

2 **Referencial Teórico**

Para fundamentar o estudo das diferentes visões de perfis de engenheiros eletricitas que possa orientar a UERJ e a PUC-Rio na elaboração de uma nova proposta curricular, julgou-se necessário: a) Descrever brevemente a história da engenharia no Brasil; b) Pesquisar o mercado de trabalho; c) Analisar as Diretrizes Curriculares Nacionais do curso de graduação em engenharia; d) Discutir os conceitos de competências; e) Apresentar as discussões atuais presentes na literatura sobre o tema de interesse dessa tese.

2.1. **História da engenharia no Brasil**

A engenharia brasileira, segundo Telles (1993b), teve origem na engenharia militar e os profissionais dessa área tinham a função de construir obras de defesa do litoral, demarcar fronteiras, fazer levantamentos topográficos e geográficos e ensinar a novos engenheiros. Além dessas atribuições, os engenheiros militares, de uma forma geral, também construía igrejas, palácios e outras instalações civis, pois eram os únicos que, na época, dominavam as técnicas de construção. Apesar desse engenheiro militar também elaborar construções civis, o termo engenheiro civil parece ter sido usado pela primeira vez por um engenheiro inglês, no final do século XVIII, para se diferenciar dos engenheiros militares.

Em relação à formação desses engenheiros, antes da criação do primeiro curso formal de engenharia no Brasil em 1792, houve algumas experiências de ensino militar, que foram as precursoras do ensino de engenharia como: a contratação por volta de 1640 de um holandês para formar pessoas aptas aos trabalhos de fortificações; o envio ao Rio de Janeiro em 1694 do capitão engenheiro Gregório Gomes Henrique para ensinar sobre o uso e manejo de artilharia; a criação da Aula de Fortificação em 1699 no Rio de Janeiro; e a concepção da Aula de Fortificação e Artilharia em Salvador no ano de 1710.

Por essas iniciativas, se percebe o interesse que se tinha na época pelo ensino militar, tanto que em 1738 foi formalizado o ensino militar na Aula do Terço¹ de Artilharia do Rio de Janeiro, que depois teve seu nome alterado para Aula do Regimento de Artilharia. Esta aula tinha como objetivo ensinar artilharia e era requisito obrigatório para promoção dos oficiais. Em 1767, ela passou a ser chamada de Aula do Regimento de Artilharia do Rio de Janeiro e em 1774, depois do acréscimo da disciplina Arquitetura militar, tornou Aula Militar do Regimento de Artilharia.

Após essas experiências, segundo Telles (1993b), o dia 17 de dezembro de 1792, data da criação da Real Academia de Artilharia, Fortificação e Desenho, é a que definitivamente marca o início do curso formal de engenharia no Brasil, uma vez que não era uma aula como nos cursos anteriores. A Real Academia é considerada o marco do ensino de engenharia, pois apresentava estrutura de um instituto de ensino superior comparável aos do mesmo gênero de sua época e foi a primeira a incluir assuntos específicos da engenharia civil. Seu curso apresentava seriação de cadeiras, exames, períodos letivos e horários que não existiam claramente definidos ou conhecidos nas outras aulas. Localizada no centro da cidade do Rio de Janeiro, onde funciona atualmente o Museu de História Nacional, a concepção da Real Academia deveu-se à determinação de Dona Maria I, então Rainha de Portugal.

A Real Academia oferecia um curso chamado de matemático ministrado em seis anos. O seu curso tinha a finalidade de formar oficiais do exército: de Infantaria e Cavalaria, que cursavam os três anos iniciais; de Artilharia, que estudavam os cinco primeiros anos; e de Engenharia, que faziam o curso completo em seis anos. No sexto e último ano, os alunos de engenharia estudavam Arquitetura Civil, Materiais de Construção, Caminhos e Calçadas, Hidráulica, Pontes, Canais, Diques e Comportas.

Em 4 de dezembro de 1810, a Real Academia foi substituída pela Academia Real Militar, que recebeu os alunos e professores da antecedente e começou a funcionar com os mesmos períodos letivos correspondentes aos da

¹ Terço: corpo de tropas dos exércitos português e espanhol dos séculos XVI e XVII, que corresponde ao atual regimento (Houaiss, 2004).

Real Academia. No seu início de funcionamento², em 23 de abril de 1811, as aulas eram ministradas no mesmo prédio onde funcionava a Real Academia.

Mais tarde, a Academia Real Militar passou a funcionar no prédio cuja construção foi iniciada para ser a Catedral do Rio de Janeiro, mas a obra foi interrompida e, após uma reforma, passou a abrigar a Academia Real, em março de 1812. Este prédio é ocupado atualmente pelo Instituto de Filosofia e Ciências Humanas da UFRJ, localizado no Largo de São Francisco, no Rio de Janeiro.

A Academia Real Militar passou por reformas e transformações e teve seu nome alterado várias vezes: Academia Imperial Militar (1822); Academia Militar de Marinha (1831), Academia Militar da Corte (1839) e Escola Central (1858). Esta última foi criada para ministrar somente o curso de engenharia civil, ficando o ensino militar a cargo de outra instituição, o atual Instituto Militar de Engenharia (IME).

A criação da Escola Central foi importante porque o ensino de engenharia civil separou-se do ensino militar. Entretanto, continuava sendo um estabelecimento militar subordinado ao Ministério da Guerra. A desvinculação com o sistema militar só ocorreu em 1874, quando passou a ser chamada de Escola Politécnica, e mais tarde, Escola Politécnica do Rio de Janeiro; Escola Nacional de Engenharia; Escola de Engenharia da UFRJ; e atualmente Escola Politécnica³.

Em 1920, a Escola Politécnica uniu-se a duas outras escolas, de Medicina e de Direito, constituindo a primeira universidade federal brasileira, denominada de Universidade do Rio de Janeiro, e posteriormente chamada de Universidade Federal do Rio de Janeiro (Almeida & Borges, 2007).

Ainda no final do século XIX, mais seis escolas de engenharia foram criadas: a de Minas de Ouro Preto; a Politécnica de São Paulo; a de Engenharia de Pernambuco; a de Engenharia Mackenzie; a de Engenharia de Porto Alegre; e a Politécnica da Bahia.

No século seguinte, até 1950, mais dez escolas de engenharia foram criadas: a atual Escola de Engenharia da UFMG; a Faculdade de Engenharia do Paraná; a

² 4 de dezembro de 1810 corresponde a data da lei que criou a Academia Real Militar e 23 de abril de 1811 representa a data de inauguração, quando começou a funcionar.

³ História da Politécnica da UFRJ. Disponível em <<http://www.poli.ufrj.br/>>. Acessado em: 26 set. 2006.

Escola Politécnica do Recife; o Instituto Eletrotécnico de Itajubá; a Escola de Engenharia de Juiz de Fora; a Escola de Engenharia Militar (antecessora do IME); a Escola de Engenharia do Pará; a Escola de Engenharia Industrial da PUC-SP; a Escola Politécnica da PUC-Rio; e o Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA).

