

PARA QUE DEVEM SER FORMADOS OS NOVOS ENGENHEIROS?

Roberto Leal Lobo e Silva Filho

A Engenharia é um fator determinante para o desenvolvimento econômico das nações. Cada vez mais a criação e a produção de bens de grande valor agregado fazem a diferença na balança comercial do mundo globalizado. A capacidade de inovação depende de vários fatores, entre eles a existência, quantidade e qualidade de profissionais de Engenharia. Com a rápida evolução da tecnologia e a consequente obsolescência das existentes, a formação do engenheiro deve privilegiar os conteúdos essenciais, ensinando-o a se adaptar rapidamente aos novos conhecimentos e técnicas.

Por essa razão, a pulverização de especialidades estanques não é uma política profissional desejável. Além da necessidade de revisão dos currículos e das formas de integrar os conhecimentos científicos, tecnológicos, econômicos e mercadológicos, é preciso estabelecer uma nova política para o corpo docente das faculdades de Engenharia, associando a formação acadêmica avançada à experiência prática dos melhores profissionais do mercado, criando condições para uma coexistência altamente produtiva.

A INOVAÇÃO COMO FATOR DE DESENVOLVIMENTO

Em junho de 2008, durante sua 32ª reunião, a Comissão Econômica para América Latina e Caribe da Organização das Nações Unidas (Cepal/ONU), que aconteceu em Santo Domingo na República Dominicana, recomendou em seu estudo “A Transformação Produtiva 20 Anos Depois” a inovação como um dos pontos chaves para o desenvolvimento da América Latina e do Caribe.

O estudo destacava a relevância do setor público para impulsionar o processo de inovação, que seria reforçado em cada região da América Latina e do Caribe de acordo com a etapa de desenvolvimento, a importância dos recursos naturais e da estrutura produtiva de cada uma.

Para isso, a Cepal considerava essencial o desenvolvimento de uma cultura de inovação - que permitisse criar e aproveitar oportunidades sem a necessidade de transitar por caminhos já percorridos - e a capacidade de detectar e fazer bom uso das oportunidades que o mundo já oferecia, ou viria a oferecer, permitindo o aprendizado a partir das experiências e avanços de outros países.

De lá para cá, só cresceu o consenso sobre o papel fundamental da inovação no desenvolvimento econômico das nações.

A inovação é um processo complexo que exige grande interação social, estoque de conhecimento acumulado, gestão específica e injeção de capital. Segundo W. Brian Arthur, em “The Nature of Technology”, as novas tecnologias aparecem pela combinação de tecnologias já existentes e, portanto, pode-se dizer que as tecnologias existentes geram as novas tecnologias.



As novas tecnologias, depois de algum tempo, se tornam possíveis componentes - como se fossem tijolos - para a construção de tecnologias ainda mais novas. As tecnologias se criam por si mesmas e de si mesmas. É um modelo de evolução combinatória.

A evolução da tecnologia depende, também, e fundamentalmente, dos novos conhecimentos a respeito dos fenômenos naturais. É o conhecimento científico (que está ligado às ciências naturais) que embasa parte do desenvolvimento tecnológico, sendo o principal responsável pelas novas invenções.

A inovação tecnológica depende, portanto, das tecnologias existentes, das demandas sociais (uma vez que a tecnologia se caracteriza por atender a um mercado demandante e à cultura de um povo que exige maior qualidade e inovação dos produtos ofertados) e do estoque de conhecimentos científicos disponível.

Para entender e padronizar o que chamamos aqui de “inovações tecnológicas”, é preciso definir tecnologia. Uma definição possível e aceita é a elaborada pelo próprio Brian Arthur:

“Tecnologia é uma coleção de componentes e práticas disponíveis a uma cultura que têm o objetivo de atender a uma demanda humana. As tecnologias consistem de partes que compõem um sistema organizado de componentes, ou módulos. Neste sentido, tecnologia é uma forma de organizar e utilizar fenômenos para uso humano.”

Como aponta Brian, as demandas da sociedade criam exigências e mercados que estimulam o uso da tecnologia e a própria inovação tecnológica. Por isso, sociedades mais cultas e exigentes tendem a fazer com que novas tecnologias surjam com mais frequência em seu próprio benefício.

Quanto maior o estoque de tecnologia, mais provável é para uma sociedade gerar mais e novas tecnologias. O mesmo se dá com o domínio por parte da sociedade dos conhecimentos sobre a natureza.

Mecanismos que facilitem a comunicação entre os conhecimentos da natureza e os desenvolvedores de tecnologias, tanto quanto entre estes e as demandas sociais, são mecanismos fundamentais para a produção de novas tecnologias.

Se não houver uma forte e eficaz ligação entre estes segmentos, o desenvolvimento tecnológico é imensamente prejudicado. Não basta inflar com projetos e recursos os círculos relativos aos conhecimentos da natureza e às demandas sociais: é preciso alargar as conexões entre estes círculos e o estoque de tecnologia.

