



Anais do XXXIV COBENGE. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, Setembro de 2006.
ISBN 85-7515-371-4

RUMO AO ENGENHEIRO INTERNACIONAL

Marcos A. da Silveira - marcos@ele.puc-rio.br
Carlos F. B. Palmeira - fredpalm@mat.puc-rio.br
José A. dos Reis Parise - parise@mec.puc-rio.br
Luiz Carlos Scavarda do Carmo - scavarda@vrad.puc-rio.br
Reinaldo Calixto de Campos - rccampos@rdc.puc-rio.br
PUC-Rio, Centro Técnico Científico
Rua Marquês de São Vicente, 225
22453-900 – Rio de Janeiro - RJ

***Resumo:** Neste artigo, a partir da descrição dos perfis de formação e papéis sociais dos engenheiros em diferentes países, são discutidas as dificuldades para formar um “engenheiro internacional”, e mostra-se que, apesar disso, está havendo uma convergência das formações nacionais nesta direção.*

***Palavras-chave:** Perfil de formação, Títulos de engenharia, Papel social do engenheiro, Formação internacional.*

1. INTRODUÇÃO

No momento discute-se, em diversos fóruns internacionais, a caracterização de um engenheiro internacional, ou, mais simplesmente, a de um engenheiro das Américas. Porém a definição técnica da profissão, os papéis sociais atribuídos aos engenheiros em cada cultura, as competências esperadas, e daí a formação profissional, não são os mesmos nos diferentes países. Os papéis sociais não se confundem com suas funções técnicas dentro de um mesmo país, estando mais próximos das imagens geradas pelo sistema de educação encarregado de sua formação (da Silveira, 2005b). Mais que isso, em grande parte dos países há mais de um tipo de “engenheiro”, tipos diferentes correspondendo a qualificações diferentes – e a formações diferentes – apesar da recente reforma do sistema europeu e dos diferentes acordos assinados na última década, como as Declarações do Rio de Janeiro, 1999, de Paris 2000 criando a UEALC - espaço comum de ensino superior para a União Européia, América Latina e Caribe, a de Bologna, 1999, e suas derivadas, criando o espaço comum europeu para a educação em engenharia, e os Acordos de Washington, 1989, e de Sidney, 2001, criando o espaço comum em educação em engenharia para os países de língua inglesa (da Silveira, 2005b). Discutiremos rapidamente este problema a partir da apresentação de um resumo dos

perfis de formação de engenheiros propostos ou aplicados em alguns dos principais países (do ponto de vista tecnológico) e no Brasil.

1.1 O modelo francês

As escolas de engenharia surgiram na França no século XVIII com a função de formar corpos técnicos para o estado, dentro da hierarquia já existente na burocracia de estado. Primeiro "engenheiros militares", para ocupar funções técnicas nas forças armadas. Depois "engenheiros civis", encarregados de pontes, estradas, construções e máquinas para os diferentes ministérios "civis". Os dois grupos eram destinados a ascender rapidamente a cargos de gerência em órgãos governamentais.

No início eram "engenheiros politécnicos", generalistas sem grande base científica, dominando o conjunto de técnicas da época (ainda em pequeno número), embora a escola escolhida imprimisse certa especialização (*École de Ponts et Chaussées*, *École de Mines*, etc.).

Passado um século, a formação havia ganho bases científicas, com o sistema 2+3: depois da obtenção de uma boa menção no *Baccalauréat* (exame de final de curso secundário) e de dois anos de estudo nas *Classes Préparatoires* (essencialmente matemática, física, química, filosofia e formação cultural, hoje acrescidas de informática e "princípios" de engenharia), realiza-se o exame de entrada em uma das *Écoles de Génie*, ao que se seguem 3 anos de estudo, com formação generalista, completada com alguma especialização no terceiro ano e diversos estágios em empresas (como atividade curricular e controlados pelas escolas). Podemos chamar este perfil de formação de "engenheiro generalista de base científica". Os formandos destas escolas ocupam diretamente cargos de direção ou de projeto em empresas privadas ou estatais, o que induziu os cursos a desenvolver a visão gerencial como uma de suas características determinantes. Por isso mesmo, as principais escolas francesas atuais assinalam que a competência essencial destes engenheiros é a de identificar e descrever problemas de forma conveniente para sua solução, e sua principal atitude é a empreendedora, o que inclui descobrir novos nichos de mercado e novos produtos.