Da segunda metade do século XX aos dias de hoje, várias escolas de engenharia foram criadas em todo o Brasil e, apenas na cidade do Rio de Janeiro, atualmente, existem 10 instituições que oferecem o curso de engenharia. Além de novas escolas, outras modalidades de engenharia surgiram conforme as necessidades do país, entre elas a engenharia elétrica, modalidade de interesse desta pesquisa, que se tornou importante com o avanço das aplicações da eletricidade no país.

Os primeiros experimentos com eletricidade aconteceram no Brasil, na segunda metade do século XIX, como por exemplo, os testes com o telégrafo (1851), a iluminação pública (1857), o telefone (1878) e o bonde elétrico (1892). Apesar dessas experiências realizadas no século XIX, a aplicação da eletricidade na indústria, no início do século seguinte, ainda não era tão intensa, já que uma grande parcela dos empreendimentos ainda era movida a vapor ou força hidráulica. Naquela época, como não havia um sistema de distribuição de energia eficiente, era comum as indústrias possuírem sistemas de geração termoelétrica ou hidroelétrica próprios.

Os engenheiros, que participavam dos projetos e experimentos com eletricidade, desde a segunda metade do século XIX, eram estrangeiros, ou brasileiros que estudaram no exterior, ou ainda autodidatas, uma vez que no Brasil não havia formação superior nesta área. Esta situação começou a mudar quando em 1913 é fundado o Instituto Eletrotécnico e Mecânico de Itajubá em Minas Gerais⁴, estabelecimento de ensino superior dedicado à engenharia elétrica. Nas escolas existentes na época, os cursos de engenheiros mecânicos-eletricistas⁵ tiveram início em 1911 na Escola Politécnica do Rio de Janeiro e na Politécnica de São Paulo. Atualmente, a engenharia elétrica apresenta outras ênfases ou modalidades que estão associadas ao desenvolvimento da eletrônica, dos

⁴ O Instituto Eletrotécnico e Mecânico de Itajubá em Minas Gerais atualmente é denominado de Universidade Federal de Itajubá.

⁵ O engenheiro inicialmente tinha o título de engenheiro mecânico-eletricista e mais tarde passou a ser denominado de engenheiro eletricitista.

computadores, das telecomunicações e da necessidade do mercado em ter esses engenheiros.

Nesse contexto, percebe-se que a formação em engenharia vem se diversificando com o tempo para atender às necessidades da sociedade e para resolver problemas e desenvolver projetos de engenharia cada vez mais complexos. Nos dias atuais, com as novas tecnologias, tais como a informática, a microeletrônica e a Internet, outras necessidades no campo de atuação do engenheiro têm sido geradas; logo, parece importante que a formação desse profissional deva ser repensada.

2.2.

Perfil profissional desejado pelo mercado de trabalho

A mudança no campo de atuação do engenheiro, e conseqüentemente do seu perfil profissional, está associada a questões relacionadas a “mudanças tecnológicas, organizacionais, econômicas e culturais” (Da Silveira, 2005, p. 6).

Essas mudanças são importantes, visto que:

A engenharia é uma profissão de alto conteúdo social, dela dependem a segurança, a saúde e o conforto do ser humano, além de ser uma atividade com alto potencial de impulsionar o desenvolvimento econômico, por sua capacidade de agregar valor à produção pela incorporação de tecnologia (IEL, 2006, p. 62).

O desenvolvimento tecnológico da automação, das telecomunicações, da informática e da microeletrônica, que marcou o período após a era do taylorismo-fordismo, afetou a organização dos setores de produção de bens e serviços. A automação, por exemplo, permitiu produzir produtos diferenciados em qualquer quantidade, com qualidade, rapidez e preços competitivos. O avanço das telecomunicações possibilitou a comunicação, com rapidez e menor custo, entre cidades, estados e países, como o *call center* de empresas localizadas⁶ no Brasil que atendem a clientes de diversos países. O crescimento da informática permitiu que pequenas ou grandes empresas divulgassem produtos e serviços para um mercado consumidor ampliado. Já o desenvolvimento da microeletrônica contribuiu para a elaboração de novos produtos e para o aumento do valor agregado de produtos como automóveis, celulares e eletrodomésticos.

⁶ A Índia se destaca no serviço de *call center*.

A política e a economia interferiram no campo de atuação dos engenheiros, quando, por exemplo, o presidente Fernando Collor de Mello iniciou o programa de privatização das empresas estatais e incentivou a abertura da economia ao mercado externo por meio da redução da alíquota de importação. Ou quando, ainda em seu governo, que durou pouco mais de dois anos, foi assinado o tratado de Assunção que criou o Mercosul. Nesse cenário, a abertura comercial ao capital estrangeiro, intensificada no governo Collor, contribuiu com importantes mudanças nos setores que dependiam de máquinas e insumos importados. As empresas tiveram que se adequar “às novas exigências de qualidade e preços, num processo de substituição de importações e ampliação das exportações” (Dieese, 2006b).

A preocupação crescente com o meio ambiente trouxe implicações como a criação do Protocolo de Quioto, que estabeleceu o compromisso de vários países em reduzir a emissão de gases provocadores do efeito estufa, efeito esse visto por vários cientistas como causa do aquecimento global. Para este fim, o protocolo estabelece alguns deveres, entre eles: aumentar a eficiência energética em setores importantes da economia e reduzir incentivos fiscais aos setores que emitem gases causadores do aquecimento global e que discordam do Protocolo.

O projeto de construção de uma usina de energia pode ser adiado por um longo tempo devido a razões ambientais e envolve profissionais de diversas áreas, como engenheiros eletricitas e civis, advogados, economistas, geólogos, geógrafos e sociólogos (Da Silveira, 2005, p. 4). Um exemplo recente dessa situação é a construção da usina do rio Madeira, obra marcada por polêmicas associadas a um impacto, tanto ambiental, em uma região rica em biodiversidade, quanto social, em relação à população Ribeirinha, que sobrevive da pesca e da agricultura local (O Globo⁷, 2007).

Assim, quando se estuda o campo de atuação do engenheiro e de suas atividades, é importante definir alguns conceitos como função, atividade e tarefas.

No léxico descrito por (Ropé & Tanguy, 2002, p. 61), função é um conjunto de atividades na empresa orientado para um mesmo objetivo; atividade é o conjunto de tarefas que realmente é realizado pela pessoa; e tarefa é a

⁷ Disponível em: <<http://oglobo.globo.com:80/pais/mat/2007/07/10/296723025.asp>>. Acesso em: 21 fev. 2008.

representação de um elemento da atividade que corresponde a uma prestação esperada, baseada nos recursos de que dispõe a pessoa e em razão das exigências que são fixadas.