Não sendo a inovação tecnológica mera aplicação da ciência - uma vez que ela precisa não só do conhecimento científico, mas do próprio estoque de tecnologia existente, da demanda social, com seus aspectos econômicos e comerciais, e dos fluxos entre estes três componentes - investir somente em ciência não faz com que a geração de inovação prospere.



É na oxigenação permanente e na ligação eficaz entre os três componentes (conhecimentos da natureza, as demandas sociais e estoques de tecnologia) que se efetiva a geração da inovação.

A INOVAÇÃO NO BRASIL

O volume e a qualidade da inovação no Brasil têm sido motivo de preocupação e do desenvolvimento de vários programas para colocar o País em posição mais competitiva em relação ao mercado internacional.

A inovação deve ser um objetivo relevante da política industrial, tecnológica e de comércio exterior de qualquer país na medida em que as empresas que inovam dão uma contribuição maior para o seu desenvolvimento econômico. Tanto no Brasil como em outros países observa-se que as empresas inovadoras crescem mais e são mais bem-sucedidas do que as que não inovam.

Entretanto, a grande maioria das inovações no Brasil é nova para a firma, mas não para o mercado, pois predominam na economia brasileira processos de difusão de tecnologia: compra-se a tecnologia inovadora já pronta e repassa-se ao novo mercado, ou seja, a forma mais frequente de inovação é incentivada por aquisição de novas máquinas, ou da tecnologia incorporada que está contida em equipamentos prontos, como bens de capital, matérias primas intermediárias e componentes.

Entre as duas estratégias possíveis de inovação - inovar em produto, ou inovar em processo - já está estudado que a inovação de produto se mostra superior. Há, também, um elo mais positivo entre inovação de produto e crescimento do emprego.

Estudo do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), "Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras" (2005), aponta, por um lado, dois problemas inter-relacionados da indústria brasileira que são: a baixa taxa de inovação e a predominância, entre os inovadores, da inovação de processo.

As empresas brasileiras que inovavam e diferenciavam os produtos representavam somente 1,7% da indústria brasileira, mas eram responsáveis por 25,9% do faturamento industrial e por 13,2% do emprego gerado.

O fato de que as commodities primárias representavam 40% do total das exportações brasileiras, os produtos de baixa intensidade tecnológica representavam, aproximadamente, 18% da pauta e os produtos de média e alta intensidade tecnológica chegavam a um pouco mais de 30%, já eram reflexos da pouca inovação de produtos no Brasil.

Para uma comparação, é importante citar que, no mundo, 60% dos produtos exportados já eram de média e alta intensidade tecnológica e a participação de commodities na exportação representava apenas 13%.

Embora o Brasil tenha procurado, nos últimos anos, incentivar a inovação por meio de algumas políticas, as estruturas educacional, jurídica, tributária, econômica e

empresarial não têm favorecido a comercialização competitiva, nacional e internacionalmente, de nossos produtos, que quase não são inovadores.

A expansão de mercados globais - com o aumento da concorrência internacional por bens e serviços em cenários de inovação contínua - provoca efeitos negativos crescentes na agregação de valor econômico e empregos especializados no Brasil.

Se o Brasil tem apresentado um fraco desempenho no que diz respeito à inovação, é preciso destacar que os engenheiros serão parte de vital importância para a melhoria desse quadro.

A INOVAÇÃO E AS ENGENHARIAS

O Brasil vem se projetando internacionalmente e seu desenvolvimento (e potencial de crescimento) permitiu que fosse incluído na sigla criada em 2002 em referência aos quatro maiores mercados emergentes (Brasil, Rússia, Índia e China) que caracterizou o grupo conhecido como BRIC.

No mundo real, há, no entanto, indicadores de sobra que colocam o Brasil abaixo da média dos demais países do BRIC, entre eles, o número de novos engenheiros formados por ano. Essa é uma má notícia diante do inegável fato de que a força da Engenharia em um país está estreitamente ligada à sua capacidade de inovação tecnológica e competitividade industrial.

Há vários anos, estudiosos das condições necessárias para o crescimento nacional se preocupam com o gargalo representado pela pequena proporção de estudantes de Engenharia nas matrículas de graduação do sistema nacional de ensino.

Acrescenta-se a essa realidade a alta evasão de alunos nos dois primeiros anos dos cursos de Engenharia e, conseqüentemente, a baixa quantidade de egressos, a modesta produção de trabalhos científicos com impacto internacional na área e o irrisório número de registros de patentes de inovação tecnológica e teremos a consciência de que a cultura da inovação no Brasil não é uma realidade.

