa procura (o que só se explica em algumas instituições no caso de estratégia nacional) ou voltados essencialmente para a pesquisa acadêmica, enquanto deixamos de formar engenheiros com perfis mais demandados pela indústria atual?

Aparecem duas sugestões:

- Definir diferentes perfis de formação para engenheiros, de acordo com o histórico de cada escola, o público a que atende e a realidade da indústria ou mercado de trabalho estendido a que serve. Ver os casos da Poli e do Cefet/RJ.
- Formação de engenheiros generalistas (no sentido francês do termo [3]) com possibilidade de especializações sazonais, voltadas para o interesse do mercado de trabalho. Mesmo a noção de engenheiro generalista admite várias interpretações, como um engenheiro com base científica e foco gerencial (PUC-Rio e Poli, por exemplo), ou um engenheiro generalista voltado para a in-

tegração de sistemas técnicos.

E uma pergunta: a fuga de nossos engenheiros para áreas diferentes de sua formação não é um fenômeno mundial? Se o é, quais são suas causas?

A HABILITAÇÃO PROFISSIONAL

Este tema foi discutido de forma acalorada durante o colóquio. Aqui são relatadas diretamente a apresentação de cada um dos três conferencistas, na mesma ordem em que foram realizadas.

LUIZ PAULO BRANDÃO (IME E UERJ)

O professor Luiz Paulo Brandão fez uma análise minuciosa do sistema CONFEA/Creas de controle do exercício profissional em engenharia e arquitetura e da proposta recentemente apresentada para a regulamentação desses profissionais. A nova proposta deveria responder ao desafio posto pelas Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Engenharia e pela separação completa feita na LDB entre a formação profissional e os credenciamentos profissionais. A regulamentação antiga é burocrática, apenas reconhecendo os títulos concedidos por instituições credenciadas pelo MEC, mas estabelece uma extensa lista de atividades profissionais (inclui até “pesquisa” e “ensino” como atividades a serem regulamentadas e fiscalizadas pelos Creas) em desacordo com o atual mercado de trabalho de engenharia. Busca simplificar as denominações, estando em luta aberta com a atual proliferação de especializações. Construída para reservar um mercado de trabalho para os formandos, sobrepõe-se à regulamentação de muitas outras profissões.

Observou que a proposta atual repete a anterior, apenas subdividindo terrivelmente as especializações, tornando inviável qualquer análise, além de repetir os erros da regulamentação anterior.

Considerou que explodir o sistema CONFEA/Creas é atualmente inviável (o que foi sugerido, na hora, por vários participantes presentes). Melhor é brigar pela aprovação de uma proposta mais simples, essencialmente filosófica, que não tente limitar a realidade a um quadro burocrático. Apresentou sua proposta pessoal de regulamentação, contida em apenas uma página.

MÁRIO NETO BORGES (ABENGE)

O professor Mário Neto Borges começou enumerando as mudanças ocorridas no final do século XX quanto à atividade de engenharia e à formação de engenheiros:

- uso intensivo de tecnologias;
- novo contexto acadêmico, econômico e social;
- demanda por profissionais altamente qualificados;
- nova legislação (LDB e Diretrizes Curriculares);
- currículos flexíveis (P.P.P.).

Concluiu que as atuais atribuições profissionais (res. 218 do CONFEA) estão superadas. Fez um estudo do calendário das mudanças e colocou o que seria a principal modificação esperada pela lei e pela modernidade na formação de engenheiros: passar de um curso baseado em conhecimentos (conteúdos) e centrado no professor para um curso baseado em competências (resultados do aprendizado) e centrado no aluno. Em outras palavras, passar o foco do plano *professor x processo de ensino* (isto é, do conteúdo a ser ministrado) para o plano *produto x aluno* (habilidades e competências).

O que é um profissional competente atualmente? Um profissional:

- a) preparado para enfrentar desafios, isto é, flexível, adaptável, criativo, crítico;
- b) capaz de resolver problemas, tomar decisões, trabalhar em equipe e comunicar-se.