Em relação à formação do profissional da área tecnológica que atua nesse mercado de trabalho globalizado e que usa as novas tecnologias, deve-se:

Levar em consideração os contextos social, econômico e político, envolvidos na prática profissional. O novo profissional deve ser preparado para raciocinar e agir sem fronteiras, o que exige do mesmo o entendimento de outras culturas, principalmente idiomas e ambiências nas quais poderá ocorrer a produção (Longo, 2004).

A formação desse novo profissional da área tecnológica aventada por Longo (2004) segue a mesma direção da proposta de perfil de engenheiro estabelecida pelas Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Engenharia (DCN). Logo, as DCN do curso de engenharia podem representar uma importante mudança nos cursos de graduação em engenharia.

2.3. Diretrizes curriculares nacionais para o ensino de engenharia

Em março de 2002, as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) para o Ensino de Graduação em Engenharia foram instituídas pela resolução nº11 (Brasil, 2002) da Câmara de Educação Superior (CES) do Conselho Nacional de Educação⁸ (CNE). Essa nova resolução substituiu a de nº 48 (Brasil, 1976) do ano de 1976, que regulamentava o curso de engenharia. A finalidade das DCN dos cursos de engenharia é definida no Artigo 2º:

As Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino de Graduação em Engenharia definem os princípios, fundamentos, condições e procedimentos da formação de engenheiros, estabelecidas pela Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação, para aplicação em âmbito nacional na organização, desenvolvimento e avaliação dos projetos pedagógicos dos Cursos de Graduação em Engenharia das Instituições do Sistema de Ensino Superior (Brasil, 2002).

De uma forma geral, as DCN atendem as deliberações previstas no inciso II do artigo 53 da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN), - Lei

⁸ O CNE é composto pelas Câmaras de Educação Básica e de Educação Superior e tem atribuições normativas, deliberativas e de assessoramento ao Ministro da Educação. O CNE foi criado pela Lei 9.131 de 24 de Novembro de 1995 e substituiu o Conselho Federal de Educação que tinha suas atribuições estabelecidas pela LDBEN (Lei 4.024 de 20 de dezembro de 1961).

9.394 de 20 de dezembro de 1996 (Brasil, 1996), e também no Plano Nacional de Educação (PNE),- Lei 10.172 de 9 de janeiro de 2001 (Brasil, 2001a). Enquanto a LDBEN tem por objetivo orientar a educação nacional nos níveis básico, infantil, fundamental, médio, jovens e adultos, profissional, superior e especial, o PNE tem por finalidade garantir a continuidade das políticas educacionais do governo federal em conjunto com estados e municípios, além de estabelecer metas norteadoras da educação nacional baseadas na Constituição Federal de 1988 e na própria Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN). Um delas é:

Estabelecer, em nível nacional, diretrizes curriculares que assegurem a necessária flexibilidade e diversidade nos programas de estudos oferecidos pelas diferentes instituições de educação superior, de forma a melhor atender às necessidades diferenciais de suas clientela e às peculiaridades das regiões nas quais se inserem (Brasil, 2001a).

Nessa meta, percebia-se a intenção do Ministério da Educação de permitir maior autonomia às IES para organizarem seus currículos de graduação, fato que também já se observava nos pareceres que orientaram a elaboração das diretrizes. Para o curso de engenharia, a flexibilidade nos programas de estudo representava uma diferença importante, uma vez que a resolução nº 48, do ano de 1976 (Brasil, 1976), que regulamentava o curso, permitia pouca liberdade curricular às IES, visto que definia com detalhamento o currículo mínimo, a carga horária, as áreas de formação, etc. As DCN foram elaboradas e a atribuição de deliberá-las cabia ao Conselho Nacional de Educação (CNE), uma vez que essa incumbência já estava prevista na Lei 9.131, de 24 de Novembro de 1995 (Brasil, 1995), que criou esse conselho⁹.

Então, o processo de construção das diretrizes foi iniciado quando o CNE aprovou em 3 de novembro de 1997 o parecer CNE/CES 776/97 (Brasil, 1997a) que estabelecia orientações para a sua construção. Nessas orientações, ficou evidenciado que as diretrizes deveriam evitar a fixação detalhada de conteúdos específicos de um currículo mínimo. Portanto, desejava-se permitir maior autonomia às IES na elaboração dos seus projetos curriculares. Segundo os relatores desse parecer, apesar do currículo mínimo facilitar a transferência dos

⁹ A lei 9.131 fez alterações e deu outras providências à lei que fixava as Diretrizes e Bases da Educação Nacional de dezembro 1961.

alunos entre instituições e garantir uniformidade mínima dos cursos de graduação, esse currículo não encorajava a “*benéfica diversificação da formação*”.

Portanto, visando a flexibilidade e também a qualidade na formação dos estudantes, o parecer estabelecia que as diretrizes deveriam seguir os seguintes princípios norteadores:

- 1) Assegurar às instituições de ensino superior ampla liberdade na composição da carga horária a ser cumprida para a integralização dos currículos, assim como na especificação das unidades de estudos a serem ministradas;
- 2) Indicar os tópicos ou campos de estudo e demais experiências de ensino-aprendizagem que comporão os currículos, evitando ao máximo a fixação de conteúdos específicos com cargas horárias pré-determinadas, as quais não poderão exceder 50% da carga horária total dos cursos;
- 3) Evitar o prolongamento desnecessário da duração dos cursos de graduação;
- 4) Incentivar uma sólida formação geral, necessária para que o futuro graduado possa vir a superar os desafios de renovadas condições de exercício profissional e de produção do conhecimento, permitindo variados tipos de formação e habilitações diferenciadas em um mesmo programa;
- 5) Estimular práticas de estudo independente, visando uma progressiva autonomia profissional e intelectual do aluno;
- 6) Encorajar o reconhecimento de conhecimentos, habilidades e competências adquiridas fora do ambiente escolar, inclusive as que se referiram à experiência profissional julgada relevante para a área de formação considerada;
- 7) Fortalecer a articulação da teoria com a prática, valorizando a pesquisa individual e coletiva, assim como os estágios e a participação em atividades de extensão;
- 8) Incluir orientações para a condução de avaliações periódicas que utilizem instrumentos variados e sirvam para informar a docentes e a discentes acerca do desenvolvimento das atividades didáticas (Brasil, 1997a).

Além desses princípios, os relatores (Carlos Alberto Serpa, Éfrem de Aguiar Maranhão, Eunice Durham, Jacques Velloso e Yugo Okida) consideravam importante a participação de entidades ligadas à formação e ao exercício profissional na elaboração das diretrizes. Desta forma, o Ministério da Educação, por intermédio da Secretaria de Educação Superior (SESu), tornou público o Edital no 4/97 (Brasil, 1997b) que estabelecia as normas para a participação dessas entidades e para a elaboração das propostas das diretrizes. Em relação à participação da sociedade, no edital ficou estabelecido que era desejável:

(...) a integração das IES com as Sociedades Científicas, ordens e associações profissionais, associações de classe, setor produtivo e outros setores envolvidos, através de seminários, encontros, workshops e reuniões, de forma a garantir Diretrizes Curriculares articuladas tanto às reformas necessárias à estrutura da oferta de cursos de graduação, quanto aos perfis profissionais demandados pela sociedade (Brasil, 1997b).

