



Confederação Nacional da Indústria

CNI. A FORÇA DO BRASIL INDÚSTRIA



Diálogos
da **mei**

FORTALECIMENTO
DAS ENGENHARIAS

Este documento serve como subsídio ao debate sobre Fortalecimento das Engenharias, a ser realizado no dia 17 de novembro de 2014, na sede do ITA em São José dos Campos – São Paulo.



Diálogos
da **mei**

FORTALECIMENTO
DAS ENGENHARIAS



Confederação Nacional da Indústria

CNI. A FORÇA DO BRASIL INDÚSTRIA



SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	4
2	CONTEXTO NACIONAL E INTERNACIONAL	6
3	LIMITAÇÕES DO ENSINO DAS ENGENHARIAS NO BRASIL	14
3.1	Evasão dos estudantes de Engenharia.....	15
3.2	Evasão nos Cursos Superiores Tecnológicos (CST)	16
3.3	Currículos dos cursos de Engenharia	17
3.4	Especialização prematura.....	18
4	ESTRATÉGIAS PARA APERFEIÇOAR O ENSINO DE ENGENHARIA NO BRASIL	19
4.1	Internacionalização das escolas de Engenharia.....	19
4.2	Ampliação da quantidade de estudantes em programas de pós-graduação e doutorado em STEM.....	20
4.3	Necessidade de professores com sólida experiência acadêmica e profissional.....	21
4.4	Sistematização dos incentivos para atualização dos cursos de engenharia.....	22
4.5	Estímulo à cooperação entre universidade e mercado industrial	22
5	SUSTENTABILIDADE DAS MUDANÇAS	23
6	PROPOSTAS PRELIMINARES AO APERFEIÇOAMENTO DAS ENGENHARIAS – RESUMO	25
6.1	Aprimorar a qualidade de ensino da Engenharia.....	25
6.2	Alcançar Competitividade Internacional	26
6.3	Catalisar a Inovação	27
6.4	Desenvolver Mão de Obra e Treinamento Técnico	27



1 INTRODUÇÃO

O incremento em competitividade da indústria nacional está diretamente relacionado com a qualidade de engenheiros e tecnólogos à disposição no mercado de trabalho e com a capacidade de inovação das empresas brasileiras. Nesse contexto, uma revisão profunda nos parâmetros de ensino das faculdades de Engenharia no Brasil é fundamental para que o país aumente sua produtividade e torne-se mais inovador.

As faculdades de Engenharia devem formar profissionais com capacidade de inovação e empreendedorismo, liderança e trabalho em equipe, habilidades que transcendem a formação dos cursos brasileiros tradicionais. De acordo com a Pesquisa de Inovação 2011 (PINTEC), realizada pelo IBGE, a falta de pessoal qualificado foi enfatizada por 72,5% das empresas entrevistadas como um dos principais obstáculos para a inovação no setor industrial. Em outra medida, a maioria dos engenheiros brasileiros (58%) não exerce função nas áreas em que se formam.

Além disso, do total de ocupados na área da engenharia, pouco mais da metade está no setor industrial, que atrai cerca de 54% dos profissionais formados. Por fim, mais da metade dos estudantes de engenharia (60%) abandonam o curso antes da formatura. Os dados são preocupantes para setor produtivo, tendo em conta que os engenheiros, por sua formação técnica, estão entre os profissionais que tendem a fomentar a inovação e a competitividade nas empresas.



Nesse contexto, pode-se afirmar que os cursos de Engenharia não atendem às atuais necessidades do mercado de trabalho no Brasil, tanto em termos de qualificação quanto de disponibilidade de mão de obra. Além do ensino técnico inerente à área, a formação dos engenheiros no Brasil exigiria, também, fortalecimento na educação básica, bem como em habilidade, como comunicação, expressão oral e conhecimentos em línguas estrangeiras, exigências do novo paradigma de desenvolvimento do mundo contemporâneo. É necessário, portanto, investir na readequação do profissional de engenharia no Brasil.

Desde 2008, a **Mobilização Empresarial pela Inovação (MEI)**, coordenada pela CNI, busca fortalecer a inovação industrial no Brasil e contribuir para o aprimoramento das políticas públicas relacionadas ao tema. A MEI é hoje o principal espaço de diálogo entre as lideranças empresariais e autoridades do Governo, para o enfrentamento dos desafios da geração de inovação tecnológica e do aumento da competitividade da indústria brasileira.

Ao partir de uma estratégia mais ampla de reestruturação dos cursos de Engenharia no Brasil, a MEI está organizando os **Diálogos da MEI sobre Fortalecimento das Engenharias**. O evento tem por objetivo discutir o papel dos profissionais de engenharia, ao considerar as necessidades de desenvolvimento de tecnologias para o aumento da produtividade, da inovação e da competitividade na indústria nacional. Busca, também, identificar as mudanças em curso no perfil profissional do engenheiro para a melhoria do processo formativo de profissionais de engenharia que atuarão no mercado brasileiro.



2 CONTEXTO NACIONAL E INTERNACIONAL

Embora o Brasil tenha apresentado crescimento econômico considerável durante as últimas décadas, o país encontra-se muito próximo da recessão, ao passar, recentemente, por dois trimestres consecutivos de declínio na atividade econômica. A situação descrita requer estratégias capazes de alavancar a produtividade da econômica brasileira. Os engenheiros, nesse sentido, figuram como atores estratégicos, decisivos ao crescimento econômico do país, por meio do desenvolvimento de novas tecnologias e bens de alto valor agregado.