Sua formação exige novas estruturas curriculares, flexíveis, dinâmicas, com opções (personalizar a formação), com foco na avaliação e revisão e com articulação com a pós-graduação ou outros certificados.

Depois analisou o processo de reforma das atribuições profissionais pelo CONFEA, considerado muito apertado, mostrando que os “considerandos” do texto estão em desacordo com a repetição da regulamentação anterior. A única mudança real é a introdução do Anexo II, enorme lista já criticada pelo professor Brandão.

Na questão de interesse – verificar a qualidade dos engenheiros formados – a regulamentação não pode mudar o fato de cada escola deve definir seu perfil de formação: “Cabe às congregações das escolas e faculdades de engenharia, Arquitetura e Agronomia indicar ao Conselho Federal, em função dos títulos apreciados através da formação profissional, em termos genéricos, as características dos profissionais por elas diplomados” (lei n. 5.194, de 22 de dezembro de 1966, art. 10, não revogada). Daí as conclusões do professor Borges:

- o sistema CONFEA/Creas precisa rever seu paradigma;
- a proposta de resolução é coerente com as Diretrizes Curriculares (pois não tenta revogar a lei citada acima...);
- é da competência das IES definirem a formação do engenheiro;

- é possível conceder as atribuições baseadas nos novos currículos (i.e. PPP). Foi observado pela platéia que o professor Borges disse que as IES não eram afetadas pela regulamentação proposta, mas nada disse sobre a regulamentação de exercício da profissão em si, uma excrescência ibero-latino-americana, no dizer do professor da Silveira. O professor Borges respondeu politicamente que, reconhecendo as IES como as definidoras de seus perfis de formação, nada mais havia a dizer.

Emmanuel Paiva de Andrade (UFF)

A conclusão do professor Emmanuel Paiva de Andrade diante do que fora dito pelos outros palestrantes e da discussão que se instaurou no plenário do Colóquio, foi simples e direta: é preciso desaparecer com o Crea! Não tem função, não estabelece uma ligação entre as IES e o mercado de trabalho, não deve e não pode regulamentar os perfis de formação dos engenheiros, que dependem de variáveis regionais e internacionais, da história de cada IES, das possibilidades e, mesmo, de um planejamento de país. Então, só atrapalha.

CONCLUSÕES

O setor produtivo precisa de um novo engenheiro.

Ao longo do colóquio os testemunhos do setor produtivo e as pesquisas realizadas a partir do meio acadêmico apontaram:

- uma lista de competências que nunca foram consideradas na formação dos engenheiros;
- um conjunto de mudanças ocorridas nos processos de projeto e produção que alteraram a forma de atuação dos engenheiros, donde o aparecimento de novas e diferentes necessidades de formação.

Os novos engenheiros passaram a ser “arquitetos de produtos” ou “integradores de sistemas”, muito frequentemente trabalhando com sistemas gerenciais ou comerciais – o que conduz a considerar um mercado de trabalho estendido. Novas competências passaram a ser privilegiadas, algumas delas exigindo uma alteração profunda dos currículos e das metodologias pedagógicas.

Por exemplo, trabalhar em equipe, comunicar-se eficientemente (o que depende da cultura e da capacidade de diálogo – entender o ponto de vis-

ta do outro, principalmente por parte daquele que gerencia projetos), sincronizar/coordenar/fazer cooperar equipamentos, sistemas e equipes e tomar decisões. O engenheiro precisa saber se relacionar e entender o processo como um todo; compreender os interesses do cliente para aí focar sua atuação; ser criativo e saber buscar soluções num mundo em que o conhecimento e as explicações científicas duram cada vez menos tempo; ter confiança para tomar decisões e saber explicá-las e defendê-las.

Há uma pluralidade de perfis de formação a serem desenvolvidos.