Dos países do BRIC, o Brasil é o que menos forma engenheiros por ano. Apesar do crescimento recente ainda eram formados (pelo último Censo do MEC/INEP - 2009) somente 38 mil Engenheiros (com indicador de 20 engenheiros por 100.000 habitantes), enquanto a Índia formava 220 mil (sete vezes mais e com indicador de 18 engenheiros por 100.000 habitantes), a Rússia 190 mil (seis vezes mais e com indicador de 136 engenheiros por 100.000 habitantes) e a China 650 mil (dezessete vezes mais, com indicador de 50 engenheiros por 100.000 habitantes, incluindo os cursos de três anos).

Ainda que as populações destes países sejam diferentes, as discrepâncias ficam ainda mais palpáveis ao se comparar a percentagem de Engenheiros formados em relação ao total de concluintes no ensino superior.

Segundo a OECD, a média dos países é de 14%, sendo que no Japão essa percentagem é de 19% dos formados, na Coreia é 25% e na Rússia é de 18%. No



Brasil só cerca de 5% dos concluintes estavam em 2009 nas áreas de Engenharia. Esse dado é considerado um bom indicador para analisar a vocação e o incentivo que cada país dá para a inovação tecnológica.

Embora estes números sejam aproximados, visto que o conceito e os critérios da formação do engenheiro - duração do curso, pertinência das especialidades para a inovação, etc. - não obedecem a critérios homogêneos nos diferentes países, o resultado final não deixa de ser a comprovação de que estamos atrasados, o que é preocupante para o Brasil.

Consequência direta dessa situação é a produção científica brasileira na área de Engenharia, que é muito inferior aos demais países do BRIC, realidade agravada pela deficiência da formação científica da média dos engenheiros brasileiros.

O mesmo ocorre no Brasil em relação às patentes. Os principais centros internacionais apontam registros de patentes brasileiras em patamar muito aquém dos demais países do BRIC. Conforme o WIPO Statistics Database de 2008, o Brasil detinha, em 2007, o registro de 397 patentes, contra 28.085 da Rússia (a maioria registrada na própria Rússia, somente 580 fora da Rússia), 5.206 da China e 2.808 da Índia.

Embora em alguns casos, questões de natureza comercial e de estratégia de negócios possam explicar a diminuição das patentes do Brasil em relação aos demais países, o importante é demonstrar que, mesmo a partir de uma interpretação cuidadosa, é óbvia a grande defasagem brasileira nesse indicador frente aos nossos principais competidores diretos.

Quando se faz uma projeção, levando-se em conta os dados nacionais a respeito da formação de engenheiros e sua correlação direta com esse grupo de indicadores de resultado, verifica-se a tendência de aumento dessa defasagem, o que se configurará em um gargalo de alta repercussão em vários outros setores da economia brasileira.

Em relação ao Índice de Competitividade Global do Fórum Econômico Mundial, revisto anualmente, a posição do Brasil vem se alterando da seguinte forma: 66º posição em 2006-2007 (entre 127 países), 72º em 2007-2008 (entre 131 países), 64º em 2008-2009 (em 131 países). A conclusão do estudo é que o Brasil se manteve mais ou menos estagnado. No Índice de Prontidão Tecnológica do Fórum Econômico Mundial, o Brasil ocupava a 59º posição entre 175 países.

Entretanto, o Brasil alcançou o status, também em 2009, de 8ª economia do mundo, de acordo com a consultoria britânica CEBR, graças aos produtos primários e às commodities, o que trará repercussões no nosso desenvolvimento futuro.

A FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO E A INOVAÇÃO

Engenheiros e profissionais da área tecnológica são formados para atender a demandas da sociedade onde estes conhecimentos e práticas são indispensáveis.

Na antiguidade, as técnicas artesanais eram reservadas aos escravos, enquanto os cidadãos dedicavam-se ao desenvolvimento do conhecimento mais abstrato, ao treinamento para a guerra, ou para o esporte e o lazer.

A habilidade do artesão, que era chamada *techné* na Grécia antiga, não se baseava em uma metodologia científica, mas era alicerçada na experiência, na melhoria dos processos e no uso de materiais gerados por cada artesão que transmitia esses ensinamentos aos mais jovens.

Os estudos das ideias de Platão, ou da natureza e da política por Aristóteles ou, ainda, da retórica e da dialética pelos sofistas não contemplavam a *techné*, uma vez que a utilidade prática e materialista do conhecimento não era objeto de seus estudos.

Até a Idade Média a técnica ainda não era considerada como uma atividade humana socialmente respeitável. Sua evolução se dava, ainda e em grande parte, por tentativa e erro.

Com o Renascimento e o Iluminismo, a importância da busca da explicação racional para todos os fenômenos e atividades fez com que as técnicas, até então totalmente empíricas, fossem analisadas, metodologicamente, à luz dos conhecimentos científicos da época.

Surge daí a tecnologia, isto é, a *techné* (técnica) aliada ao *logos* (razão). Já não bastava, portanto, saber que uma ponte construída de certa maneira não cairia, mas sim a razão pela qual ela se sustentava, o que permitia criar modificações caso fossem alteradas as condições do terreno, dos materiais de construção ou da carga a ser suportada.