No Brasil, é recorrente a percepção entre os empresários de que (i) há escassez de engenheiros nos mais variados setores da economia e (ii) de que os engenheiros que atuam no mercado de trabalho frequentemente carecem de habilidades necessárias à aplicação de estratégias de inovação, o que dificulta o crescimento e a sustentabilidade da economia a longo prazo. A qualidade e a quantidade apropriada de capital humano no âmbito da Engenharia são componentes essenciais, a fim de promover a inovação e a maior competitividade das empresas brasileiras.

Na área das Engenharias, o Brasil não se encontra em posição confortável, tanto em comparação aos demais países emergentes membros do BRICS (Rússia, Índia, China e África do Sul) como aos países desenvolvidos. O Brasil vem reduzindo a fabricação de novas tecnologias, o registro de patentes e a produção de artigos e trabalhos científicos. Além disso, a área conta com número pouco expressivo de Doutores (PhDs) quando comparados, por exemplo, com profissionais do curso de Medicina, embora o número de



engenheiros (630 mil) seja significativamente maior do que o dos médicos (346 mil)¹. Existem, ademais, poucos engenheiros-doutores empregados em empresas brasileiras em relação aos percentuais da maioria dos países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE)². Isso ocorre porque a grande maioria desses engenheiros-doutores tendem a permanecer nas universidades e centros de pesquisa, ao passo que muito poucos ingressam no setor industrial.

Tabela 1. A posição do Brasil em comparação a outros países

	Produção Científica	Citações	Índice H (impacto)	Global Innovation Index 2014	OECD Patent Database 2012
Brasil	13	17	22	61	25
China	2	2	16	29	3
Rússia	15	22	21	49	21
Índia	7	13	23	76	14
África do Sul	34	33	34	53	28
Coréia do Sul	12	14	19	16	2
Japão	7	8	6	21	32
Estados Unidos	1	1	1	6	1

*Scopus 2013

As empresas brasileiras que inovam e diferenciam seus produtos representavam em 2010 somente 1,7% da indústria brasileira, mas eram responsáveis por 25,9% do faturamento industrial e por 13,2% da geração de emprego. Além disso, a pouca interação entre universidades e empresas minimiza a probabilidade de geração de patentes. Essa situação decorre, também, da pouca penetração da indústria nacional no competitivo mercado tecnológico internacional. Em estudo conduzido pelo Banco Mundial, o Brasil

¹ Censo de 2010, IBGE.

² OCDE, Science, Technology and Industry Scoreboard, 2013.



ocupa a 26ª posição entre exportadores de produtos de alto valor agregado³.

Em 2010, as empresas brasileiras que inovaram e procuraram diferenciar seus produtos representaram somente 1,7% da indústria brasileira; foram, porém, responsáveis por 25,9% do faturamento industrial e 13,2% da geração de empregos. No mesmo período, commodities representaram 40% do total das exportações brasileiras⁴. Produtos de média e alta intensidade tecnológica representaram pouco mais de 30%, em razão de seu baixo nível de inovação. No mundo, 60% dos produtos exportados são de média e alta intensidade tecnológica, sendo que a participação de commodities nas exportações totalizam aproximadamente 13%.

De acordo com o *Índice de Competitividade Global do Fórum Econômico Mundial*, publicado anualmente, a posição do Brasil tem-se alternado nos últimos anos entre as posições 55ª e 72ª (em um total de 140 países). O sistema de educação brasileiro vem contribuindo de forma significativa para o baixo desempenho do país. Há anos, as avaliações do PISA⁵ vêm chamando a atenção para a baixa qualidade do ensino brasileiro nos seguintes temas: leitura e interpretação de texto, matemática, ciências e habilidade de resolução de problemas (matéria que não foi avaliada no ano de 2012). Um resumo desses resultados encontra-se na **TABELA 2**.

³ Banco Mundial, High Technology Exports, 2012.

⁴ Inovações, Padrões Tecnológicos e Desempenho das Firms Industriais Brasileiras", J. A. De Negri e M. S. Salerno, organizadores, Brasília, IPEA, 2005 e "Qualidade da Inovação na Indústria: Explorando o PINTEC", Luis Fernando Tironi, Radar, IPEA, número 16, 2011.

⁵ O Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA - *Programme for International Student Assessment*) é uma iniciativa internacional de avaliação comparada, aplicada a estudantes na faixa dos 15 anos, idade em que se pressupõe o término da escolaridade básica obrigatória na maioria dos países. O PISA, desenvolvido e coordenado pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), conta com uma coordenação nacional em cada país participante. No Brasil, é coordenado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep).



Tabela 2. Colocação do Brasil no Exame PISA da OCDE 2012

Comparação	Leitura	Matemática	Ciências
Com os 61 países	51°	54°	55°
Com 8 países latino-americanos	5°	5°	6°

Em relação à quantidade de formandos, até 2009, o Brasil graduou número reduzido de engenheiros (30.000 por ano)⁶ em comparação com países da OCDE com PIB semelhantes ao brasileiro. Nesse contexto, a Engenharia no Brasil tem sido tema de debates na imprensa, entre setores empresariais, em instituições de ensino e em órgãos de representação governamental. Afinal, o número atual de engenheiros brasileiros seria suficiente para manter o crescimento econômico do país? A escassez de engenheiros seria mais um entrave ao progresso brasileiro? Essa escassez foi anunciada no momento em que o país crescia 7% ao ano, e o número de graduandos em Engenharia no Brasil estavam em números quase estacionários.

