

VALE A PENA ESTUDAR ENGENHARIA QUÍMICA

3ª edição revista e ampliada

MARCO AURÉLIO CREMASCO

Blucher

ENGENHARIA

O ser humano é um ser inquieto. Tudo o que vê, sente e ouve quer pôr a mão e ir além das asas da imaginação, para simplesmente criar o que não existe e modificar o que já se fez presente. Um exemplo é imaginarmos um homem pré-histórico deparado à margem de um rio, cercado por vegetação rasteira e algumas árvores. Está faminto. Na outra margem, a caça. Mas como ir além das asas da imaginação para pousar na outra margem do rio? De repente: a razão! A árvore! Da árvore, a criação do que não existia: uma ponte rústica, mas resistente o bastante para sustentá-lo, assim como toda uma geração e o tempo; e o que era uma ponte rústica virou arcos maravilhosos, sustentados por aços formidáveis de uma ponte pênsil, ou seja: modificou-se o que já existia. Dessa maneira foi no passado e assim será no futuro. Essa capacidade de criar e de modificar as coisas é a essência da Engenharia.

CARACTERÍSTICAS DO ENGENHEIRO

O engenheiro é o profissional que procura aplicar conhecimentos empíricos, técnicos e científicos à criação e à modificação de mecanismos, estruturas, produtos e processos para converter recursos naturais e não naturais nas formas de matéria e/ou energia em formas adequadas às necessidades do ser humano e do meio que o cerca. Um profissional apto para trabalhar com transformações e

indispensável aos dias atuais, pois estamos em uma época de mudanças velozes que atuam diretamente na percepção humana, cujo reflexo se dá diretamente no ambiente que o abriga como a outrem.

Para a Engenharia é fundamental o domínio da Ciência no momento em que existe a intenção de ampliar o conhecimento para explicar, classificar e prever fenômenos naturais e não naturais. O advento da informática possibilitou aos engenheiros elaborarem projetos mais complexos, assim como solucionar modelos, permitindo prever o desempenho de um determinado equipamento ou de um processo real em um universo virtual. Tais situações não se restringem ao mundo macroscópico, regido por leis newtonianas, como também à sua compreensão em nível microscópico. A nanotecnologia é um exemplo típico da importância do domínio da Ciência para a sua aplicação na Engenharia em escala que a nossa visão natural não alcança.

Outra característica da Engenharia é a necessidade da interação do seu profissional com o universo que o cerca. É importante ressaltar que o engenheiro não é o centro, mas parte de uma rede de inter-relações. Em assim sendo, o profissional de Engenharia pode exercer cargos nos quais se aliam conhecimentos técnicos, científicos e de relacionamento humano visando à melhoria das condições de vida em toda a sua extensão. A postura e a atitude ética desse profissional são virtudes indispensáveis para exercer a sua profissão. Desse modo, é importante para a Engenharia o domínio de ferramentas de gestão empresarial, de processos, de produtos, assim como de pessoas.

O engenheiro deve apresentar um perfil oriundo de uma formação generalista, humanista, crítica e reflexiva, e ser capacitado para absorver e desenvolver novas tecnologias, estimulando a sua atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problemas, considerando aspectos políticos, sociais, ambientais e culturais para atender às demandas da sociedade. Para tanto, a legislação brasileira (BRASIL, 2002) estabelece as seguintes competências para o profissional de Engenharia:

- aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais em Engenharia;
- projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados;
- conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos;
- planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de Engenharia;
- identificar, formular e resolver problemas de Engenharia;
- desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas;
- supervisionar a operação e a manutenção de sistemas;
- avaliar criticamente a operação e a manutenção de sistemas;
- comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica;
- atuar em equipes multidisciplinares;

- compreender e aplicar a ética e responsabilidade profissional;
- avaliar o impacto das atividades da Engenharia no contexto social e ambiental;
- avaliar a viabilidade econômica de projetos de Engenharia;
- assumir a postura de permanente busca de atualização profissional.

Tais características desejadas ao engenheiro aplicam-se a qualquer que seja o seu ramo de Engenharia, mesmo porque, devido à extensão e à diversidade dos conhecimentos exigidos para a solução de problemas tão distintos dentro da Engenharia, torna-se inevitável certo grau de especialização. É praticamente impossível a um mesmo engenheiro ser igualmente capaz de projetar pontes, aparelhos de televisão, motores a jato, redes elétricas, fermentadores etc. Por isso, no campo de Engenharia, distinguem-se vários ramos, tais como: aeronáutica, aeroespacial, agrícola, agrônômica, ambiental, cartográfica, civil, da computação, de alimentos, de materiais, de minas, de pesca, de petróleo, de produção, elétrica, eletrônica, física, mecânica, mecatrônica, metalúrgica, naval, química, sanitária e têxtil. O Quadro 1.1 apresenta algumas características de quatro grandes ramos dentro da Engenharia.