Na metade do século XX só havia onze escolas de engenharia na França (as *Grandes Écoles*), titulando *ingénieurs* em número limitado, o que garantia enorme seletividade. Nos dois últimos decênios foram abertas mais de uma centena de *Écoles de Génie*, variando seus perfis de formação em torno do descrito acima, normalmente buscando uma especialização por etapas (Ciclo Básico + estudos comuns a um grupo de áreas + especialização). A seletividade e o prestígio são sempre menores que os das escolas mais antigas.

Porém, a quantidade de *ingénieurs* formados sempre foi e tem sido insuficiente para preencher os cargos técnicos no parque industrial francês, principalmente nas funções mais ligadas à operação fabril. Aqui aparece a face escondida do sistema francês: há mais oito outras maneiras de se chegar à função de engenheiro sem passar por uma *École de Génie*, nem todas concedendo um diploma de *ingénieur* reconhecido pela *Commission des Titres* francesa (Lange, 1993). Para ilustrar estas possibilidades será descrita uma formação mais técnica: depois do *Baccalauréat*, o aluno cursa dois anos em uma escola técnica de nível superior (*Institut Universitaire Technologique* - I.U.T.), obtendo um *Diplôme Universitaire Technologique* (DUT) e, depois de cinco anos de experiência na indústria, pode realizar mais um ano de estudos universitários complementares, obtendo assim o diploma de engenharia. Este perfil de formação pode ser denominado o de um "engenheiro tecnicista de formação longa". Cabe informar que esta formação tem um caráter essencialmente especializado, e forma o "mestre de obra" ou o "gerente operacional".

O custo por aluno (para o estado, que o financia integralmente) é muito alto, especialmente no primeiro caso. Quase todos os outros caminhos passam pelas *Facultés de*

Philosophie, Sciences et Lettres (Fac), originalmente destinadas a formar professores e "homens de cultura", e correspondem a um investimento muito menor por parte do estado - o custo por aluno nas "Fac" é muito menor que nos institutos e escolas especializados. Desta forma, apesar de uma contínua reclamação sobre o "baixo" nível das "Fac", e sem assumí-lo explicitamente, o governo francês equaciona o problema de financiamento do ensino superior, e promove uma forte seleção para o acesso às principais escolas de formação de engenheiros.

Os papéis sociais (representados inclusive na literatura e no cinema) foram apresentados: o "engenheiro gerencial" das *Grandes Écoles*, dominando um discurso e uma forma de apresentação "ministerial", destinado aos grandes jogos de poder e extraído de uma reduzida camada social (Bourdieu, 2001); o "engenheiro de projeto" ou "assessor técnico", detentor de um discurso técnico-científico e cada vez mais orientado para desenvolver sua própria empresa (a França é o país das "*petites boites*"), formado pelas demais *Écoles de Génie*; e o "engenheiro operacional", que não porta o título de *ingénieur*, oriundo de outro extrato social.

A reforma da educação européia a partir da Declaração de Bologna deixou o ensino de engenharia intacto. O diploma (depois de, ao menos, 5 anos de estudo) é equivalente ao *Master* europeu e foi considerado equivalente ao *Master* norte-americano.

1.2 O modelo alemão

No final do século XIX, contrapondo-se ao sistema francês, a Alemanha organizou um sistema de formação de engenheiros integrado com a indústria, de enorme sucesso. O sistema encontra-se repetido na Suíça, no Japão, na Rússia e em muitos outros países desenvolvidos. Prevê duas formações radicalmente diferentes. Em ambas os alemães orgulham-se do sistema de estágios e da participação das indústrias junto às escolas e aos cursos.

Nas *Fachhochschulen* o engenheiro recebe uma formação essencialmente técnica, entremeada de estágios na indústria, ao longo de três anos, sem maiores preocupações com embasamento científico. Podemos denominar este perfil de formação de "engenheiro tecnicista de formação curta", naturalmente muito especializado. A sociedade alemã vê este caminho como o mais curto acesso a um emprego industrial, sem despender esforços excessivos na obtenção de uma cultura que não vê diretamente relacionada a seus objetivos.