O Sindicato dos Engenheiros do Paraná (SENGE) produziu um dos estudos mais abrangentes sobre as atividades ligadas ao exercício profissional de engenharia no Brasil, que explora as percepções dos funcionários, gerentes e donos de empresas de engenharia. De acordo com o referido estudo, em 2009, 244 mil engenheiros tinham emprego formal, 82 mil trabalhavam como engenheiros autônomos e 96 mil desempenhavam outras atividades ligadas diretamente à profissão, totalizando um universo de 422 mil.

A comparação com médias internacionais pode ajudar a fornecer uma estimativa da situação do Brasil em relação a outras nações, bem como verificar se os indicadores brasileiros estão dentro das expectativas. Nos países da OCDE há uma média de 26 engenheiros

⁶ Dados dos Censos da Educação Superior publicados anualmente pelo INEP/MEC.



diplomados para cada mil habitantes, enquanto que, no Brasil, existem pouco mais de 3 engenheiros diplomados por cada 1.000 habitantes (*deslocado de outra parte do texto*). Na OCDE, dados do *Relatório Europeu de Engenharia (2009-2012)* indicam uma média de 11 engenheiros atuantes no mercado de trabalho a cada mil habitantes. Nos Estados Unidos, este número chega a 9, enquanto no Brasil há menos de 2,3.

A Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) em relatório sobre a Engenharia Europeia publicado em 2010 conclui que o número de engenheiros graduados na Europa é naturalmente maior do que o número de engenheiros que estão efetivamente exercendo a profissão no mercado de trabalho, o que acontece também no Brasil. Nesse contexto, faz-se necessário distinguir claramente (i) os engenheiros formados e (ii) os que efetivamente vêm exercendo a profissão.

A **Tabela 3** compara o recente fluxo de graduandos em Engenharia na Europa, nos EUA e no Brasil nos últimos dez anos. Comparando os EUA com a Europa, há compatibilidade entre a média de engenheiros por habitante, de engenheiros recém-formados nos últimos 10 anos e de engenheiros atuantes no mercado de trabalho, com pequena desvantagem para os Estados Unidos. A Europa (i) tem mais engenheiros no mercado de trabalho por mil habitantes, e (ii) conta com mais engenheiros formados por mil habitantes do que os EUA.

Em contrapartida, há mais engenheiros recém-formados nos EUA do que no Brasil, que ocupa posição inferior em relação a outros países, tanto em números de engenheiros por mil habitantes quanto em graduação de engenheiros nos últimos anos. A diferença entre esses dois países segue acentuando-se e perpetuando-se.



Tabela 3. Engenheiros formados em 10 anos na OCDE e no Brasil por mil habitantes.

Média dos países europeus	7,55
EUA	4,42
Brasil (Engenharia)	1,49
Brasil (Engenharia, Construção e Produção)	2,10

Observa-se na Tabela 3 que embora o salário médio do Engenheiro brasileiro seja inferior (quando convertido em dólares, tomado a R\$ 2,3 por dólar) ao da média dos países analisados, principalmente os da Europa e EUA, ele é o que apresenta a maior relação com a renda per capita nacional dentre todos os países analisados e pode ser considerado bom para as condições do Brasil.

A **Tabela 4**, por sua vez, demonstra que, embora a média salarial de um engenheiro brasileiro seja inferior (quando convertida a uma taxa de R\$2,30 por dólar) à média salarial de outros países, especialmente dos europeus e dos EUA, se for calculada a relação entre o salário médio dos engenheiros e a renda per capita nacional, essa relação no Brasil é a maior entre todos os países analisados, podendo ser considerada, desse modo, relativamente competitiva. A questão salarial não parece justificar, portanto, a carência desses profissionais no Brasil.



Tabela 4. Salários dos engenheiros nos países selecionados

PAÍS	SALÁRIO MENSAL NA MOEDA DO PAÍS	CÂMBIO EM \$	SALÁRIO MENSAL EM \$	SALÁRIO ANUAL EM \$	SALÁRIO MENSAL EM PPP	SALÁRIO ANUAL EM PPP	PPP PER CAPITA EM \$	PER CAPITA INCOME IN \$	SALÁRIO / RENDA PER CAPITA
EUA	7.383	1.000	7,383	88,596	7,383	88,596	46,548	46,548	1.90
Reino Unido	3.605	1.680	6,056	72,677	5,381	64,567	35,299	39,572	1.83
França	4.029	1.365	5,500	65,995	4,631	55,572	34,395	40,792	1.62
Alemanha	3.882	1.365	5,299	63,587	4,793	57,511	37,661	41,676	1.53
Coreia	5576700	0.001	5,471	65,649	6,770	81,244	28,829	23,294	2.82
Japão	347778	0.010	3,392	40,703	3,256	39,076	35,237	36,625	1.11
China	28037	0.160	4,486	53,831	7,080	84,961	7,554	4,791	11.25
Chile	2090000	0.002	3,762	45,144	5,196	62,357	17,312	12,532	3.60
México	31010	0.077	2,388	28,653	3,910	46,926	15,195	9,274	3.09
Austrália	8023	0.933	7,485	89,826	5,244	62,925	40,801	58,241	1.54
Brasil	8999	0.445	4,005	48,055	5,732	68,782	12,537	8,794	5.49

PPP = Purchase Power Parity (Paridade do poder de compra);

Fonte: Dados de salários retirados do site Salary Explorer - são salários médios aproximados