A norma para a elaboração das propostas determinava que os projetos das diretrizes fossem enviados a SESu e neles deviam constar: a) o perfil do egresso, b) as competências e habilidades, c) os conteúdos curriculares essenciais, d) a carga horária mínima da graduação, e) a estruturação modular dos cursos, f) os estágios e as atividades complementares, g) a conexão com a avaliação institucional.

Durante a elaboração das sugestões de projetos, o Fórum de Pró-Reitores de Graduação das Universidades Brasileiras (ForGRAD) contribuiu na orientação das formulações das propostas das DCN. O ForGRAD analisou as sugestões recebidas para os diversos cursos de graduação e constatou que várias delas detalhavam demais o conteúdo, definiam tempo mínimo e máximo dos cursos e especificavam as metodologias de ensino que deveriam ser usadas. O ForGRAD, percebendo que a flexibilidade poderia não ser alcançada, apresentou orientações para a elaboração das diretrizes e nessas orientações ficou estabelecido que as propostas não deveriam especificar carga horária, conteúdo ou metodologia de ensino.

Terminado o prazo de envio das propostas, a SESu recebeu 1.200 projetos para os diversos cursos de nível superior (Brasil, 2001b), que foram analisadas por 38 comissões de especialistas nomeadas pela portaria SESu/MEC nº 146/98 (Brasil, 1998). Estas comissões sistematizaram os Projetos das Diretrizes Curriculares de cada curso/área e enviaram-nos à Câmara de Educação Superior (CES) do Conselho Nacional de Educação (CNE), que os avaliaram.

Em relação ao curso de engenharia, a comissão¹⁰ era composta por: Letícia Soares de V. Sampaio Suñé, Luciano Vicente de Medeiros, Fernando Tadeu Boçon, Márcio Luiz de Andrade Netto, Reyolando Manoel L. R. Fonseca Brasil e Nivaldo Lemos Coppini. Essa comissão recebeu sugestões de diversas entidades, entre elas, a Associação Brasileira de Ensino de Engenharia (ABENGE, 1997) e o Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (CONFEA).

Finalmente, em março de 2002, as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Engenharia foram então instituídas pela resolução nº 11 assinada pelo presidente da Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação.

¹⁰ Informação extraída da página eletrônica da Associação Brasileira de Engenharia de Produção no endereço <http://www.abepro.org.br/graduacao_diretrizes.htm>, acessado em 30 de novembro de 2005.

2.3.1. Síntese das diretrizes curriculares do curso de engenharia

As DCN do curso de engenharia especificam, para todas as modalidades, o perfil geral de formação dos egressos, as competências gerais desse profissional e três núcleos de conteúdos: Básicos, Profissionalizantes e Específicos.

O perfil dos egressos de engenharia compreenderá:

(...)uma sólida formação técnica, científica e profissional geral que os capacite a absorver e desenvolver novas tecnologias, estimulando a sua atuação crítica na identificação e resolução de problemas, considerando seus aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais, com visão ética e humanística, em atendimento às demandas da sociedade (Brasil, 2002).

As competências gerais que os engenheiros deverão possuir são:

a) aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia; b) projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados; c) conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos; d) planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos de engenharia; e) identificar, formular e resolver problemas de engenharia; f) desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas; g) supervisionar a operação e a manutenção de sistemas; h) avaliar criticamente a operação e a manutenção de sistemas; i) comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica; j) atuar em equipes multidisciplinares; k) compreender e aplicar a ética e responsabilidade profissionais; l) avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental; m) avaliar a viabilidade econômica de projetos de engenharia; n) assumir a postura de permanente busca de atualização profissional (Brasil, 2002).

O núcleo Básico abordará obrigatoriamente quinze tópicos: Metodologia Científica e Tecnológica; Comunicação e Expressão; Informática; Expressão Gráfica; Matemática; Física; Fenômenos de Transporte; Mecânica dos Sólidos; Eletricidade Aplicada; Química; Ciência e Tecnologia dos Materiais; Administração; Economia; Ciências do Ambiente; Humanidades, Ciências Sociais e Cidadania.

O núcleo Profissionalizante versará sobre um subconjunto de tópicos escolhidos pela IES dentro de um leque de opções formado por 53 tópicos já pré-determinados pelas DCN de engenharia.

O núcleo Específico se constituirá de conteúdos de livre escolha da IES, com finalidade de aprofundar os conhecimentos do núcleo Profissionalizante. Desta maneira, espera-se, nesse núcleo, caracterizar a modalidade de engenharia e garantir o desenvolvimento das competências, das habilidades e do perfil estabelecidos pelas diretrizes de engenharia. Os núcleos de conteúdos devem ser

distribuídos em relação à carga horária mínima do curso em: 30% para o núcleo Básico, 15% para o núcleo Profissionalizante e 55% para o núcleo Específico.

As DCN do curso de engenharia não determinaram a carga horária mínima. Contudo, em pareceres posteriores, o CNE/CES tratou dessa matéria. No parecer CNE/CES 108/2003 (Brasil, 2003b), os relatores argumentaram que, apesar da flexibilidade e da autonomia desejada para as IES, havia a necessidade de fixar a carga horária mínima para se evitar que os Conselhos e Ordem das profissões negassem o registro profissional.

(...) a diversidade de ofertas e duração dos cursos superiores e de graduação esbarra nas regras para o acesso à licença profissional, tendo-se verificado inúmeras manifestações das Ordens, vedando a prática profissional de egressos do ensino superior diplomados segundo critérios de duração e concepção de cursos não endossados pelas corporações (Brasil, 2003b).

Após um período de 4 anos de análise, em 18 de junho de 2007, a resolução nº 2 do CNE/CES (Brasil, 2007) deliberou a carga horária mínima e o tempo de integralização dos cursos de graduação, na modalidade presencial, estipulando, para o curso de engenharia, a carga horária mínima de 3.600h e o tempo mínimo de integralização de 5 anos.

É importante, aqui, compreender a distinção entre o diploma emitido pela IES e o registro profissional. O diploma de curso superior comprova a formação recebida por seu titular (Artigo 48 da LDBEN de 1996 – (Brasil, 1996)). O registro profissional autoriza o diplomado a exercer a profissão e atuar no mercado de trabalho. Este registro é feito por Conselhos e Ordens profissionais, quando a profissão é regulamentada. Na determinação do conselho de engenharia (CONFEA), que regulamenta a profissão de engenheiro, verifica-se que não basta ter um diploma de curso superior em engenharia para exercer a profissão, é necessário o registro profissional. Entretanto, aqui cabe um questionamento: o mercado de trabalho só contrata engenheiros se possuem o registro no conselho de engenharia?