Por outro lado, é importante ressaltar a criatividade dos construtores antigos, que eram capazes de inovar e buscar novas soluções para desafios emergentes mesmo sem contar com uma base científica que respaldasse este progresso.

A tecnologia, desenvolvida muitas vezes empiricamente, foi posteriormente justificada pela ciência, assim como novas tecnologias provocaram o desenvolvimento da ciência, principalmente nas áreas experimentais. Desde o Renascimento há um importante diálogo entre a ciência e a tecnologia. Na verdade, a grande diferença entre a ciência e a tecnologia está relacionada ao seu objetivo: a tecnologia busca a utilidade e a ciência, o puro conhecimento.

Resumindo, a tecnologia poderia ser entendida como o conhecimento aplicado à criação de utilidades. Por esta razão, a tecnologia não deve ser entendida como ciência aplicada, uma vez que ela pode avançar onde a ciência estacionou e, até mesmo, criar desafios para a ciência do momento. Ciência e tecnologia se desenvolvem em conjunto, mantendo uma interação dialética de grande importância para ambas.

A tecnologia não se resume ao domínio de técnicas, ela envolve conhecimentos e atributos que estão nas pessoas. Por isso a cultura da inovação tecnológica não pode ser simplesmente transferida em um processo comercial. Neste sentido, não há,

verdadeiramente, na maioria dos processos chamados de “transferência de tecnologia” a transferência da capacidade de criar ou inovar, mas somente o ensinamento de uma técnica!

Por essa razão, os países precisam desenvolver internamente sua base cultural de inovação tecnológica, mas isso não é fácil, nem rápido. É um processo estratégico, demorado e precisa de consistência e vontade política, porque vai exigir esforços desde a Educação Básica até a formação dos profissionais de mais alto nível, além de recursos financeiros, de um sistema jurídico eficiente e de políticas públicas adequadas.

Neste contexto, para que uma política nacional de desenvolvimento de inovação tecnológica possa ser bem sucedida, inclusive - e principalmente - com impacto comercial, um grande desafio se impõe: avaliar e direcionar a formação dos Engenheiros para que possam ser um pilar adequado e competente de sustentação desta política.

A ATUAÇÃO DO ENGENHEIRO NO BRASIL

Os profissionais da área tecnológica, em especial os engenheiros, atuam em um largo espectro de atividades que vão desde o chamado chão de fábrica (onde resolvem problemas cotidianos e estão sempre procurando aprimorar os produtos, ou aumentar a eficiência dos processos) até as funções gerenciais para as quais a formação tecnológica - com base matemática e capacidade de análises quantitativas, que associa formação científica e visão pragmática dos problemas à uma grande capacidade de construir e analisar modelos matemáticos - é requisito que faz dos engenheiros administradores requisitados.

Por isso, como ocorre em outros países (nos EUA, por exemplo), somente um terço dos engenheiros brasileiros atua diretamente na área de formação, o que o torna um profissional polivalente. Com isso, muitos se empregam em outros ramos da economia e parte expressiva segue a carreira docente nas instituições de ensino superior. Estes docentes, na maioria das vezes, não mantêm outros vínculos empregatícios, ou atividades empresariais ligadas à Engenharia.

A falta de vivência no mercado dos docentes que optaram pela carreira acadêmica em dedicação exclusiva e tempo integral é mais aguda quando o professor obtém titulação pós-graduada, valorizada nos processos de seleção para contratação e na promoção na carreira. Por isso, os docentes tendem a priorizar as atividades de ensino e pesquisa em detrimento da atividade profissional, restringindo seus conhecimentos ao círculo da academia e à discussão entre seus pares.

Não seria justo, no entanto, colocar a responsabilidade desta situação no docente engenheiro, uma vez que as empresas brasileiras, ou aqui radicadas, não valorizam a formação mais ampla dos profissionais que recruta para seus quadros, ou seja, não busca mestres e doutores como um diferencial de seleção.

A razão talvez possa ser uma falta de vocação destas empresas para a inovação e a competitividade internacional, situação em que profissionais com formação mais

completa e aprofundada academicamente é recomendável, em geral, como um diferencial.

Os motivos desta timidez das nossas empresas em relação à competitividade internacional e à inovação de produtos e processos para o mercado são muitos e também não se encontram somente nelas próprias. É um assunto amplo que tem sido bastante discutido.

O profissional mais titulado, o doutor, preparado ao longo de sua longa formação para a pesquisa científica e tecnológica altamente especializada é, em todo o mundo, uma importante alavanca para o desenvolvimento das tecnologias sofisticadas baseadas em processos inovadores de P&D nas empresas.