O outro diploma é obtido em uma *Technische Universität* (TU), anteriormente denominadas *Technische Hochschulen*, ao longo de cinco anos, seguindo o esquema 2+3: dois anos de estudos científicos básicos e três anos em estudos muito especializados, culminando com o projeto de fim de curso e a tese de diploma. Não há formação gerencial ou humanística. Usualmente, o aluno dispense seis anos para obter o grau de *ingenieur*, por atrasos na entrega da tese de diploma, uma conseqüência dos estágios na indústria. Podemos denominar este perfil de formação de "engenheiro especializado de base científica".

O diploma das *Fachhochschulen*, até 2002, não dava acesso legal a uma complementação acadêmica, a formação associada sendo vista como terminal. O diploma de uma TU confere maior prestígio social e permite a passagem ao *Doktorat* – por este caminho se formam os grandes especialistas, pesquisadores, projetistas, consultores e professores alemães, exigindo grande investimento intelectual e financeiro por parte dos alunos, sem um retorno suficientemente garantido (para o gosto alemão).

Os papéis sociais relacionados aos dois diplomas são diferentes, porém a sociedade alemã não parece discriminar o engenheiro de formação curta. Respeita o grande especialista, com formação em uma TU – e parece esperar que seu número seja menor que o dos formados nas *Fachhochschulen*. Diplomas e papéis sociais pareciam se integrar perfeitamente às funções do mercado de trabalho até há pouco tempo, e assim ainda aparecem no discurso oficial.

Devemos observar que o engenheiro das *Universitäten* é voltado para a inovação tecnológica, mas restrito à sua extrema especialização e à visão técnica.

A reforma européia levou à “quebra” do curso nas TU em duas etapas: 3 anos, fornecendo o título de Bacharel em Engenharia, e mais dois anos, fornecendo os títulos de *Ingenieur* ou de *Master* em Engenharia. Há uma grande resistência a tratar o título obtido em uma *Fachhochschule* como um Bacharelado em Engenharia, não apenas porque as ciências básicas são aí tratadas rapidamente (ao contrário do que ocorre nos três primeiros anos dos cursos em um TU), mas porque a separação entre as duas formações é determinada, de forma quase obrigatória para o aluno, na passagem do ensino fundamental para o ensino médio. Realizado o exame de final de ensino fundamental (*Abitur*), o aluno concorre para o *Gymnasium*, único acesso possível para as TU. A nota do *Abitur* é um dos principais elementos para a decisão sobre a aceitação do aluno no *Gymnasium*, e não pode ser trocada, “caracterizando” o aluno daí para a frente. Isto é, uma má nota no *Abitur* o impede inapelavelmente, na prática, a entrar em uma TU. A última chance é tentar uma *Fachhochschule*. Note-se que a sociedade alemã respeita profundamente este profissional mais técnico, embora haja uma nítida hierarquia.

1.3 O modelo anglo-saxão

A formação de engenheiros nos países anglo-saxões é aparentemente mais simples, mas esconde sua realidade por trás da liberdade curricular das diferentes escolas e universidades. Historicamente, como observa Alastair Paterson: “Os engenheiros franceses saem de uma certa aristocracia, as grandes escolas. São *gentlemen*. Na Inglaterra, os engenheiros vêm de uma tradição manual e de manutenção de máquinas. No meio do século XIX eles evoluíram para estudos universitários. Isto deixa traços vivos, que diferenciam os engenheiros dos médicos e dos juristas” (Lange, 1993), p. 155. Apesar deste comentário, expressando uma visão social comum aos países anglo-saxônicos, sempre houve uma sutil separação em ao menos dois perfis diferentes, só recentemente formalizada ou estendida em quadros nacionais cheios de nuances.

Olhando o currículo das escolas classificadas como “universidades de pesquisa” pela *Carnegie Foundation*, EEUU (escolas organizadas segundo o conceito Humboldtiano de universidade de pesquisa), encontramos a exigência de uma boa formação científica, de uma razoável formação humanística, de alguma formação técnica especializada (organizada em dois temas, o *major* e o *minor*), e uma grande liberdade de escolha de disciplinas eletivas. Situações semelhantes ocorrem em Oxford e Cambridge (RU), que formaram os administradores do Império Britânico (inclusive em engenharia) a partir das letras clássicas. Poderíamos citar este perfil como o de “engenheiro de formação humanística e base científica”.