Cabe recordar, nesse contexto, a importância dos Cursos Superiores de Tecnologia (CST) são modalidades acadêmicas no âmbito do ensino superior no Brasil. Seu advento data da década de 1970, mas apenas recentemente tornou-se parte relevante do cenário da educação superior no país. O lento desenvolvimento do modelo pode ser atribuído ao modo de se pensar a Educação no Brasil, em que o ensino profissionalizante é, por vezes, menos valorizado do que o ensino teórico tradicional. Esse entendimento é diverso em países com graus elevados de inovação tecnológica. A respeito, entende-se que os CST são capazes de formar melhores profissionais em termos de inserção no mercado de trabalho, uma vez que oferecem ensino de ordem prática em modernos equipamentos. Além disso, os estudantes são capazes de participar – com vantagens funcionais e financeiras – de equipes técnicas que complementam o processo de aprendizagem teórica.



Na Europa, um terço dos estudantes universitários estão matriculados em cursos na área de tecnologia (os chamados 5B). Desse montante, aproximadamente um terço graduam-se em engenharia e em áreas correlatas. Os países europeus e norte-americanos com maior desenvolvimento tecnológico estão profundamente comprometidos com a expansão e a melhoria dos cursos do tipo 5B, o aumento do número de matrículas e a participação das empresas no treinamento dos alunos. Parcerias público-privadas também são parte importante da estratégia de treinamento desses países.



3 LIMITAÇÕES DO ENSINO DAS ENGENHARIAS NO BRASIL

A percepção de escassez de engenheiros qualificados no Brasil ocorre porque o setor industrial brasileiro espera que esses profissionais apresentem competências pessoais que transcendam o raciocínio objetivo e quantitativo tradicional dos cursos de Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM).

Espera-se, além disso, que os estudantes desenvolvam características de liderança e trabalho em equipe, empreendedorismo e conhecimentos gerais em áreas consideradas não-científicas, cujo domínio vem se mostrando cada vez mais importante para a formação do engenheiro empreendedor e inovador.

Recentemente, a Unidade de Estudos e Prospectiva (UNIEPRO) da CNI promoveu um importante encontro com gerentes de empresas brasileiras, em que foram listadas as principais atividades dos engenheiros no Brasil e incluídas competências, habilidades técnicas e aptidões atual e futuramente necessárias. Essas atividades foram classificadas em três grupos, em ordem decrescente de menções: gerenciamento, atividades técnicas tradicionais e inovação.

Este novo estudo confirma as conclusões apontadas em estudo anterior, também elaborado pela CNI, que evidencia a necessidade de melhoria no desenvolvimento de competências interpessoais, de educação básica e de formação técnica e científica, além de indicar a demanda por competências cognitivas, comportamentais, funcionais e técnicas necessárias à inovação, como, por exemplo, raciocínio criativo, crítico e indutivo,



empreendedorismo, riscos de gestão e capacidade de resolução de problemas. O propósito primordial do ensino superior de hoje deveria ser, portanto, o de deslocar seu foco do pensamento lógico (cartesiano) para o pensamento criativo, com ênfase no fortalecimento das habilidades e das competências dos estudantes.

3.1 EVASÃO DOS ESTUDANTES DE ENGENHARIA

Apesar do aumento significativo do número de matrículas na última década (66% de 2009 a 2012), ainda é preciso reduzir a evasão e aumentar a quantidade e a qualidade dos graduandos do curso de Engenharia no país. No Brasil apenas 5% dos estudantes anualmente formados no ensino superior são da área da engenharia, muito menos que os países da OCDE, com aproximadamente 12%, e na Coreia do Sul, com 23%.

A taxa anual de evasão em Engenharia é maior do que nos cursos de Direito e, por vezes, maior do que em Medicina. Deficiências na educação básica dos alunos, bem como falta de motivação, provocada por um currículo extremamente teórico, figuram como alguns dos fatores responsáveis pela alta taxa de evasão.

As taxas anuais de evasão encontram-se descritas na **Tabela 5**. É importante enfatizar a considerável diferença entre as taxas de evasão nas instituições acadêmicas públicas e privadas.

Tabela 5. Evasão anual nos cursos de Engenharia no Brasil (de 2010 a 2011)*

Evasão nas instituições públicas de ensino	Evasão nas instituições privadas	Evasão total nas instituições de ensino
--	----------------------------------	---



superior	de ensino superior	superior
7.29%	20.96%	16.02%

* Censo 2011 CENSUS – cursos tradicionais

Cabe destacar que a taxa de graduação nas instituições públicas é de 56% (para cada 100 estudantes matriculados no primeiro ano, somente 56 se formam), e nas instituições privadas, essa taxa é de apenas 37%.

Com relação ao corpo docente, o ensino em tempo integral é considerado um fator importante na redução da evasão quando há dedicação quanto ao aprimoramento das habilidades de ensino, à orientação de alunos e ao aperfeiçoamento e atualização dos cursos.

3.2 EVASÃO NOS CURSOS SUPERIORES TECNOLÓGICOS (CST)

Em 2012, os Cursos Superiores Tecnológicos contavam com um milhão de alunos, 14% das matrículas no Brasil. Apesar da baixa taxa comparativa de matrículas, as matrículas nos CST progredem mais rapidamente do que o crescimento médio do ensino superior como um todo. A área de Engenharia, Manufatura e Construção corresponde a 9% das matrículas totais nos CST, sendo 90% desses cursos presenciais.