O fato de que esse profissional é considerado extremamente importante nas empresas dos países tecnologicamente mais desenvolvidos pode ser comprovado pelas estatísticas. Nos EUA, 80% dos pesquisadores estão empregados nas empresas privadas (somente 15% estão em instituições de ensino superior), enquanto no Brasil este número não chega a 27%. No Japão e na Coreia 75%, dos pesquisadores estão nas empresas, sendo que, no Japão, somente 19% estão em instituições de ensino superior (IES) e na Coreia somente 15%, como nos EUA.

Em 2010, havia no Brasil cerca de 87 mil doutores no setor de P&D, 5.000 em órgãos governamentais e somente 1.830 nas empresas e instituições privadas sem fins lucrativos (somente 2% do total), sendo que 80 mil trabalhavam nas instituições de ensino superior! Nos EUA, 60% dos Engenheiros doutores estão nas empresas, os 40% restantes é estão ligados às universidades e a órgãos de governo.

Enquanto as empresas brasileiras (mesmo as que possuem vocação mais inovadora) não priorizam a contratação de mestres e doutores, as nossas instituições de ensino superior são pressionadas pelas avaliações governamentais para crescer constantemente a titulação do corpo docente, criando um círculo vicioso para um país que ainda precisa crescer muito o acesso ao ensino superior.

Estes dois fatos estão levando as IES a comporem seus corpos docentes dos cursos de Engenharia com base em profissionais bem titulados, mas, muitas vezes, sem praticamente apresentarem experiência profissional no mercado de trabalho em Engenharia, o que pode prejudicar, em maior ou menor grau, o próprio ensino de Engenharia por dificultar a tão necessária conexão entre a teoria e a prática.

Como decorrência deste mesmo fato, os mestres e doutores engenheiros brasileiros não estão levando diretamente ao setor produtivo seus conhecimentos. É outra fraqueza reconhecida no nosso sistema de C&T (mais notoriamente de P&D).

Aos profissionais formados restam duas alternativas: ingressar e permanecer na academia e, para isso, será preciso continuar sua formação para o nível de mestrado e doutorado (principalmente nas instituições públicas), para enveredar na pesquisa científica e ensinar em dedicação integral, sem exercer efetivamente a profissão de engenheiro escolhida, ou afastar-se da carreira acadêmica, ingressando em um

mercado de trabalho que não valoriza e muito menos apoia a formação pós-graduada de seus profissionais de nível superior.

Quando um engenheiro do mercado é contratado em uma IES, sem atender ao exposto acima, é dando, quando muito, algumas aulas em caráter precário, recebendo um salário como horista, de valor inicial bem menor do que os docentes titulados, uma vez que a remuneração nas IES está atrelada à titulação do professor.

Como unir duas características que em nosso país estão andando, infelizmente, na contramão? Por que para ter um Engenheiro no mercado não se valoriza a titulação e nas IES não se valoriza a experiência no mercado?

A resposta mais lógica e simples (mas infelizmente pouco comum por aqui) é que o corpo docente ideal das escolas de Engenharia pudesse ser composto por professores que aliassem a titulação *stricto sensu* com a experiência do mercado de trabalho já na contratação, ou pudessem, estando um período significativo ativo no mercado, se titular e regressar às IES para trazer a experiência prática aliada a um ótimo conhecimento teórico, como ocorre nas nações mais competitivas.

Nas melhores escolas de Engenharia dos EUA os professores têm o doutorado como formação quase universal ao qual aliam décadas de experiências importantes em empresas de qualidade. No Brasil, estes casos ainda são, infelizmente, poucos.

É importante, também, recordar que a pós-graduação *stricto sensu* só foi institucionalizada no Brasil na década de 70. Portanto, profissionais mais antigos não viveram o período em que a pós-graduação era uma opção ampla, importante e disponível (principalmente nos estados menos desenvolvidos) para a sua evolução profissional e a exigência de titulação pós-graduada para estes professores parece exagerada e injusta, pois desconsidera toda a sua experiência profissional.

A permanente atividade (e atualização) profissional dos engenheiros docentes tem sido uma preocupação dos gestores universitários em todo o mundo, preocupados com a formação sólida e, ao mesmo tempo, prática dos egressos de seus cursos de Engenharia.

Há duas décadas, o professor da Universidade de Massachusetts Ernest A. Lynton, estudioso americano do sistema universitário daquele país defendia uma idéia de grande importância, pouco conhecida e adotada em nosso país.

Lynton sugeria a implantação de escritórios de Engenharia dentro das universidades para manter os professores em tempo integral, estimulando-os a exercerem suas atividades profissionais em contato com os colegas, estudantes e funcionários da própria IES, com regras de atuação e uma política de remuneração justa para eles e para o que as IES efetivamente desembolsam com seus projetos.

No Brasil, atualmente e até certo ponto, as fundações ligadas às universidades têm procurado desempenhar este papel embora, às vezes, com distorções que geram polêmicas de diferentes matizes.

Seria importante que estas atividades, se consideradas legítimas pelas IES, fossem regulamentadas com clareza, seus custos e benefícios transparentes e bem acompanhados para diminuir o fosso existente entre o que se ensina e o que se pratica no mercado.