Os egressos destas escolas atingem cargos de prestígio (basta consultar suas bem organizadas listas de ex-alunos), mas são orientados para, após os 4 anos dispendidos na obtenção de seu grau, preparar um PhD. Isto indica que os cursos não são pensados como terminais, mas como etapas em uma formação mais profunda, levando à gerência ou à pesquisa científica ou tecnológica. Ao contrário da formação oferecida pelas demais escolas de engenharia, são orientados para preparar uma classe dirigente, embora com embasamento técnico. A formação técnica profunda poderá vir na pós-graduação, se este for o interesse do aluno.

Olhando o currículo das escolas de engenharia (não universitárias) britânicas e de boa parte das escolas norte-americanas não classificadas como universidades de pesquisa, vemos uma orientação muito técnica, sem formação científica: o “engenheiro tecnólogo de formação curta” já citado. Este é o engenheiro que passa diretamente a um emprego na indústria. Mais

tarde, por questões de prestígio, poderá buscar complementar sua formação com um MSc ou um MBA, onde estudará ciências básicas ou ganhará uma formação gerencial, embora o número total dos que sigam este caminho seja bem menor que os estudantes de pós-graduação formados nas universidades de pesquisa. A definição desta formação é dada por: "Foco na prática de engenharia; projeto de acordo com padrões e procedimentos bem definidos, uso limitado da matemática; muitos professores com experiência industrial e/ou fortes laços com a indústria" (Johnson, 2003). Nos EEUU, há cursos de 2 ou 3 anos, nos *College*, e cursos de 4 anos já orientados no sentido das reformas propostas pela *National Science Foundation* (NSF) e pela *National Academy of Engineering* (NAE)– ver (NAE,2005) e, em especial, (Froyd, 2005).

No relatório (NAE, 2005) propõe-se que o grau de *Master* passe a ser considerado o grau profissional, e não mais o *Bachelor*. Isto para preparar os novos engenheiros para os desafios hodiernos: “precisamos preparar engenheiros para resolver problemas ainda desconhecidos, e não para enfrentar cenários dados com técnicas conhecidas” (NAE, 2005). A consequência imediata, caso esta recomendação venha a ser adotada, será o aumento do tempo de formação (para 5 ou 6 anos), uma mudança direta

Na Grã-Bretanha, o *Engineering Council* britânico passou a designar, a partir de 2000, a formação (degree) em três tipos (Dodridge, 2003):

- *Technician engineer* (TEng), um técnico especializado, não sendo considerado um "*higher education degree*".
- *incorporated engineer* (IEng), um engenheiro com formação de 3 anos orientada para a indústria, sem embasamento científico ("*mathematical modelling – understanding of theory and IT*");
- *chartered engineer* (CEng), um engenheiro com formação de 4 anos e boa base científica ("*application of appropriate maths, science & IT*").

Incorporated engineer e *chartered engineer* são graus credenciados (*accredited degrees*), o primeiro obtido após 3 anos de estudo e o segundo após 4 anos de estudo. Depois desta base acadêmica espera-se que o profissional adquira ao menos 4 anos de experiência profissional (inicial), para então ser entrevistado e ter seu currículo analisado (*Final Test of Competence & Commitment*), e então passar ao estágio final de seu "registro" (*Registration*).

Porém, tanto para os engenheiros saídos de uma universidade de pesquisa quanto para os de formação mais técnica, resta uma diferença em relação à pretensão francesa: “engenheiro” nos EEUU e no Reino Unido resolve problemas dados, como é assinalado em (Downey e Lucena, 2006). Estes autores apresentam diversos casos históricos de desentendimento entre equipes de engenheiros de países diferentes devido a diferentes concepções de projeto e de planta. Chegam a sugerir que o *Accreditation Board of Engineering and Technology* (ABET) introduza um novo critério no seu programa EC2000, que levaria os estudantes a “atingir a habilidade de identificar, formular, e resolver problemas de engenharia”. Sempre citando os mesmos autores, para criar “predisposição para trabalhar eficazmente com gente que define problemas de forma diferente da deles”. Isto é, no momento atual, os engenheiros franceses identificam problemas, enquanto os engenheiros norte-americanos são formados para resolver problemas dados; embora (Downey e Lucena, 2006) estejam propondo modificar esta situação.