Apesar das taxas anuais de evasão nos cursos de Engenharia, Manufatura e Construção serem mais altas (cerca de 25%) do que no curso de Engenharia, os índices de graduação dos CST são similares, porque nessa área os cursos superiores de tecnologia duram cerca de três anos.



As razões para o alto índice de evasão dos CST são as mesmas que ocorrem no Bacharelado em Engenharia: dificuldades provenientes da falta de domínio dos conteúdos do ensino médio, questões financeiras e inexistência de programas institucionais para enfrentar a evasão.

De modo geral, tanto no Brasil quanto no exterior, um estudante de curso tecnológico custa, por ano, aproximadamente 60%, em comparação com os estudantes do curso de Engenharia. Uma vez que os cursos têm menor duração (três anos) em comparação com os cinco anos do bacharelado, o custo para formar um tecnólogo corresponde a 45% do custo de um bacharel.

3.3 CURRÍCULOS DOS CURSOS DE ENGENHARIA

De acordo com estudo conduzido pela UNESCO⁷ em 1998, um profissional apto a enfrentar os desafios do século XXI deveria possuir as seguintes habilidades e características: flexibilidade, capacidade para contribuir para a inovação, criatividade, capacidade de lidar com incertezas, senso de aprendizagem continuada, sensibilidade social e cultural, capacidade de comunicar-se de forma eficaz, de trabalhar em equipe e de assumir novas responsabilidades e empreendedorismo.

Além disso, o profissional do século XXI deveria dominar outros idiomas e conhecer diferentes culturas. A maioria dessas competências, entretanto, não está incluída nos atuais currículos dos cursos de Engenharia no Brasil. Há uma forte reação, tanto de professores quanto de alunos, contra a incorporação de novas atividades fora do conjunto das chamadas competências técnicas.

⁷ Declaração Mundial sobre Educação Superior no Século XXI: Visão e Ação – 1998, produzida pela Conferência Mundial sobre Educação Superior – UNESCO, Paris.



A preparação acadêmica de um engenheiro para o século XXI tem sido temática recorrente de vários estudos, encontros e seminários, onde são discutidas suas novas responsabilidades - incluindo seu compromisso com a sociedade - e a necessidade de adaptação às mudanças tecnológicas e à globalização.

Além disso, vale ressaltar que as empresas que despontaram como as mais bem sucedidas no mercado de ações nos últimos dez anos não o fizeram em função da sua transferência científica ou tecnológica; mas sim, em virtude de sua forma de pensar e de se comunicar, o que deve ser refletido nos currículos de engenharia brasileiros.

3.4 ESPECIALIZAÇÃO PREMATURA

A tecnologia avança a passos largos. Por conseguinte, especializações prematuras correm o risco de tornar o conhecimento profissional restrito e até efêmero. Especialmente quando este transita em áreas cujas atividades são altamente específicas, e onde o uso de uma tecnologia pode vir a se tornar obsoleta em curto espaço de tempo.



4 ESTRATÉGIAS PARA APERFEIÇOAR O ENSINO DE ENGENHARIA NO BRASIL

4.1 INTERNACIONALIZAÇÃO DAS ESCOLAS DE ENGENHARIA

A internacionalização das escolas de Engenharia brasileiras é importante para a expansão da sua rede de conhecimentos. Tornar as universidades mais “internacionais” implica em intensificar a cooperação com projetos globais de pesquisa, além de ampliar sua eficácia. Cria-se, simultaneamente, uma referência para avaliar a qualidade das escolas e, conseqüentemente, a necessidade de constante evolução.

Faz-se, assim, necessário atrair talentos internacionais; incluir estudos de idiomas (especialmente a língua inglesa); criar incentivos; aproximar o ensino acadêmico do mercado de trabalho; e oferecer aos professores salários mais competitivos. O envio de estudantes ao exterior traz importantes contribuições ao país, quando o aluno tem a oportunidade de conhecer novas culturas e estabelecer relações profissionais em outros países.

Especialistas sugerem que enviar professores brasileiros ao exterior seria mais eficiente do que trazer pessoas do exterior para lecionar no Brasil. Essa estratégia é mais apropriada, se o visitante brasileiro estiver perfeitamente integrado à rotina docente do exterior, e não somente participando de um grupo de pesquisa, onde não estaria exposto a novas tendências de ensino, gerenciamento de atividades docentes, processos de tomada de decisão institucional e prioridades.



O mesmo vale para os professores visitantes de outros países. Sua experiência educacional seria muito melhor absorvida se pudessem permanecer por períodos prolongados e participar das decisões relacionadas ao curso. No tema "internacionalização", vale destacar o programa de intercâmbio do governo brasileiro "Ciência Sem Fronteiras", com número significativo de bolsas oferecidas (mais de 70 mil), sendo que 55% delas destinam-se aos programas de Engenharia.

4.2 AMPLIAÇÃO DA QUANTIDADE DE ESTUDANTES EM PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO E DOUTORADO EM STEM

Há também a necessidade de expandir os cursos de pós-graduação em na área da Engenharia. Nos EUA, doutores em Engenharia e em Ciências representam 14% em cada uma dessas áreas em relação ao total de doutores no país; na Coreia do Sul, eles representam 26% e 12%, respectivamente. No Brasil, do total de doutores, 11% deles são da área de Engenharia e 10%, de Ciências. Além disso, temos menos doutorandos em Ciências, Computação e Engenharia do que a maioria dos países da OCDE.