O decreto nº 23.569, de 11 de dezembro de 1933 (Brasil, 1933), regulamentou, para todo o território nacional, a profissão. Esse decreto criou também o sistema formado pelo Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (CONFEA) e Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (CREA) que regulamenta e fiscaliza o engenheiro até os dias de hoje. Posteriormente, em 24 de dezembro de 1966, foi sancionada a Lei nº 5.194

(Brasil, 1966) que também regula o exercício das profissões de Engenheiro, Arquiteto e Engenheiro-Agrônomo, e dá outras providências.

O CONFEA, usando dessas competências, homologou, em 22 de agosto de 2005, a resolução nº 1.010 (Confea, 2005) que dispõe sobre a regulamentação das atribuições dos títulos profissionais. No anexo II, com 75 páginas, dessa resolução, o CONFEA discrimina as atribuições de diversas modalidades das profissões regulamentadas e fiscalizadas pelo conselho. Vale registrar que o sistema CONFEA/CREA só implantou a resolução 1.010 em 2007, após consultar diversos fóruns e ser aprovada a resolução nº 2 do CNE/CES (Brasil, 2007) que deliberou a carga horária mínima e o tempo de integralização dos cursos de graduação, na modalidade presencial.

2.3.2.

Comparação entre as resoluções: nº 11 do CNE e a nº 48 do CFE

Os cursos de engenharia eram orientados até 2002 pela resolução nº 48 de 1976, instituída pelo extinto Conselho Federal de Educação (CFE), quando passou a vigorar a resolução que implantou as DCN do Curso de Graduação em Engenharia. A comparação entre as duas resoluções fornece subsídios que identificam as diferenças entre a formação desejada atualmente e a concebida até o ano de 2002. Um trabalho bastante interessante sobre esse tema foi apresentado por Pinto et al. (2003) no Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia do ano de 2003. Os autores neste artigo descrevem um quadro comparativo entre as duas resoluções (Quadro 2.1).

Analisando a resolução nº 11 do ano de 2002, percebe-se alguns fatores que permitiram maior autonomia curricular às IES, como o fim de um currículo mínimo e de um número específico de áreas de formação. Todavia, essa liberdade não é tão ampla, visto que existe um núcleo de conteúdo obrigatório e determinado pelas diretrizes. Outro fator que delimitou a flexibilidade curricular foi a fixação da carga horária mínima e o tempo de integralização do curso deliberados pela resolução nº 2 do CNE/CES, de junho de 2007. Apesar das limitações, as DCN de engenharia inovaram ao estabelecer que: 1) as competências e as habilidades são relevantes e devem fazer parte da formação do engenheiro; 2) o projeto político-pedagógico deve prever métodos que garantam o desenvolvimento e avaliação dessas competências e habilidades.

Quadro 2.1- Comparação entre as resoluções 48/1976 do CFE e 11/2002 do CNE.

	Resolução 48/1976 do CFE	Resolução 11/2002 do CNE
Característica Predominante.	Impositiva.	Diretiva.
Áreas de Engenharia.	6 áreas.	Em aberto.
Habilitações.	Estabelece várias.	Não menciona.
Perfil do Egresso.	Não estabelece.	Sólida formação técnico-científica e profissional geral. Adquirir competências e habilidades.
Projeto de curso.	A principal exigência era a grade curricular.	O projeto político-pedagógico é uma exigência e deve deixar claro como as atividades acadêmicas levam à formação do perfil profissional delineado.
Organização curricular.	Currículo Mínimo – Grade de disciplinas com pré-requisitos.	Fim do currículo mínimo – flexibilização curricular, nova concepção de currículo.
Currículo.	Parte comum-formação básica e formação geral. Parte diversificada – formação profissional geral e específica. Disciplinas exigidas por legislação específica.	<ul style="list-style-type: none"> • Núcleo de conteúdos básicos (30%). • Núcleo de conteúdos profissionalizantes (15%). • Extensões e aprofundamentos dos conteúdos do núcleo profissionalizante.
Foco do currículo.	Centrado no Conteúdo.	Habilidades e competências.
Projetos Integralizadores.	Não previa.	Prevê realização de trabalhos de integralização de conhecimentos, sendo obrigatório o trabalho de final de curso.
Duração do curso.	4 a 9 anos (média 5 anos), com um mínimo de 3.600 horas de atividades.	Não estabelece (regulamentação feita posteriormente pela resolução CNE/CES 2/2007, de 18 de junho de 2007).
Estágio.	Obrigatório, com o mínimo de 30 horas.	Obrigatório, com o mínimo de 160 horas e supervisão da IES.
Metodologia de ensino-aprendizagem.	Não menciona.	Prevê que o curso deve utilizar metodologias de ensino-aprendizagem capazes de garantir o desenvolvimento de habilidades e competências.
Foco do processo de ensino-aprendizagem.	Centrado no professor.	Centrado no aluno.
Avaliação.	Não menciona.	Determina que os cursos devem possuir métodos e critérios de avaliação, de acordo com a filosofia do processo de ensino-aprendizagem eleito pelo curso.
A Instituição de Ensino.	Administração com foco em documentação e registro acadêmico.	Administração de caráter mais pedagógico prevendo avaliação, acompanhamento, inclusive psico-pedagógico.
	Órgão de referência para o aluno é o departamento.	O principal órgão de referência é a coordenação do curso.
Papel do Aluno.	Predominantemente passivo.	Para atender às exigências da resolução, o papel do aluno deve ser predominantemente ativo.

Fonte: Adaptado de Pinto et al. (2003)

A importância das competências e habilidades também pode ser observada nos anúncios de oferta de empregos nos jornais. Estes anúncios costumam definir o título do cargo (ex.: engenheiro de projeto, de orçamento, etc.), os conhecimentos técnicos (ex.: conhecimento em mecânica, automação industrial, etc.), as atividades do profissional (ex.: elaborar projetos, fiscalizar projetos, etc.), as competências para o cargo (ex.: liderança, bom relacionamento, etc.) e a formação do candidato (ex. engenharia elétrica, engenharia de telecomunicações, etc.). É importante ressaltar que nem sempre o título do cargo adotado no anúncio faz parte da listagem de títulos de engenheiros que o sistema CONFEA/CREA confere aos graduados em engenharia. Além disso, para uma única vaga, ou seja, um único título de cargo, várias modalidades de engenharia podem ser aceitas para ocupá-la.