Os dados de Dodridge (2003) mostram o prestígio diferente dos papéis sociais associados aos dois tipos de engenheiro, e o fato de que os que optam pelo caminho que leva ao *chartered engineer* têm acesso facilitado a um mercado de trabalho estendido e em contínua mutação, assim como o *ingénieur* francês.

1.4 A situação brasileira

Na América Latina, os papéis do engenheiro resumiam-se, na sua maioria e há até 30 anos, ao de gerente de compras de equipamentos ou de execução de projetos adquiridos no exterior. As competências reais exigidas passavam mais pelo domínio de uma determinada linguagem técnica (mas não de sua aplicação) e pela capacidade de adaptação à empresa, do que pelo domínio técnico-instrumental da área de formação. Isso fazia com que o setor industrial não distinguisse uma formação técnica especializada de uma formação livresca e superficial, sendo mais sensível à origem social dos candidatos a emprego (em geral refletida na escola de origem, é preciso dizer) (Coelho, 1999). A situação começou a mudar, no Brasil, com os grandes projetos realizados pelas companhias estatais (barragens, usinas hidroelétricas e o sistema de despacho elétrico nacional a partir da década de 60, o projeto do avião Bandeirante, a partir de 1975, o sistema de telecomunicações por microondas, a partir da década de 70).

Outro papel social anômalo, próprio a sociedades onde as profissões são concedidas pelo estado a partir de definições legais, é o de responsável legal por projetos ou operações. Para este papel a capacitação técnica pode tornar-se irrelevante, sendo focal o diploma obtido em um curso credenciado conforme a lei e o registro do diploma na corporação legalmente compulsória (no Brasil, o sistema CONFEA/CREAs).

Somadas à freqüente utilização de livros texto centrados na "instrução programada" ou na verificação de resultados, estas características indicavam a formação, de fato, de um "engenheiro bacharel", termo muito usado em críticas à formação clássica dos engenheiros brasileiros. Do que foi observado acima, o ambiente industrial brasileiro não diferenciava o "engenheiro bacharel", apenas preparado para declinar um discurso técnico, do "engenheiro politécnico" ou do "engenheiro especialista" definidos nos textos legais vigentes (por listas de habilitações legais e/ou currículos mínimos).

Em 1966 houve uma breve tentativa de formar "engenheiros operacionais", em cursos com 3 anos de duração, havendo a possibilidade de completar a formação longa cursando mais 2 anos complementares. Não vale a pena discutir o perfil de formação, pretendido ou real, pois a iniciativa foi rapidamente abortada. O sistema CONFEA/CREAs recusou-se a registrar este profissional, sendo a categoria extinta na década de 70. De fato, os cursos de engenharia de produção foram criados para fornecer os dois anos complementares (ver <http://www.fei.edu.br/producao/oquee.htm>).

No entanto, há no país uma longa tradição de formação de técnicos especializados, centrada nos sistemas SENAI e CEFET. O técnico do CEFET apresenta uma crise de identidade: ao ocupar o posto de trabalho técnico, sente-se frustrado e questiona a formação recebida. Nem é um engenheiro – donde não ocupa "chefias" – nem admite as repetições que caracterizam a atividade técnica habitual (Pinto, 2002). A noção do "técnico de nível superior" não era reconhecida na cultura (e na realidade industrial) brasileira. Mas agora, com o sucesso dos cursos técnicos de nível superior, a situação parece estar mudando. Apenas, estes cursos correspondem a carreiras bem definidas (produtores de som, etc.), não mais a engenheiros incompletos.

2. UMA MUDANÇA ESTRATÉGICA NAS AMÉRICAS

Um exemplo espetacular de mudança estratégica de perfis de formação ocorreu a partir de meados da década de 50 do último século, nas Américas: a criação do conceito de "engenharia científica". Embora houvesse um certo empuxo do mercado de trabalho, ao menos na América do Norte, as tecnologias de base científica desenvolvidas na segunda metade do último século e o significado político-social atrelado à corrida espacial e à guerra

fria (a era Kennedy) levaram à introdução de um renovado conteúdo científico nos currículos de engenharia, fortemente apoiado pelos governos norte-americano e brasileiro (separadamente em cada país, com níveis de recursos bem diferentes, o Brasil agindo com grande inércia em relação aos EEUU). Para isto o sistema acadêmico próprio às ciências básicas foi introduzido nas escolas de engenharia, gerando professores orientados para a pesquisa e, esperava-se, para o desenvolvimento de novas tecnologias. O empuxo foi dado por um aumento espetacular do número de bolsas de estudo em ciências básicas e do investimento estatal em atividades de pesquisa (no Brasil correspondeu à criação do CNPq e do sistema de pós-graduação).