Mas, qual o perfil de formação para o engenheiro brasileiro? Defendeu-se a existência de múltiplos perfis de formação, diferentes para cada escola, de acordo com seus públicos, tradições e interesses (regionais e/ou nacionais). A busca de uniformidade e homogeneidade nos currículos brasileiros foi vista como um problema ou como uma mania perigosa para o interesse nacional. A experiência suíça de organizar a educação num país dividido culturalmente (diversas religiões, línguas, culturas e necessidades locais) mostrou-se esclarecedora. Foi apresentada a atual legislação brasileira, que defende a organização de currículos por competências, cabendo a cada escola definir o seu próprio perfil de formação. Neste ponto, os exemplos (e problemas) da Escola Politécnica da USP e do Cefet-RJ, cada um com seu perfil de formação, mostraram a realidade e a importância da discussão.

Apontou-se a falta de um levantamento mais profundo e formal sobre os interesses do mercado de trabalho estendido – onde vão trabalhar nossos ex-alunos e fazendo o quê?

O sistema CONFEA/Creas foi fortemente criticado.

Finalmente, discutiu-se o sistema CONFEA/Creas e as proposições de regulamentação da profissão mais recentes. Mesmo quem defendeu uma proposta de regulamentação mais simples, ou a inoperância legal (donde a irrelevância) de qualquer proposta desse tipo a partir do CONFEA, considerou que o fez pela aparente impossibilidade de acabar com o sistema. O colóquio terminou sem discutir possíveis interesses para a existência de um órgão regulador e fiscalizador da profissão, mas com a proposição de acabar com os Creas (ver a fala do professor Andrade), dada sua inutilidade.

BIBLIOGRAFIA

[1] Marcos A. da Silveira (organizador e relator). *Ata do Primeiro Colóquio sobre Epistemologia e Educação em Engenharia* (CIEEE2005). Rio de Janeiro: PUC-Rio. Disponível em: <www.maxwell.lambda.ele.puc-rio.br> item <publicações on-line>. 2006.

[2] Sinval Z. Gama. O perfil de formação do engenheiro elétrico para o século XXI, *Tese de Doutorado*. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, PUC-Rio. 2002. Disponível em: <www.maxwell.lambda.ele.puc-rio.br> item <biblioteca digital>. 2005.

[3] Marcos A. da Silveira. *A Formação do Engenheiro Inovador*. Rio de Janeiro: Maxwell/PUC-Rio. ISBN 85-905658-1-5. Disponível em: <www.maxwell.lambda.ele.puc-rio.br> item <publicações on-line>. 2005.

[4] Projeto Poli 2015. Disponível em: <www.poli.usp.br>. Dezembro de 2005.

NOTAS

- ¹ Palavras do palestrante, Sinval Gama [1].
- ² Palavras do palestrante, Sinval Gama [1].
- ³ Sussekind atribui o seu sucesso a essa capacidade e a saber escolher colaboradores com a devida profundidade de conhecimento técnico.
- ⁴ Sussekind.
- ⁵ Palavras do palestrante, Henrique Lindeberg.

DADOS BIOGRÁFICOS DOS AUTORES



Marcos A. da Silveira

Bacharel em Matemática (1974, PUC-Rio); Mestre em Engenharia Elétrica (1976, PUC-Rio) e Doutor d'État na especialidade automação (1981, Un. Paul Sbatier, Toulouse). É professor do Departamento de Engenharia Elétrica da PUC-Rio desde 1975. Pesquisador na área de Matemática Aplicada a Controle e Automação, desde 1994 tem também se dedicado à educação em engenharia. Foi um dos organizadores do programa REENGE, da habilitação Controle e Automação na PUC-Rio, e de diversos outros projetos e eventos na área de educação em engenharia, em particular do CIEEE2005, assunto do presente artigo. Mais recentemente, recebeu o prêmio Pierre Lucie pela contribuição no assunto e publicou o livro *A formação do engenheiro inovador*.



Marlise A. V. de Araújo

Bacharel em Biologia (1981, UFRJ); Doutora em Microbiologia (1993, UFRJ) na especialidade – Microbiologia Ambiental. É professora do Colégio Pedro II desde 1984, já tendo lecionado na UFRJ e desenvolvido pesquisas na Fiocruz sobre vacinas recombinantes. Dedicou-se à área da educação em biologia desde 2002. Foi uma das organizadoras do CIEEE2005, assunto do presente artigo, e do CIEPC2005.