HABILIDADES NECESSÁRIAS PARA O ENGENHEIRO

Qualquer que seja a especialidade de Engenharia são observadas, em cada uma, as mesmas características fundamentais, como aquelas já apontadas. Em cada caso, cria-se um dado sistema físico, químico e/ou biológico para transformar, em formas úteis, recursos materiais, energéticos, humanos ou de informação. Para tanto, o profissional de Engenharia utiliza-se de sua habilidade técnica, a qual diz respeito à compreensão e proficiência em determinado tipo de atividade, principalmente naquela em que estejam envolvidos métodos, processos e procedimentos. A formação do engenheiro, no século passado, era voltada, basicamente, para cálculos, simulações e projetos, caracterizando-o como um indivíduo objetivo e voltado para coisas.

Hoje, mais do que nunca, o engenheiro deve ter habilidade humana, a qual se refere à capacidade de o indivíduo interagir com outros, para formar um semelhante que respeite o seu semelhante e a natureza com responsabilidades ética e social. O futuro engenheiro não deve ser apenas competente tecnicamente, mas ter consciência crítica, capaz de atuar na transformação social (LONGO, 1992). Ao ter essa habilidade, o profissional possui consciência de suas próprias atitudes, opiniões e convicções acerca dos outros. Ao perceber a existência de outras atitudes, opiniões e convicções diferentes da sua, o indivíduo é hábil para compreendê-las e, portanto, passível de reparti-las para o bem comum (CREMASCO; CREMASCO, 2002).

Quadro 1.1 Características de alguns ramos da Engenharia (UNIP, 2003).

Engenharia	Atividades características	Mercado de trabalho
Civil	<p>Definir esquemas de construção da estrutura, estabelecer o material a ser utilizado, calcular dimensões de peças e supervisionar as instalações, Projetar, construir e reformar edifícios; Captar e instalar rede de distribuição de água. Construir usinas hidrelétricas para produção de energia. Projetar e construir obras de porte elevado, como rodovia, ferrovias, aeroportos, viadutos, pontes etc. Analisar a resistência e a permeabilidade do solo e do subsolo, definindo métodos, técnicas e materiais que devem ser utilizados na construção de alicerces de edificações.</p>	<p>O engenheiro civil pode atuar em projetos, construção, fiscalização de obras, perícia, planejamento e manutenção nas seguintes áreas e respectivas aplicações: materiais; estruturas – edifícios residenciais, industriais ou comerciais, pontes, barragens; hidráulica e saneamento; transportes e geotécnica – estradas, aeroportos, portos etc.</p>
Elétrica	<p>Projetar, construir e fazer manutenção de transmissores e receptores de rádio e de televisão, centrais telefônicas, equipamentos de micro-ondas, tomógrafos etc. Elaborar e aprimorar sistemas de controle e automação de máquinas operatrizes, usinas hidrelétricas e linhas de transmissão em geral. Projetar, construir, fazer a montagem, operação e manutenção da instalações industriais, sistemas de medição e controles elétricos. Atuar em todas as etapas do processo de geração, transmissão, distribuição e uso de energia elétrica e fontes alternativas de energia.</p>	<p>O engenheiro elétrico pode atuar em indústrias, empresas de projeto e instalações, empresas comerciais de equipamentos eletrônicos, instituições científicas, no setor de telecomunicações e fibra ópticas.</p>
Mecânica	<p>Projetar, instalar e manter bombas, válvulas e máquinas em funcionamento; Definir instrumentos para monitorar processos térmicos e hidráulicos. Determinar o tamanho dos equipamentos, fazendo especificações térmicas e escolhendo o material para os equipamentos industriais. Elaborar catálogos técnicos, moldes para ferramentas e dispositivos de alimentação de máquinas; testes de resistência em máquinas e equipamentos. Desenvolver turbinas a vapor, compressores, caldeiras, motores de combustão interna e sistemas de refrigeração.</p>	<p>O engenheiro mecânico pode trabalhar em indústrias têxteis, metalúrgicas, siderúrgicas, automobilística etc. Atualmente o setor automobilístico é o que mais absorve esse profissional, que poderá trabalhar, também, no comando de equipes de especialistas, em manutenção de máquinas em geral e no desenvolvimento de novos projetos.</p>
Química	<p>Criação de novos produtos e processos de fabricação por meio de experiências desenvolvidas em laboratórios. Tratamento de água e esgotos. Reciclagem de lixo e controle de poluição. Planejamento e supervisão das operações e processos na Indústria Química. Definição do processo de produção, dos recursos materiais, equipamentos, processos de segurança, da estocagem e movimentação das matérias-primas e da produção na Indústria Química.</p>	<p>O engenheiro químico pode especializar-se na fabricação de borracha, celulose, tintas, corantes, inseticidas, derivados do petróleo, resinas, medicamentos e bebidas. Todas as atividades relacionadas com o meio ambiente, com a higiene industrial e com a segurança estão em franco desenvolvimento, por exigência dos órgãos governamentais, o que torna, assim, indispensável a presença desses profissionais para a adequação das empresas à legislação vigente.</p>