Concomitantemente, a legislação foi mudada, aparecendo enormes e ultra-especificados "currículos mínimos", definindo, em tese, um "engenheiro especialista de base científica", situado entre o engenheiro de formação longa alemão e o engenheiro generalista de base científica francês. De fato, o debate entre os partidários da formação generalista (pensada como a antiga formação do engenheiro civil) e os de formações especializadas, que se multiplicariam com o avanço da tecnologia, dominou a discussão sobre a formação de engenheiros até recentemente.

As modificações nos perfis de formação ocorrida no final do século XX podem ser imputadas à qualificação das escolas de engenharia geradas a partir das políticas governamentais de desenvolvimento industrial e das novas necessidades das empresas estatais já citadas. Data deste período a criação dos cursos de pós-graduação em engenharia, essencialmente voltados para a qualificação dos professores universitários nas áreas científicas e tecnológicas.

Nos EEUU, o correspondente ao engenheiro especialista de base científica foi definido como: "Foco nas ciências da engenharia; entendimento dos fenômenos fundamentais; análise; maioria dos professores treinados para pesquisa acadêmica" (Johnson, 2003). Este perfil já era existente nas universidades de pesquisa, que apenas tiveram legitimada sua formação. Nas demais escolas de engenharia houve um inegável aumento dos resultados de pesquisa, que nem sempre se traduziu em inovações e produtos industriais. No dizer de John Prados, os currículos de engenharia se encheram de disciplinas de ciências básicas, sem que estas estivessem relacionadas com as técnicas ensinadas nas disciplinas propriamente profissionais (Prados, 1998).

Podemos afirmar o mesmo no caso brasileiro, onde as disciplinas de física e de matemática foram desenvolvidas dentro da lógica destas ciências, sem ter havido uma maior integração com as disciplinas profissionais. Este efeito é um dos exemplos da resistência dos professores e da estrutura acadêmica a alterações curriculares profundas: o novo conteúdo é acrescido sem absorção, via novos professores (físicos e matemáticos, no caso) e novas disciplinas. É preciso dizer que, graças à pós-graduação, a qualificação cada vez maior dos professores dos cursos de graduação (no caso brasileiro obtida no estrangeiro), fruto da política governamental de qualificação do corpo docente, aumentou o nível de exigência e a sofisticação do que é ensinado.

Uma reação começou a ocorrer nos EEUU em meados dos anos 80 (leis permitindo a exploração de patentes obtidas com financiamento estatal), refletindo-se no Brasil 15 anos depois. Falamos aqui das iniciativas da NSF, nos EEUU, financiando coalizões de escolas em torno de novos currículos (no plural) ou de novas metodologias didáticas, e do PRODENGE, programa brasileiro (inicialmente capitaneado pela agência estatal FINEP) buscando a criação de redes temáticas de pesquisa em engenharia (subprograma RECOPE) e a reforma do ensino de engenharia (subprograma REENGE). Uma análise do caso norte-americano aparece em (Etzkowitz and Guldbransen, 1999) e (NAE, 2005). Os resultados do PRODENGE foram sumarizados em (Longo et al., 2000).

Uma das motivações destes programas foi buscar a conexão entre pesquisa básica e desenvolvimento, isto é, entre invenção e inovação. O conceito de aglomerados (*clusters*) de escolas e indústrias apareceu neste contexto, buscando uma integração mais profunda e crítica. No Brasil, o aspecto mais característico foi o tentar desenvolver o "engenheirar" produtos no país, tentando quebrar uma dependência histórica dos países desenvolvidos. A notar que o bem estar social continua sendo o valor principal (agora associado a produtos novos, não mais à ciência básica em si), mas a motivação é geopolítica: aumento da produtividade nacional e integração com êxito no mercado internacional, e, no caso do PRODENGE (em contradição com as políticas do governo de então), diminuição da dependência tecnológica brasileira.