ENGENHEIROS ESPECIALISTAS, MAS MÉDICOS E ADVOGADOS GENERALISTAS?

A rapidez do desenvolvimento tecnológico ocorrido no século 20 (e que contamina de forma crescente o início do século XXI) acaba por tornar muitas tecnologias obsoletas em pouco tempo.

Inovar é superar as contradições existentes entre o que se precisa ou se deseja e os obstáculos que impedem esta realização. Uma das ações necessárias para enfrentar o desafio da inovação é rever a formação do engenheiro para as próximas décadas.

A formação atual (e tradicional) dos engenheiros no Brasil tem especializado muito cedo o estudante, e conseqüentemente, o profissional. Há centenas, e mesmo que se diminua, ainda haverá dezenas de especialidades de bacharelados em Engenharia no Brasil.

É sabido que as tecnologias se tornam rapidamente obsoletas e que muitas delas aprendidas durante um curso de Engenharia já não serão mais adotadas quando o profissional se formar. Por isso, para poder conhecer e utilizar o estoque de tecnologia o Engenheiro deveria ser capaz de associar conhecimentos de várias especialidades diferentes para associá-las de forma a encontrar as soluções desejadas para os problemas identificados.

A especialização prematura está, claramente, em conflito com a visão generalista exigida dos novos profissionais. Seria mais prudente dotá-los de uma formação básica sólida, que demora mais para se tornar obsoleta, fazê-los conhecer os problemas e as ferramentas mais importantes da Engenharia, ao lado do desenvolvimento de características pessoais cada vez mais importantes para as novas funções que os engenheiros passam a desempenhar, fazê-los adquirir uma visão do mundo e das necessidades da sociedade, saber estimar a viabilidade comercial de um produto e dos custos de um projeto, pois esses conhecimentos não dependem especificamente de uma tecnologia transitória e mutável.

Ao contrário de profissões como Medicina e Direito, um engenheiro no Brasil precisa decidir às vezes no processo seletivo do curso (na maioria dos casos tratando-se de jovens recém-saídos da adolescência) se desejam ser engenheiros civis, elétricos, mecânicos, etc., ou, até subáreas como Eletrônica, Mecatrônica, Petróleo, ou Estradas.

Já o médico ou o advogado recebem uma formação abrangente sobre as diferentes atividades da profissão para só depois, se assim desejarem, se especializarão formalmente na Medicina por meio da Residência Médica, por exemplo, e, informalmente, ou não no Direito já que não há necessidade de se fazer uma especialização em Direito Tributário para dirigir um escritório nesta área.

É possível que a especialização excessiva e prematura dos engenheiros brasileiros decorra da crença de que eles já devam sair direcionados da graduação para empregos específicos, para imediatamente se inserir na cadeia produtiva da empresa e atender exatamente às necessidades do mercado empregador que não quer gastar tempo e dinheiro para adequar seus profissionais de nível superior às especificidades de seu ramo de atuação.

No entanto, este não é, historicamente, o papel da universidade e não deveria ser um desejo das empresas que contratam profissionais que podem se tornar, rapidamente, inoperantes diante das novas tecnologias por falta de capacidade de migração ou adaptação do que aprendeu ao que de novo se apresenta.

Não é papel da IES formar um engenheiro químico especializado em tintas. A empresa de tintas terá que capacitar seu Engenheiro para trabalhar com tintas e sua formação sólida em química permitirá que ele, rapidamente, além de aprender as especificidades do setor, saberá encontrar, com seus conhecimentos gerais e sólidos, novas soluções para os problemas que decorrem da química e atuam nos processos que também estão ligados à fabricação de tintas.

O papel das universidades, principalmente em seus cursos de graduação, é formar o profissional de nível superior com uma base sólida de tal forma que ele seja capaz de transitar amplamente em sua área do conhecimento. Por que esta área não seria, por exemplo, a própria Engenharia? Por isso, a Resolução nº 48/76 dividia a Engenharia em apenas seis grandes áreas (que até já não seriam demasiadas, se pensarmos nos médicos e dos advogados?).

Não se trata, obviamente, de enxugar nomenclaturas, como ocorreu com outras profissões, mas as atribuições e conseqüentemente, o perfil do formado. Mudando o perfil do formado, há que se mudar a sua formação.

Neste caso, a exemplo do médico e do advogado, as atribuições dos engenheiros, em geral, deveriam ser ampliadas e, também, generalizadas, o que aumentaria, na mesma proporção, sua autonomia de atuação e sua responsabilidade em relação aos resultados auferidos e eventuais erros profissionais cometidos.

O PROFISSIONAL E O ENGENHEIRO DO FUTURO

Além do problema do baixo número de engenheiros formados no Brasil e da excessiva e precoce especialização, a própria qualidade dos cursos brasileiros de Engenharia tem sido questionada, com algumas e honrosas exceções.