O Brasil também apresenta número reduzido de doutores com atuação na indústria, uma vez que nossos cursos de pós-graduação estão primordialmente voltados para a carreira acadêmica. Análises demonstram que 95% dos doutores no Brasil trabalham em universidades e somente 1,7% trabalham em empresas (ao passo que a média percentual nos países da OCDE é de 18%). Nos EUA, 34% dos doutores atuam no mundo dos negócios e mais de 60% dos doutores em Engenharia trabalham em companhias.

Os cursos de graduação *stricto sensu* no Brasil têm caráter acentuadamente acadêmico e carecem de atividades



profissionalizantes. A sequência Bacharelado-Mestrado-Doutorado, sem que aos engenheiros seja exigido o desempenho de uma atividade profissionalizante, estimula a tendência a privilegiar o conhecimento científico em detrimento do tecnológico, dificultando, assim, a adaptação dos engenheiros-doutores aos processos produtivos.

Considerando que os doutores seriam mais devotados ao trabalho acadêmico (teoria e pesquisa), os mestrados em Engenharia deveriam, em contrapartida, proporcionar experiências mais práticas do que o fazem hoje, incorporando problemas reais para além do ambiente acadêmico. A ampliação das matrículas no Mestrado Profissional seria um primeiro e importante passo para a ampliação de engenheiros pós-graduados mais próximos ao mercado.

4.3 NECESSIDADE DE PROFESSORES COM SÓLIDA EXPERIÊNCIA ACADÊMICA E PROFISSIONAL

Qualificação e experiência profissionais devem ser priorizadas quando da contratação de professores nas instituições acadêmicas de Engenharia, visando ao fortalecimento da experiência prática fora dos muros das universidades.

A maioria desses profissionais apresentam variadas qualificações, porém quase nenhuma experiência profissional no mercado de trabalho. Esse fator pode comprometer o ensino da Engenharia, uma vez que impossibilita a conexão necessária entre teoria e prática.

Nesse contexto, doutores e mestres brasileiros em Engenharia não vêm aplicando adequadamente conhecimentos no setor produtivo. Uma solução para reduzir esse problema seria contratar uma



porcentagem mínima de docentes com, pelo menos, alguns anos de experiência de trabalho no mercado industrial (cinco anos, por exemplo).

4.4 SISTEMATIZAÇÃO DOS INCENTIVOS PARA ATUALIZAÇÃO DOS CURSOS DE ENGENHARIA

Somente um sólido programa de incentivos visando à atualização dos cursos de Engenharia no Brasil (contando com estímulos concretos a projetos que promovam as mudanças necessárias, com base em avaliações e propostas de especialistas nacionais e internacionais) seria capaz de modificar o panorama atual no médio prazo.

O desempenho dos alunos, a adequação dos conteúdos programáticos e a qualidade dos professores devem ser constantemente monitorados e avaliados. Instituições de ensino, empresas, indústrias e a sociedade civil devem conduzir esse processo de aprimoramento, a fim de assegurar um contínuo desenvolvimento do sistema de engenharia brasileiro.

4.5 ESTÍMULO À COOPERAÇÃO ENTRE UNIVERSIDADE E MERCADO INDUSTRIAL

A eficácia da interação entre universidades e companhias industriais é insuficiente, o que pode conduzir à inovações limitadas, baixo número de patentes e competitividade internacional inexpressiva nos setores de maior valor agregado uma vez que o conhecimento científico e tecnológico mais atualizado se encontra no interior das universidades.

Deve-se, portanto, estimular o estreito contato entre as universidades e o mercado industrial.



5 SUSTENTABILIDADE DAS MUDANÇAS

No âmbito do ensino da Engenharia, as discussões em nível global realizadas nas duas últimas décadas indicam a necessidade de se promoverem profundas mudanças, a fim de efetivamente atender às demandas da sociedade. Essas mudanças, devem, ainda, ser sustentadas no longo prazo e atualizadas, de acordo com novas tendências na área.

As últimas três décadas do século XX testemunharam mudanças na gestão e na inserção social em universidades americanas e europeias. O planejamento, a ampliação da interação com a sociedade, a valorização da gestão e a diversificação de fundos foram alguns dos elementos que se sobressaíram nessa fase de mudanças. Isso ocorreu, em parte, devido ao crescente custo dessas instituições e à redução dos financiamentos estatais às universidades. A Engenharia, por sua natural ligação com o desenvolvimento tecnológico, foi um dos setores mais afetados por essa nova postura.

De acordo com J. Fauvet e N. Buhler em "*La Socio-Dynamique du Changement*", existem quatro tipos básicos de mudanças, de acordo com sua profundidade:

- a) Regulação: trata-se de pequena mudança, com correções pontuais, capazes de fazer com que a instituição prossiga com seus objetivos e processos estabelecidos.
- b) Reforma: mudanças em procedimentos e sistemas.
- c) Reestruturação: mudança profunda que modifica as estruturas organizacionais.



- d) Refundação – mudança radical que normalmente troca a equipe de gestão e funcionários, altera objetivos, estruturas e sistemas.
- e) Reconstrução: mudança radical que normalmente substitui a equipe de gestão e os funcionários, além de modificar objetivos, estruturas e sistemas.

Entretanto, não há um único caminho que conduza diretamente a uma mudança cultural, visto que esta é o resultado da implementação de modernizações capazes de modificar os hábitos da comunidade.