2.3.3. Diferenças nos perfis de formação dos engenheiros

No momento em que a IES realizar a escolha dos conteúdos, das competências e das habilidades que irão caracterizar o perfil específico dos seus egressos, dependendo das opções feitas, será possível encontrar diferentes tipos de engenheiros. Barros (2003) aponta essa dicotomia ao apresentar algumas questões relevantes que surgiram durante a elaboração do novo currículo do Curso de Engenharia de Produção da unidade da UERJ localizada em Resende:

1. O engenheiro de produção deve ser generalista ou especialista? Ser especialista em generalidades ou possuir várias especialidades?
2. Sua formação deve ser voltada com mais ênfase para a área de serviço ou industrial?
3. Quais as principais exigências profissionais do mercado de trabalho contemporâneo?
4. Que competências e habilidades adicionais devem possuir?
5. Dar visão estratégica ou operacional?
6. Priorizar a prática ou teoria?
7. O foco de suas atividades deve estar voltado para a organização ou para o mercado e a sociedade?
8. Formação para o mercado regional, nacional ou global?
9. Dotá-lo de capacidade para aprender continuamente ou melhor prepará-lo para o curto e médio prazo?
10. Qual o nível de predominância das ciências exatas sobre as ciências sociais em sua formação?
11. Qual a intensidade de capacitação em idiomas e no uso de computadores?

(Barros, 2003)

Estas questões são relevantes e mostram que diferentes perfis podem existir em função das escolhas feitas. Por conseguinte, é importante analisar outras questões, como: Quem deve ser ouvido no processo de escolha do perfil específico? Os professores? Os alunos com matrícula ativa? Os egressos (ex-alunos)? A estrutura curricular pode ser flexível e o estudante faz as suas escolhas ou um único perfil específico tem de ser estabelecido pela IES sem oferecer ao estudante o direito de escolha?

2.4. Competências

As DCN do curso de engenharia determinam que o projeto político-pedagógico deve demonstrar como as atividades curriculares garantirão que as competências e as habilidades serão desenvolvidas. Tanto que estabelece que as avaliações devam basear-se não só nos conteúdos, mas também nas competências e nas habilidades desejadas e desenvolvidas para o egresso. Essas DCN não estabelecem o significado das noções de habilidades, conhecimentos e competências. A distinção e o conhecimento desses conceitos são importantes, pois existem interpretações diferentes sobre essas noções e, dependendo da definição escolhida, é possível que se construa um projeto político-pedagógico baseado somente em conteúdos. Não se pode ignorar que é comum encontrar-se a dimensão atitude, apesar de não ser mencionada nas DCN de engenharia, associada ao conceito de competência.

Definindo-se essas noções, a habilidade é qualidade “(...) de quem tem uma disposição de espírito e de caráter que o torna particularmente apto para resolver as situações que se lhe apresentam (...)” (Houaiss, 2004), isto é, *habilidade é um saber fazer*; o conhecimento é o “domínio, teórico ou prático, de um assunto, uma arte, uma ciência, uma técnica, etc.” (Houaiss, 2004), ou seja, *conhecimento é o saber*; a atitude é um “comportamento ou modo de proceder (ou agir) em relação a determinadas pessoas, objetos ou situações” (ABENGE, 1997), quer dizer, *atitude é o saber ser*.

Houaiss (2004) apresenta para o termo competência dois sentidos distintos: “soma de conhecimentos ou de habilidades” e “capacidade objetiva de um indivíduo para resolver problemas, realizar atos definidos e circunscritos.”.

Entretanto, Perrenoud (2006) associa competência a saber mobilizar e resolver problemas com os conhecimentos adquiridos:

Competência é a faculdade de mobilizar um conjunto de recursos cognitivos (saberes, capacidades, informações, etc.) para solucionar com pertinência e eficácia uma série de situações.

E dá como exemplo de competência:

Saber orientar-se em uma cidade desconhecida mobiliza as capacidades de ler um mapa, localizar-se, pedir informações ou conselhos; e os seguintes saberes: ter noção de escala, elementos da topografia ou referências geográficas.

Seguindo a mesma linha de Perrenoud, Da Silveira (2005) acrescenta um contexto à noção de competência:

(...) “competência” é a capacidade de mobilizar e articular os saberes (ou conhecimentos), habilidades (ou competências específicas), aptidões e atitudes para resolver eficazmente novos problemas, devidamente contextualizados, de forma fundamentada e consciente (Da Silveira, 2005, p. 42).

Usa a palavra “habilidade” ou “competências específicas” como tendo o mesmo sentido, o que poderia despertar uma longa discussão sobre o tema: existe diferença entre os sentidos de competência e habilidade? Sem ter a intenção de oferecer uma resposta, mas de contribuir para o debate, veja-se o exemplo a seguir. Um aluno cursando cálculo estuda o conceito de derivada e desenvolve habilidade para derivar diversas funções, das mais simples às mais complexas. Entretanto, este aluno, poderá não ter a competência necessária para mobilizar a habilidade adquirida para resolver problemas concretos de engenharia em que o uso de derivada é largamente aplicável.

Nesse contexto, o desenvolvimento de “competências” e “habilidades”, mencionadas nas DCN do curso de engenharia, pode representar uma relevante alteração dos métodos pedagógicos desses cursos, já que, na engenharia, o método de ensino-aprendizagem encontrava-se focado no conteúdo a ser aprendido e não nas competências a serem desenvolvidas. É importante observar que essa mudança tornar-se-á necessária se a noção de um engenheiro competente não ficar restrita unicamente ao conhecimento adquirido por este profissional. Logo, nessa tese, conceitua-se competência como a capacidade de mobilizar conhecimentos, habilidades e atitudes na solução de problemas reais e contextualizados em engenharia, conforme descreve Da Silveira (2005).

Em relação à contextualização dos problemas, Depresbiteris (2005) observa que “se as competências referem-se à mobilização, um saber-agir em uma situação real e contextualizada de trabalho, como exigir que as escolas de educação profissional ‘dêem conta’ de avaliá-las?”. A autora levanta esta questão, porque considera a dificuldade de representar, na escola, situações próximas da realidade.

No contexto de uma IES de engenharia, essa dificuldade também existe e uma possível justificativa é o distanciamento das IES do mercado de trabalho que recebe os egressos de engenharia. Distanciamento esse registrado na pesquisa, de 2006, feita pelo setor industrial e publicada pelo Programa Inova Engenharia (IEL, 2006), que apresenta propostas para a modernização da educação em engenharia. Segundo a publicação, “(...) a aproximação entre academia e empresa, entre conhecimento e inovações ainda está muito aquém do necessário para que o Brasil possa impulsionar seu desenvolvimento tecnológico, econômico e social” (IEL, 2006, p.59).