Outra motivação foi a hegemonia da visão de mercado, onde a "empregabilidade" do engenheiro passa a depender mais de suas competências gerenciais e da sua capacidade de resolução de problemas que de seu conhecimento técnico especializado. Só que agora, em um mercado globalizado, a formação multinacional (duplos diplomas e intercâmbios) e uma visão ética mais extensa passaram a ser citadas e procuradas. Muda o papel do engenheiro: de um técnico especializado, com ou sem formação científica suplementar, passa ao de um gerente com visão tecnológica, podendo atuar no mercado ou no desenvolvimento de inovações e produtos.

Esta orientação geral foi oficializada, no caso brasileiro, pelas Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Engenharia, homologadas em 2002 pelo Ministério da Educação do Brasil (MEC, 2002). Os cursos de engenharia ainda estão tentando entender o seu alcance e criar uma tecnologia educacional correspondente, escolhendo novos perfis de formação e currículos correspondentes.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Percebemos uma grande diferença no sentido do título de engenheiro e no papel social esperado pelas sociedades de diferentes países, cada um dependendo de sua história e tradições. No entanto, nota-se uma convergência atual na definição de novos perfis de formação, ao menos no caso do perfil de um engenheiro de alto nível, com visão gerencial, destinado a postos de gerência ou direção com base técnica. Sente-se a necessidade de preenchimento de um novo papel social, tornado comum pela sociedade pós-industrial, para o qual a formação metodológica e científica dos engenheiros é crucial.

Os papéis sociais anteriores não desaparecem, apenas perdem sua predominância cultural. O novo engenheiro apresentado para o novo século deve ser empreendedor, possuir base científica suficiente para acompanhar rapidamente as mudanças tecnológicas e antever sua função econômica. Deverá assumir novas atitudes, exigindo um novo tipo de formação, pois atuará em um novo modelo social. Todas as caracterizações apresentadas na virada de século e discutidas acima parecem convergir. As características deste novo engenheiro exigem uma formação longa, embora perfis muito diferentes caibam neste esquema global, como os fornecidos pelas *Écoles Centrales* francesas, pela PUC-Rio, ou o Poli2015 proposto pela Escola Politécnica da USP (embora os dois últimos ainda não utilizem ainda todas as possibilidades abertas pela recente legislação brasileira). A partir daí começa a aparecer a definição de um engenheiro internacional, agregando ao perfil científico e gerencial uma formação multi-cultural, como a possibilitada pelos programas de dupla diplomação (da Silveira, 2005a) (Palmeira *et al.*, 2006).

A insistência em programas de dupla diplomação para além da simples mobilidade de estudantes universitários apareceu na Europa, devido à necessidade de criar uma identidade comum européia, o que implica em aumentar o conhecimento e o reconhecimento mútuos, em gerar laços entre estudantes e profissionais dos diferentes países que a compõem, e em

uniformizar de alguma maneira a profissão e as competências associadas dentro do espaço europeu. Em particular, tornando possível uma maior mobilidade profissional. Acordos políticos têm tentado criar uma titulação homogênea, sem destruir a diversidade cultural e a diversidade dos perfis de formação. A dupla diplomação conduz a um perfil estendido, envolvendo os perfis de formação das duas instituições implicadas. E uma formação multicultural, onde os engenheiros passam a conhecer “por dentro” as duas culturas.

De acordos intra-europeus passou-se a acordos com outros países sob interesse comercial (China e Brasil, por exemplo) ou histórico-cultural (antigas colônias, por exemplo). Da parte dos países europeus, há o interesse em criar interlocutores privilegiados para o intercâmbio econômico, e, especialmente no caso francês, a divulgação de sua cultura e de seus ideais humanísticos. De parte dos países em desenvolvimento há o interesse na integração em alto nível a uma mundialização¹ considerada inevitável (senão desejada), com a formação de uma elite habilitada a discutir com os países desenvolvidos, bem formada e informada. Finalmente, o acordo entre os povos – com um manifesto desejo de paz fundada em uma real fraternidade – leva a procurar formações multiculturais, porém respeitando e aproveitando a diversidade cultural.