A conclusão do estudo citado é que não adianta somente motivar para alterar comportamentos. Os comportamentos mudarão na medida em que as práticas são postas em ação. A motivação deve ser seguida imediatamente de ações práticas. Essa recomendação vale para todo o tipo de instituição.



6 PROPOSTAS PRELIMINARES AO APERFEIÇOAMENTO DAS ENGENHARIAS – RESUMO

6.1 APRIMORAR A QUALIDADE DE ENSINO DA ENGENHARIA

- a) **Implementação de uma área de conhecimento de Educação em Engenharia no Brasil** vista como prioridade pelos profissionais da área de Engenharia, visando a criação, a implementação, a avaliação de medidas que impulsionem a educação de Engenheiros no Brasil com qualidade, desde a formação de um banco de dados confiável, análise de boas práticas de ensino tanto termos nacionais quanto internacionais e acompanhamento de projetos que visam mudanças nas faculdades de Engenharia no Brasil e no exterior.
- b) **Criação de programa vigoroso de incentivo à modernização dos cursos de Engenharia no Brasil** que conte com estímulos concretos a projetos que poderiam introduzir as mudanças necessárias de forma sustentável, com base em avaliações e propostas de especialistas nacionais e internacionais. Os resultados dos cursos de Engenharia e a qualidade dos profissionais devem ser monitorados e avaliados. Esse acompanhamento deve ser feito pelas instituições de ensino, seus financiadores, indústrias e por toda a sociedade, de forma a aprimorar continuamente o sistema de Engenharias no Brasil.
- c) **Aumento da integração entre os cursos de Engenharia e o setor de produção** incluindo, necessariamente, a equipe de empresas na formulação de currículos, interação de alunos com empresas por meio de estágios, treinamento de empresas para receber alunos, avaliação de ex-alunos e sua capacitação em relação ao mercado de trabalho, bem como incentivar a criação de centros de pesquisa tecnológica associados a faculdades de Engenharia.
- d) **Criação de um programa de retenção nacional (redução da evasão) de estudantes para programas e cursos de Engenharia:** utilizar e atualizar o Projeto Pró-Engenharia, por meio da criação de um grupo de trabalho permanente para estudar as razões da evasão nas Engenharias, unificar a metodologia para seu cálculo e criar um programa de financiamento a medidas de combate à evasão de forma competitiva para instituições públicas e privadas, incluindo estudos da evasão, propostas de medidas para seu combate e metas a serem atingidas em 3 e 5 anos.



- e) **Integração entre graduação e pós-graduação:** estimular a formação continuada de estudantes de graduação com a pós-graduação, em especial com o mestrado profissionalizante, por meio da introdução de disciplinas e atividades pertencentes aos currículos de pós-graduação como atividades opcionais ou complementares nos cursos de graduação.
- f) **Criação de um programa para apoiar escolas de Engenharia em ações realizadas conjuntamente com escolas de ensino médio e fundamental:** públicas e privadas, para incentivar o espírito lógico e a capacidade de inovação do estudante desses níveis de ensino.
- g) **Reavaliação das Diretrizes Curriculares da Engenharia:** devido à pulverização atualmente existente nas áreas de especialização de Engenharia, ao Ensino de Engenharia nos Estados Unidos e na Europa em razão do Processo de Bologna e à crescente internacionalização do ensino superior, é necessário revisar a legislação do Ensino de Engenharia de modo a considerar a compatibilidade do nosso ensino com os oferecidos internacionalmente.
- h) **Priorização dos cursos de mestrado profissionalizante em Engenharia:** com a exigência de participação em projetos conjuntos com empresas, valorização e apoio ao mestrado profissional no ensino de Engenharia e concessões de bolsas aos estudantes; os mestrados acadêmicos deveriam ser direcionados aos Engenheiros que pretendessem seguir carreira acadêmica.

6.2 ALCANÇAR COMPETITIVIDADE INTERNACIONAL

- i) **Avaliação e classificação:** criar um programa de avaliação internacional dos principais cursos de Engenharia e preparar o processo que seria precedido por uma visita de especialistas internacionais, que conduziriam uma avaliação global da Engenharia no Brasil e fariam propostas de avanços na formação de Engenheiros. Nesse caso, seria interessante e até necessário criar um grupo para uma missão de estudos que compare a experiência brasileira com as melhores práticas internacionais no ensino de Engenharia.
- j) **Implementação de programa de internacionalização da equipe acadêmica das escolas de Engenharia e estímulo à meritocracia:** por meio da criação um projeto de apoio financeiro e facilidade para a fixação de professores estrangeiros no Brasil; reavaliação da carreira acadêmica para agilizar e atender às peculiaridades do professor/pesquisador/innovador que não sejam contempladas adequadamente na legislação brasileira. As metas criariam



incentivos aos melhores professores, a facilidade de cooperação com órgãos externos para incentivos das IES à inovação e a participação das IES nos resultados de desenvolvimento de Pesquisa e Desenvolvimento (buscando apoio do Congresso, Ordem dos Advogados do Brasil (OAB) com o objetivo de obter apoio na busca de soluções de natureza trabalhista e referentes a Ministérios: do Trabalho, Educação e Ciências, Tecnologia e Inovação).

- k) **Aumento da integração entre cursos de engenharia e o setor produtivo:** incluindo, necessariamente, a equipe de empresas na formulação de currículos, interação de alunos com empresas por meio de estágios, treinamento de empresas para receber alunos, avaliação de ex-alunos e sua capacitação em relação ao mercado de trabalho, bem como incentivar a criação de centros de pesquisa tecnológica associados a faculdades de Engenharia.
- l) **Posicionar cinco faculdades de Engenharia entre as 100 melhores faculdades do mundo em 15 anos:** para capacitação do pessoal acadêmico, publicação de trabalhos científicos e técnicos e produção de licenças e patentes.