Procurando aproximar a universidade da empresa, o Programa propõe algumas ações, dentre as quais:

- Promover mais **projetos cooperativos de pesquisa, desenvolvimento e inovação** (P&D&I) entre instituições de educação superior e empresas dos setores industrial e de serviço.
- Apoiar a mobilidade de professores, pesquisadores, alunos e engenheiros de empresas para que participem mais em atividades conjuntas voltadas à inovação tecnológica.
- Fazer com que toda a formação em engenharia seja realizada com ênfase na aprendizagem *hands-on*, promovendo ao longo de todo o curso projetos que incentivem os alunos de graduação a aplicar conhecimentos teóricos na solução de problemas reais, produzindo inovações. (IEL, 2006, p. 59)

O trabalho coletivo de alunos, educadores e empresas é relevante. Dos três grupos, talvez o aluno seja o que melhor transite entre os ambientes acadêmico e profissional, em função do estágio realizado durante o período de graduação e o fato de o professor estar pouco motivado a conhecer o mercado de trabalho, já que os critérios de valoração do educador estão focados, principalmente, nas atividades de pesquisa e de ensino realizados na academia pelo docente. Esses critérios, segundo IEL (2006), valorizam pouco a experiência profissional do professor em empresas, o que contribui para o afastamento do educador de assuntos relacionados a empreendedorismo, liderança e inovação, que são de interesse do mercado de trabalho.

Em relação à ênfase na aprendizagem *hands-on*, alguns textos da área de educação em engenharia sugerem esse método de ensino-aprendizagem, já que é um método que contribui para o desenvolvimento de competências do estudante.

2.4.1. Desenvolvimento de competências

Segundo Perrenoud (2000), o processo do desenvolvimento de competência pode ser feito incentivando o aprendiz a resolver problemas que permitam estimular os conhecimentos adquiridos. O problema deve ser bem-definido, concreto e, na visão do aluno, deve ser um verdadeiro problema a ser resolvido, e na tentativa de solucioná-los, o aluno usa conhecimentos já adquiridos; quando esses não são suficientes, outras fontes de consulta são procuradas. Para Perrenoud (2000), não é obrigatório que o aluno conheça as ferramentas que solucionam o problema, porque a necessidade de resolvê-lo o levará a se apropriar dos instrumentos necessários a uma solução. Nesse processo, a participação dos educadores, na visão de Depresbiteris (2005), deve ser de um mediador do estudante em seu aprendizado, estimulando-o a buscar sua autonomia, sua independência, capacitando-o a enfrentar situações e a tomar decisões. Portanto, o professor deixa de ser um expositor de conteúdos para ser um facilitador do aprendizado.

Por conseguinte, é necessário buscar métodos alternativos ao tradicional ensino-aprendizagem de conteúdo, centrado no professor, que escreve na lousa a matéria e avalia o aprendizado por meio de uma prova escrita. Neste contexto, o método de Aprendizado Baseado em Problemas (*Problem-Based Learning – PBL*) tem sido utilizado nos cursos de engenharia (na Aalborg University¹¹, por exemplo) como uma proposta pedagógica que estimula o desenvolvimento de competências (Vallin, 2008). No PBL, os estudantes trabalham em equipe para resolver os problemas que estão associados a situações do cotidiano do engenheiro apresentados pelos professores.

Outra proposta pedagógica semelhante ao PBL, é o Aprendizado Baseado em Projetos (*Project-Based Learning-PBL*). Neste método, é apresentado aos discentes um projeto a ser desenvolvido, em lugar de um problema a ser resolvido.

¹¹ Disponível em <http://www.face.aau.dk/face/pbl/aau_pbl.htm>. Acesso em 16 fev. 2008.

Mesmo percebendo-se o interesse em métodos em que se desenvolvam competências, organizar um currículo a partir das competências não é algo tão simples, já que:

(...) uma das dúvidas mais freqüentes, nesta hora, diz respeito à estrutura do currículo, pois o esquema habitual, em torno da montagem da 'grade curricular', a partir de uma lista de conteúdos, não considera as competências gerais atualmente exigidas pelas Diretrizes Curriculares(...) (Da Silveira & Gama, 2003a)

Além disso, ainda de acordo com Da Silveira (2004), após a definição do perfil e das competências que o caracterizam, a construção do currículo é iniciada com a escolha dos métodos adequados à construção deste perfil. Entretanto, este processo não é simples, visto que estes métodos necessitam de uma estrutura organizacional mais complexa, pois um currículo mais flexível implica um esforço de articulação maior entre os professores, os alunos e a administração da instituição de ensino de engenharia.

2.5.

Aprimoramento da educação em engenharia: O debate atual

O objetivo dessa tese - conhecer diferentes visões do perfil de engenheiro eletricitista que possibilitem subsidiar a UERJ e a PUC-Rio na reformulação de suas propostas curriculares - está inserido num contexto mais amplo que é o aprimoramento nacional da educação em engenharia. É evidente que o interesse em aperfeiçoar a formação em engenharia não se restringe somente ao Brasil. Outros países também percebem a importância da valorização do engenheiro para o desenvolvimento do país. Daí ser fundamental a realização de estudos e programas com a finalidade de fazer a diagnose da formação do engenheiro e, a partir disso, sugerir ações que contribuam para aprimorar o perfil desse profissional.

A seguir comparar-se-ão dois estudos (realizados no Brasil e no Reino Unido) que descrevem o perfil do engenheiro na visão do setor industrial.

2.5.1.

O caso brasileiro

A Confederação Nacional da Indústria (CNI) representada pelo Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) e o Instituto Euvaldo Lodi (IEL)

lançaram em 30 de maio de 2006, em Brasília, o Programa Inova Engenharia. O Programa tem por finalidade avaliar a educação em engenharia e propor políticas e ações para modernizar a engenharia nacional. No momento do lançamento em Brasília, o Programa Inova contava com a participação de 17 instituições¹², entre elas: Os Ministérios da Educação e da Ciência e Tecnologia, a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), a Associação Brasileira de Educação em Engenharias (ABENGE) e o Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (CONFEA).

A CNI tem interesse na formação do engenheiro porque tem consciência da importância desse profissional para impulsionar a economia brasileira, que há dez anos cresce menos que a média mundial, conforme estudo realizado pela própria CNI. O engenheiro, segundo a CNI, é o principal responsável em criar tecnologias novas e incorporar as já existentes ao setor industrial. Por conseguinte, a tecnologia é o fator determinante da modernização dos países e da competitividade internacional das empresas. Nesse contexto, é importante a publicação da CNI (Inova Engenharia: Propostas para a modernização da educação em engenharia no Brasil (IEL, 2006)) no delineamento do perfil do engenheiro e na apresentação de ações práticas para modernização da engenharia, na visão da indústria.

A construção do perfil do engenheiro fundamentou-se em uma pesquisa que consultou vice-presidentes e diretores de 100 indústrias¹³ de grande porte, concentradas (86%) nas regiões Sudeste e Sul. O estudo mostrou que os engenheiros brasileiros apresentam bons conhecimentos técnicos que podem ser considerados superiores aos de outros países em desenvolvimento, mas em relação à atitude empreendedora, à capacidade de gestão, de comunicação, de liderança e aos trabalhos em equipes multidisciplinares, que são competências e atitudes cada vez mais cobiçadas pelo mercado de trabalho, a avaliação não foi boa.