Muitos defendem que isso é reflexo da má qualidade da Educação Básica brasileira. Entretanto, mesmo que a razão da má qualidade dos alunos ingressantes tenha origem nos níveis anteriores da educação, não é possível ignorar o problema. A análise do problema da qualidade dos formados em Engenharia exige uma visão mais ampla, mesmo porque ele não se esgota nas condições do aluno ingressante e é preciso, acima de tudo, enfrentá-lo dentro da realidade da IES que, afinal, acaba por aceitar um aluno como calouro.

O ensino de Engenharia no Brasil (e não só no Brasil) sofre de dois males que prejudicam a participação mais efetiva das Engenharias em projetos de inovação tecnológica com conteúdo científico.

Em primeiro lugar, as disciplinas das áreas básicas não são ensinadas, em geral, com a visão voltada ao objetivo das áreas profissionais (como é a própria Engenharia), mas como se estivessem formando cientistas para atuarem nas áreas básicas, o que afasta e desmotiva os estudantes das áreas profissionais, como já afirmava Ortega y Gasset, nos anos 30, em seu livro "A Missão da Universidade".

Na verdade, dizia o filósofo espanhol, o estudante das profissões liberais precisa saber fazer uso dos mais modernos conhecimentos científicos relativos à sua área de atuação para poder exercer plenamente e com competência sua profissão, mas ele não precisa e nem deve ser submetido a uma educação voltada à formação de pesquisador em áreas básicas, que ele não pretende e não escolheu ser quando se candidatou a um curso de Engenharia. Em resumo: ensina-se física como se os Engenheiros fossem trabalhar na produção de novos conhecimentos em física, o mesmo ocorrendo com a matemática, a química, etc.

Em segundo lugar, e, infelizmente de forma complementar ao primeiro, os professores do ciclo profissional, na maioria das vezes, não trabalham na relação das disciplinas aplicadas com as áreas básicas que as justificam, fazendo com que os estudantes não assimilem a relação entre a teoria ensinada e a prática a ser desenvolvida, até porque esquecem os fundamentos científicos da Engenharia.

Como a maioria dos professores tem pouca experiência profissional ou, quando a tem, não se aprofundou na teoria que embasa a prática, eles sentem dificuldades em unir os conhecimentos científicos e tecnológicos com seus conhecimentos práticos da Engenharia.

Por essas razões, além de aumentar o número de engenheiros brasileiros formados nas diversas áreas, seria muito importante rever o ensino de Engenharia e estimular a formação dos professores de Engenharia em novos programas de capacitação a partir de novos paradigmas.

Para formação de engenheiros que estão atualmente no mercado de trabalho como verdadeiros e qualificados professores de Engenharia - e que não desejem realizar a pesquisa científica exigida nos mestrados acadêmicos - os Mestrados Profissionais em Docência da Engenharia podem ser excelentes instrumentos para se exercitar as habilidades de professor, unindo a teoria com a sua prática e ajudando a compreender melhor as características dos estudantes de Engenharia e sua forma de adquirir novos conhecimentos.

Para exemplificar a necessidade premente de repensarmos o ensino de Engenharia, pode-se citar os estudos de Richard Felder, que adaptou os modelos dos tipos psicológicos para as formas típicas de aprendizado, cruzando diferentes características e tendências dos estudantes de engenharia em suas diferentes dimensões.

Baseado no trabalho de Myers e Briggs (que introduziram, a partir de trabalhos de Jung, a teoria dos tipos de personalidade e que foram, posteriormente, introduzidos na educação para ajudar os processos de aprendizagem identificando o tipo psicológico dos estudantes e adaptando estratégias diferenciadas de ensino para cada tipo), Felder definiu as formas de compreensão, a recepção da informação, o comportamento, o desenvolvimento dos conteúdos e a organização mental se caracterizam por cinco dimensões, cada com duas posições opostas, que se combinam, esquematicamente, desta forma:

sensorial / intuitiva
visual / verbal
ativa / reflexiva
indutiva / dedutiva
sequencial / global

Qualquer professor experiente sente o quanto de verdade está expressa na análise completa de Richard Felder. No entanto, poucas são as instituições de ensino e professores que utilizam este tipo de análise para aperfeiçoar os processos de aprendizagem, adaptando-os às características dos estudantes, ou utilizando-os para a orientação profissional dos estudantes.

A questão é ainda mais relevante na Engenharia do que em outras áreas porque a tendência da maioria dos alunos de Engenharia, segundo Felder, é ser sensorial, visual, ativa, indutiva e, os melhores, muitas vezes globais enquanto os professores adotam um método de ensino de Engenharia intuitivo, verbal, reflexivo, dedutivo e sequencial.

Nossos engenheiros devem ser capazes de desempenhar importantes funções nos centros de P&D públicos ou privados, nos parques e pólos tecnológicos e nas incubadoras de empresas, tanto atuando como técnicos, como na gestão da inovação e na liderança empreendedora.