O engenheiro precisa conciliar as suas habilidades técnica e humana para desenvolver a sua habilidade conceitual, que está diretamente associada à coordenação e integração de todas as atitudes e interesses da organização a qual pertence ou presta serviço, assim como permite a reflexão sobre o impacto de suas ações. Segundo Davis e Newstron (1992), a habilidade conceitual está relacionada à capacidade de pensar em termos de modelos, estruturas e amplas interligações, tais como planos a longo prazo. Esses autores mencionam que a habilidade conceitual lida com ideias, ao passo que a habilidade humana diz respeito às pessoas e a habilidade técnica envolve coisas. Como se vê, não basta ser bom técnico, caso não for capaz de entender de forma abrangente o sentido da atividade que está exercendo, por meio dessas três habilidades interconectadas, como ilustra a Figura 1.1. Ao desenvolver tais habilidades, o profissional estará envolvido e comprometido com a integração do ser humano à sociedade e ao seu entorno; estará atento à integração da tecnologia com o mundo e às consequências de seus serviços no comportamento do ser humano e daquilo que o cerca.

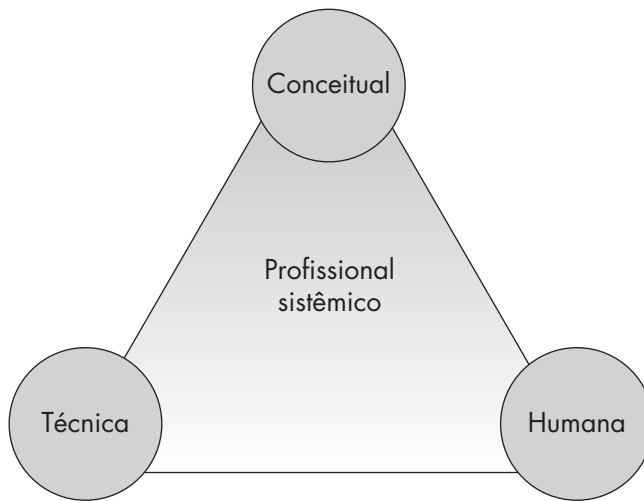


Figura 1.1 Habilidades desejadas para o profissional sistêmico.

Com o surgimento da Revolução Industrial (a ser visto no Capítulo 5) até um passado recente, a habilidade técnica foi se tornando, passo a passo, mais importante do que a humana a ponto de pôr em risco a própria espécie humana com o surgimento da Era Atômica. Foram criadas desavenças, guerras frias e muros de Berlim. Quando o mundo viu-se livre desses muros notou, amargamente, que tecnologia estava distanciada, paradoxalmente, da própria habilidade técnica, pois o conhecimento de ponta estava nos laboratórios, e a aplicação deste, na expectativa da melhor oportunidade econômica. Especula-se a viabilidade da Ciência com agregação da possibilidade econômica, sem qualquer preocupação com a Ética. Com o final da Guerra Fria, o mundo não ficou dividido por ideologias, mas pela

capacidade de gerar e absorver tecnologia (PORTUGAL, 2000). Dessa maneira, o profissional de Engenharia precisa ter a compreensão exata do que seja modernidade, para concorrer eticamente com tais mudanças, provendo-as e, dentro do possível, prevendo-as. É o crescente acervo de conhecimento dinamicamente traduzido em tecnologia que define, como processo de transformação do mundo, a modernização (CANTANHEDE, 1994).

PERFIL DESEJADO PARA O ENGENHEIRO NO INÍCIO DO SÉCULO XXI

Em pesquisa encomendada pela Escola Politécnica de Engenharia da USP (POLI/USP), em janeiro de 1998, junto às empresas do Estado de São Paulo e financiada pela Federação das Empresas do Estado de São Paulo, procurou-se conhecer perfil profissional ideal do novo engenheiro que estaria sendo requerido pelo mercado de trabalho no início do século XXI. Foram consultadas 17.518 empresas, sendo que 53% dos questionários distribuídos foram respondidos por gerentes e supervisores; 31% respondidos por diretores; e 16% respondidos por analistas, consultores, presidentes e vice-presidentes das empresas. De um conjunto de 72 características, os 16 atributos mais valorizados foram os seguintes, em sequência de importância (MORAES, 1999):

- ser comprometido com a qualidade do que faz;
- ter habilidade para trabalhar em equipe;
- ter habilidade para conviver com mudanças;
- ter visão clara do papel cliente-consumidor;
- ser usuário das ferramentas básicas de informática;
- dominar a língua inglesa;
- ser fiel para a organização em que trabalha;
- valorizar a ética profissional;
- ter vontade de crescer;
- ser capacitado para o planejamento;
- apresentar visão das necessidades do mercado;
- valorizar a dignidade e ter honra pessoal;
- ter visão do conjunto da profissão;
- apresentar habilidade para economizar recursos;
- ser preocupado com a segurança no trabalho;
- ter habilidade para conduzir pessoas.