¹² Disponível em <http://www.cni.org.br/>. Acessado em: 25 nov. 2007.

¹³ Setores industriais ouvidos na pesquisa da CNI: metalúrgico, químico e petroquímico, eletroeletrônico, têxtil, bebidas e fumo, açúcar e álcool, alimentos, farmacêutico e cosméticos, mecânica, plásticos e borracha, siderurgia, veículos e peças, construção, energia elétrica, transporte e logística, comunicação e gráfica, mineração, papel e celulose e telecomunicações.

Foram sugeridas propostas e ações práticas:

- Apoiar o ensino médio que vem apresentando deficiências nos conhecimentos referentes à matemática, à física e à química, o que influencia a qualidade do curso de engenharia.

- Conjuguar teoria e prática, aproximando universidade e empresa, apoiando a inovação, já que, apesar de o Brasil ter um expressivo número de artigos científicos publicados em revistas internacionais, isso ainda não se reflete, na mesma proporção, no número de patentes registradas pelo país. Um dos motivos dessa diferença é a carência de engenheiros com perfil inovador.

- Implementar projetos educacionais, pois são necessários novos métodos de ensino-aprendizagem que estimulem o estudante a aprender a aprender, a aprender a empreender, a definir problemas, a projetar soluções e a tomar decisões.

- Apoiar os estágios de docentes e de discentes em empresas e instituições, nacionais e estrangeiras, uma vez que a visão de diferentes realidades em um mundo globalizado é importante para formação do engenheiro e para a atualização contínua do professor.

- Estimular a educação continuada, porque os conhecimentos científicos e tecnológicos evoluem rapidamente, sendo importante que as universidades, geradoras de conhecimentos, ofereçam à comunidade oportunidade de atualização.

- Incentivar projetos com foco em responsabilidade social e desenvolvimento regional, já que a engenharia é uma profissão de alto conteúdo social.

- Orientar a política governamental de fomento que fortaleça o setor tecnológico, em especial a engenharia, pois existem custos envolvidos na modernização da educação em engenharia.

É importante ressaltar que, como o setor industrial não representa todas as empresas que contratam engenheiros, e o perfil do engenheiro inovador definido pelo Projeto Inova está alinhado às necessidades deste setor, torna-se relevante saber se há diferenças entre este perfil e o desejado por outras empresas que também empregam esses profissionais.

Diferenças entre perfis de engenheiros podem existir no âmbito de uma mesma empresa, pois esses profissionais atuam em diferentes setores. Conforme foi observado por Laudares (2000), um engenheiro exerce cargos/funções nas mais diversas áreas de uma única empresa¹⁴: no administrativo, no financeiro, nas compras, no pessoal e organização, na logística, na comunicação social, no comercial, no industrial e na superintendência.

Por conseguinte, estabelecer, como referência nacional para a modernização da educação em engenharia, o perfil de engenheiro apresentado pelo Projeto Inova pode não atender a outros setores do mercado de trabalho que contratam engenheiros.

Em relação ao que foi exposto, esta tese amplia o estudo do perfil do engenheiro realizado pelo Projeto Inova: 1) ao consultar outros grupos (alunos, professores e egressos) interessados na formação do engenheiro, 2) ao não restringir a pesquisa ao setor industrial.

2.5.2. O caso Inglês

O estudo feito no Reino Unido pelo *Henley Management College* para *The Royal Academy of Engineering* (Spinks et al.,2006) investigou as necessidades da educação em engenharia na visão da indústria. Inicialmente, realizaram-se entrevistas em empresas de engenharia. A análise dessa etapa permitiu a elaboração de um questionário, enviado a mais de 8.000 empresas. Dessas, 444 (5,5%) contribuíram com respostas que puderam ser usadas no relatório publicado, em março de 2006, em duas versões¹⁵: Uma é o resultado completo da pesquisa e a outra é o resumo comentado.

A motivação do estudo está relacionada: a) à visão da indústria em um mundo em mudança, onde as habilidades de inovar e mudar são cruciais para o sucesso dos negócios, b) ao crescimento do poder econômico dos países Brasil, Rússia, Índia e China, que poderá suplantará o poder de países do G6 (Estados Unidos da América, Reino Unido, Japão, Alemanha, Itália e França), c) à

¹⁴ Laudares (2000) se referia a FIAT, que é empresa montadora de automóveis.

¹⁵ Disponível em: <<http://www.raeng.org.uk/news/releases/henley>>, acessado em: 2 de dez. 2007.

mudança do papel do engenheiro, agora um profissional integrador de sistemas cada vez mais complexos, d) ao desinteresse dos estudantes de nível médio pelo curso de engenharia, e) à escassez de professores de matemática e física que tem impactado a qualidade da educação secundária.

O resultado da pesquisa mostrou que o engenheiro contratado pelas indústrias geralmente satisfaz ao perfil desejado pelo mercado de trabalho. Contudo, atualmente existem algumas lacunas que dificultam o alcance do tipo de engenheiro desejado pelas indústrias, como, v.g., a deficiente capacidade do engenheiro em aplicar a teoria na resolução de problemas reais da indústria. Para o futuro, as habilidades em aplicações práticas, criatividade e inovação são consideradas prioritárias.

A pesquisa apresentou algumas recomendações que estão em análise para a educação em engenharia do século XXI. Entre essas recomendações, destacam-se:

- Incrementar e melhorar os trabalhos de projetos realizados na graduação, que devem ser baseados em problemas reais, de preferência com a colaboração da indústria, visto que os cursos de engenharia devem estar mais alinhados com as mudanças do mercado de trabalho.

- Aprimorar a relação da indústria com a universidade, já que é necessário o seu envolvimento na educação universitária para que as mudanças desejadas pela indústria realmente aconteçam.

- Reconhecer o aumento do custo financeiro do método de ensino-aprendizagem baseado em projetos (*hands-on*), pois consome mais tempo dos educadores e exige mais recursos.

- Mudar os critérios de valorização do professor, atualmente baseados apenas na pesquisa acadêmica na universidade, uma vez que também é importante reconhecer e valorizar o professor como um profissional que pode contribuir para que o Reino Unido se torne um líder global em inovação e tecnologia.

Comparando o estudo feito no Brasil e o realizado no Reino Unido observa-se que existem semelhanças entre o perfil desejado e as recomendações para alcançar esse perfil. Os dois países valorizam: as novas tecnologias para a economia; o engenheiro com perfil inovador; a aproximação da indústria com a universidade; o métodos educacionais que trabalhem com projetos e problemas reais de engenharia (*hands-on*); o provimento de recursos para o aprimoramento

da engenharia; o apoiar ao ensino médio, para motivar a escolha da graduação em engenharia pelos estudantes, e melhor prepará-los para o curso de engenharia.

Por conseguinte, é importante observar que o perfil estabelecido e as recomendações feitas representam a visão da indústria, que no caso brasileiro ficou restrito às empresas de grande porte.