A Unesco, no final da década passada apresentou, a partir dos resultados de estudos que agregaram milhares de especialistas, as recomendações para o perfil geral do profissional do futuro, que deveria ter as seguintes características:

- ✓ Ser flexível;
- ✓ Ser capaz de lidar com as incertezas;
- ✓ Ser capaz e disposto a contribuir para a inovação e ser criativo;
- ✓ Estar interessado e ser capaz de aprender ao longo de toda a vida;
- ✓ Ter adquirido sensibilidade social e aptidões para a comunicação;
- ✓ Ser capaz de trabalhar em equipe e desejar assumir responsabilidades;
- ✓ Tornar-se empreendedor;
- ✓ Preparar-se para o mundo do mercado de trabalho internacionalizado; por meio do conhecimento das diferentes culturas;
- ✓ Ser versátil em aptidões genéricas multidisciplinar; e
- ✓ Ter noções de áreas do conhecimento que formam a base de várias habilidades profissionais, por exemplo, das novas tecnologias.

Complementarmente:

- ✓ Conhecimento de línguas estrangeiras e
- ✓ Disciplinas que tratem de assuntos internacionais, como direito internacional, ou comércio internacional.

Esta visão não trata de uma profissão específica, mas não deixa de ser válida para os profissionais em geral. Isto pode ser verificado nos estudos do especialista Joseph A. Bordogna, que apontam para as necessidades específicas a serem atendidas pela próxima geração de engenheiros, que se resume na necessidade de desenvolver a inovação pela integração e para isso seria necessário incluir na sua formação o domínio de questões ligadas a sistemas complexos, tais como:

- ✓ Sustentabilidade - meio ambiente e uso eficiente da energia e materiais (sistemas renováveis);
- ✓ Micro e nano sistemas - simultaneamente pequenos em tamanho e enormes em capacidade (indispensáveis na maioria dos novos produtos);
- ✓ Mega sistemas - extraordinariamente grandes e complexos (perigosos, técnica e financeiramente);
- ✓ Sistemas vivos - sistemas inteligentes que aprendem com o meio ambiente, ajustam a operação e se consertam (uma dimensão além da Bioengenharia).

Além disso, o engenheiro precisará ser capaz de transitar em várias disciplinas e campos, fazendo as conexões necessárias a uma visão mais profunda e criativa e fazer as coisas acontecerem. Só assim terão um valor agregado suficiente para competir no mercado global!

Todos reconhecem que habilidades em matemática e ciências são necessárias para o sucesso profissional do engenheiro. Além disso, o estudante de Engenharia transitar no núcleo das disciplinas ligadas às ciências da Engenharia, para desenvolver o entusiasmo de enfrentar um problema aberto e criar algo que não existia antes. Neste sentido, o engenheiro do século XXI deverá, como afirma Bordogna:

- ✓ Projetar - cumprir com os objetivos de segurança, confiabilidade, meio ambiente, custos, operacionalidade e manutenção;
- ✓ Desenvolver produtos;
- ✓ Criar, operar e manter sistemas complexos;
- ✓ Entender as bases físicas, além dos contextos econômicos, industriais, sociais, políticos e globais nos quais a Engenharia é praticada;
- ✓ Entender e participar de processos de pesquisa; e
- ✓ Ter habilidades intelectuais capazes de permitir um aprendizado contínuo ao longo da vida.

É preciso, portanto, também aproveitar o estoque de conhecimento existente (inclusive de outras áreas) e as novas tecnologias (o que está muito distante de acontecer em todos os níveis de ensino no Brasil) para inovar no ensino superior e, mais especificamente, no ensino das Engenharias!



CONCLUSÕES

Para que o Brasil se insira no contexto das nações inovadoras será necessário ampliar o número de Engenheiros com formação pós-graduada principalmente junto às empresas. O baixo número de engenheiros com formação pós-graduada nas empresas não reduz somente o poder de inovação do setor produtivo nacional, mas prejudica também a formação dos novos engenheiros, uma vez os alunos de Engenharia têm, em geral, pouca convivência com docentes que aliem a ampla formação acadêmica com grande experiência no mercado de trabalho, já que grande parte do corpo docente das Escolas de Engenharia seguiu da graduação para a pós-graduação sem viver a experiência do exercício profissional fora dos muros da universidade. Além disso, será preciso reformular os bacharelados de Engenharia atendendo aos estudos internacionais ligados ao ensino em geral, e à Engenharia em particular, que apontam para a prevalência de uma formação científica mais forte, uma visão integradora das diferentes áreas de atuação do engenheiro, sem a excessiva e precoce especialização que se verifica hoje no Brasil, bem como a capacidade de conciliar as necessidades da sociedade com a sustentabilidade e a preservação do meio ambiente.

Publicado no Estadão.com.br/Vida – 19/02/2012