Outros atributos importantes detectados na pesquisa da POLI/USP foram:

- ter capacidade de expor ideias oralmente e de forma organizada;
- facilidade para escrever bem;
- apresentar obediência, disciplina, cumprimento de regras.

A partir da pesquisa da POLI/USP, Moraes (1999) pondera que o mercado de trabalho acaba por exigir um engenheiro capaz de continuar aprendendo, participando e interagindo com os outros e, principalmente, um indivíduo capaz de sentir-se feliz como pessoa e como profissional, vivendo num mundo em permanente mobilidade e evolução. E, ainda, que deve ser um cidadão com um potencial cognitivo ampliado, versátil, autônomo, capaz de transitar, emocional e intelectualmente, pelos diversos caminhos da sociedade do conhecimento, que possua visão de totalidade, associada à formação de competências básicas, com os pré-requisitos necessários para que seja membro de uma cultura, capaz de integrar um sistema produtivo, ser consumidor consciente e tomar posse de informações presentes no mundo que afetam sua vida como cidadão. Ainda segundo Moraes (1999), a busca do novo engenheiro está muito relacionada com as qualidades do *ser* e menos com o *saber* técnico. De acordo com a autora, este profissional é um ser que procura compreender a qualidade como uma obrigação constante em busca da perfeição no exercício de sua atividade profissional. É um ser que sabe viver e conviver, que valoriza a ética, a dignidade pessoal, um indivíduo que tem honra pessoal, que sabe conviver com as mudanças e que possui uma inteligência pessoal bem desenvolvida, o que significa ser capaz de se autoconhecer e de reconhecer e valorizar o outro. É um ser autônomo, com boa capacidade decisória e crítica para poder avaliar e confiar em suas fontes de informações e ser capaz de produzir conhecimentos (MORAES, 1999).

CONCLUSÃO

A Engenharia faz parte da vida das pessoas. Não existe espaço para a divisão do humanista de um lado e do técnico de outro, separados como água e óleo e tão diferentes quanto café e leite. Emerge o técnico ser humano, não significando que o ser humano distancie-se da virtude, da ética, ou que o técnico simplesmente abra mão de suas habilidades específicas. O engenheiro deve ser resultante de contribuições. Ele não resulta da soma das partes, mas do grau. Ele não é a soma do café e leite, mas a mistura café com leite, que não é café nem leite e muito menos a soma, mas resultado do teor de café e de leite, constituindo o novo. Não se trata de humanizar o técnico ou vice-versa, mas moldar o espírito das pessoas para a realidade que não se cansa de nos assombrar com rapidez e diversidade, levando-nos para um futuro nada previsível, contudo possível de manter o planeta vivo para as futuras gerações.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. Resolução CNE/CES 11/2002, de 11 de março de 2002. Institui diretrizes curriculares nacionais do curso de graduação em Engenharia. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 9 abr. 2002. Seção 1, p. 32.

- CANTANHEDE, O. O engenheiro criativo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 22. *Anais...* Porto Alegre, 1994. p. 671-673.
- CREMASCO, M. A.; CREMASCO, S. B. R. Educação tecnológica humanista. In: INTERTECH. *Anais...* Santos, 2002. CD-ROM.
- DAVIS, K.; NEWSTRON, J. W. **Comportamento humano no trabalho**. Trad. C. W. Bergamini e R. Coda. São Paulo: Pioneira, 1992.
- LONGO, H. I. Por uma educação transformadora para o ensino de Engenharia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 20. *Anais...* Rio de Janeiro, 1992. p. 391-400.
- MORAES, M. C. O perfil do engenheiro dos novos tempos e as novas pautas educacionais. In: _____. **Formação do Engenheiro: desafios da atuação docente, tendências curriculares**. Florianópolis: Editora da UFSC, 1999. p. 53-66.
- PORTUGAL, A. D. Para crescer, a agricultura precisar ser competitiva. **Fapesp Pesquisa**, São Paulo, n. 56, ago. 2000.
- UNIP. **Caderno Unip e as profissões**. Disponível em: <www.unip.br>. Acesso em: 10 ago. 2003.