Evidentemente, uma diferença muito grande entre perfis e sistemas de formação entre países impede tanto a dupla diplomação quanto a definição de um “engenheiro das Américas”, ou, mais ambiciosamente, um “engenheiro internacional”. Porém, da análise acima, podemos perceber a tendência à aproximação de um perfil geral, tanto em sua duração, quanto nas competências esperadas, ao menos se as recomendações da *National Academy of Engineering* (NAE, 2005) e de Downey e Lucena (2006) forem implementadas e se soubermos, no Brasil, aproveitar as possibilidades abertas pela LDB e pelas Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Engenharia (MEC, 2002). No entanto, sempre será necessária uma certa flexibilidade na interpretação de objetivos e competências, para poder sobreviver à diversidade cultural e, melhor ainda, aproveitá-la.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BORDIEU, B. **A economia das trocas simbólicas**, São Paulo, SP: Editora Perspectiva, 2001
- COELHO, E. C. **As Profissões Imperiais: Medicina, Engenharia e Advocacia no Rio de Janeiro, 1822-1930**, Rio de Janeiro, RJ: Editora Record, 1999.
- DA SILVEIRA, M. A. A experiência do duplo diploma de engenharia na PUC-Rio. **França Flash**, n. 44, p. 9. Edição eletrônica: www.cendotec.org.br, 2005
- DA SILVEIRA M. A. **A Formação do Engenheiro Inovador**. Rio de Janeiro, Brasil: Maxwell/PUC-Rio. Edição eletrônica em www.lambda.ele.puc-rio.br, "publicações online", 2005b.
- DODRIDGE, M. Convergence on engineering higher education – Bologna and beyond, **Proceedings of the Ibero-American Summit on Engineering Education**; São José dos Campos, SP: UNIVAP, 2003.
- DOWNEY, G. L e LUCENA, J. The globally competent engineer: working effectively with people who define problems differently. **Journal of Engineering Education**. Em publicação. 2006.

¹ Por “mundialização” nos referimos à crescente interligação dos processos produtivos (fato que remonta, ao menos às grandes navegações), embora esteja se acelerando graças às novas tecnologias, e não apenas à interligação das decisões econômicas via telecomunicações, sempre em proveito dos que dispõem atualmente do controle da situação. Este último fato é usualmente chamado de “globalização”. O uso destes termos não é padronizado na literatura atual.

- ETZKOWITZ, H. e GULBRANDSEN, M. Public entrepreneur: the trajectory of United States science, technology and industrial policy, **Science and Public Policy**, Vol 26, n. 1, pp. 53-62, 1999.
- FROYD, J. The engineers education coalition program, in **Educating the Engineer of 2020: Adapting Engineering Education to the New Century**, Appendix A. National Academy of Engineering (USA) Report, www.nap.edu/catalog/11338.html, 2005.
- JOHNSON, W. Diretor Executivo da University Relations Worldwide, da HP, em palestra no IASEE 2003, em são José dos Campos, março de 2003.
- LANGE, C **Etre Ingenieur Aujourd'hui**, Paris: Editions du Rocher, 1993.
- LONGO, W. P., ROCHA, I. e TELLES, M. C. H. "Reengineering" engineering research and education in Brazil: cooperative networks and coalitions; **Science and Public Policy**, Vol. 27, n. 1, pp. 37-44, 2000.
- MEC **Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Engenharia** (Parecer CNE/CNS 1362/2001 e Resolução CNE/CNS 11/2002), em <http://www.mec.gov.br/Sesu/diretriz.htm>.
- NAE **Educating the Engineer of 2020: Adapting Engineering Education to the New Century**. National Academy of Engineering (USA) Report, www.nap.edu/catalog/11338.html, 2005.
- PALMEIRA, C. F. B., DA SILVEIRA, M. A., SCAVARDA DO CARMO, L. C., PARISE. J. A. R. **International Conference on Engineering Education**, Puerto Rico, julho de 2006, a ser publicado.
- PINTO, S. R. R. A educação profissional de nível técnico à luz do modelo de competências: uma análise comparativa da implantação de três propostas institucionais. **Tese de Doutorado**, Departamento de Educação, PUC-Rio, 2002.
- PRADOS, J. Engineering education in the United States: past, present and future, ICEE-98 Keynote Address, **Proceedings of the ICEE98**, CDROM, Rio de Janeiro, RJ: PUC-Rio, 1998.

TOWARDS AN INTERNATIONAL ENGINEER

Abstract: *In this paper, from the description of the engineer profile and engineer social role in different countries, the difficulties to form an “international engineer” is discussed. It is shown that, in spite of those differences, there has been a convergence of national formations in this direction.*

Key-words: *Formation profile, Engineering degree, Engineer social role, International formation.*