6.3 CATALISAR A INOVAÇÃO

- m) **Estímulo à pesquisa associada governos e empresas:** estimular e apoiar a criação desses centros para permitir que a equipe acadêmica trabalhe com problemas reais baseados em demandas do governo e de empresas, fazendo uso de competências acadêmicas para resolver problemas e treinar alunos de graduação e pós-graduação na prática de Engenharia dentro da estrutura do campus.
- n) **Incentivo a projetos de inovação:** desenvolvidos por equipes de estudantes com orientação de professores e Engenheiros que trabalhem para empresas.
- o) **Criação e financiamento de rede de suporte nacional para pequenos e médios empreendedores:** por meio de um programa semelhante ao “disque-tecnologia” para projetos com conteúdo inovador, desenvolvido pelas IES, utilizando a competência instalada nas diferentes instituições e contando com a participação de empresas juniores ou equipes de estudantes orientadas por professores e técnicos.

6.4 DESENVOLVER MÃO DE OBRA E TREINAMENTO TÉCNICO



- p) **Encontrar mecanismos para a criação de um programa de trâmite rápido** entre técnicos, cursos superiores de tecnologia e bacharelados em áreas de tecnologia, por meio do reconhecimento de habilidades adquiridas em cada nível de treinamento, não limitadas burocraticamente à identificação de temas oferecidos em diferentes níveis de educação;
- q) **Aumentar a opção de cursos CST** por meio de incentivos e avaliação profissional, sobretudo em áreas relacionadas à Engenharia, com o apoio do ensino online em determinadas regiões, a fim de alcançar 30% do total de matrículas no ensino superior em cinco anos;
- r) **Envolver empresas de diferentes áreas** na formação do projeto pedagógico de carreiras profissionais, envolver empresas na avaliação e discussão de currículos.



7 REFERÊNCIAS

Banco Mundial, High Technology Exports, 2012

Burton R. Clark, "Sustained Change in Universities", Open University Press, 2004

CAPES, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, MEC, GEOCAPES, dados sobre pós-graduação e "Projeto pró-Engenharia";

Clark Kerr, "Os Usos da universidade", Editora da Universidade de Brasília, 2004

Committee on the Engineer of 2020, National Academies Press, "Educating the Engineer of 2020: Adapting Engineering Education to the New Century", 2005

Dados dos Censos da Educação Superior publicados anualmente pelo INEP/MEC, até 2012 (último publicado);

Declaração Mundial sobre Educação Superior no Século XXI: Visão e Ação – 1998, produzida pela Conferência Mundial sobre Educação Superior - UNESCO, Paris.

Engenharia e Engenheiros na Vida Socioeconômica Brasileira: Um Estudo Antropológico" – Roberto da Mata – Senai DN –PUC Rio.

Ernest A. Lynton e Sandra E. Elman, "New Priorities for the University" Jossey-Bass Publ, 1988

"Inova engenharia propostas para a modernização da educação em engenharia no Brasil " IEL.NC, SENAI.DN.I, 2006

"Inovações, Padrões Tecnológicos e Desempenho das Firms Industriais Brasileiras", J. A De Negri e M. S. Salerno, organizadores, Brasília, IPEA, 2005 e "Qualidade da Inovação na Indústria: Explorando o PINTEC", Luis Fernando Tironi, Radar, IPEA, número 16, 2011

IBGE Censo Demográfico de 2010,

J. Bordogna, "Próxima Geração de Engenheiros: Inovação pela Integração, NSF", na Engineering Innovators Conference, 1997

J.C Fauvet e N. Buhler, "La Sociodynamique du Changement", Les Editions D'Organization, 1992

Jamil Salmi, "The Challenge of Establishing World-Class Universities", do Banco Mundial, 2009

John P. Kotter, "Liderando a Mudança", Editora Campus, 1997

MCTI, Indicadores de Ciência e Tecnologia;

Ministério da Educação, documentos regulatórios e estatísticas na Engenharia;

National Center for National Center for Science e Engineering Statistics Education Statistics (NCES), Estatísticas sobre Educação nos EUA;

National Science Foundation, EUA, "Science and Engineering Overview, 2012", "Science and Technology Indicators, 2014",

OCDE – "Education at a Glance", publicações anuais até 2013 SOBRE Educação nos países da OCDE;

OECD, Patent Database, 2013.

OCDE, "Skills for innovation and Research", 2011

Programme for International Student Assessment, PISA/ OECD;

QS, World University Ranking, 2013

Richard Miller, "From the Ground Up: Rethinking Engineering Education for the 21st Century", Symposium of Engineering and Liberal Education, 2010;

Ruth Graham, "Achieving Excellency in Engineering", The Royal Academy of Engineering, 2012

Salary Explorer, www.salaryexplorer.com

SCImago, International Science Ranking, Country Rank 2014

The Global Innovation Index / WIPO, 2014

The Patent Board™, U.S. Patent and Trademark Office (USPTO), Patent Grant Bibliographic Data. Science and Engineering Indicators 2012

The World Economic Forum, "Global Competitiveness Report, 2012-2013"

UNESCO "Issues, Challenges and Opportunities for Development", 2010

VDI, European Engineering Report – 2009

WIPO, World International Patent Organization, PCT 2011