

A ENGENHARIA E A INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

José Marques Póvoa - povoa@df.ufscar.br
Departamento de Física – Universidade Federal de São Carlos
Via Washington Luiz, km 235
13 565-905 - São Carlos – SP

Resumo: *Somente com um desenvolvimento científico e tecnológico o crescimento do país acontecerá, e os engenheiros com uma formação que os capacite a aprender com, e para, a demanda que o futuro vai lhes impor, serão fundamentais para implementar esse desenvolvimento. Uma boa formação acadêmica deve ser pré-requisito para a construção da qualificação profissional, pois esse engenheiro deverá se tornar um eterno aprendiz. Esse engenheiro deverá ser capacitado a criar e aplicar conhecimento, promover a pesquisa cooperativa com empresas através do apoio em pesquisa e desenvolvimento (P&D), e ainda se converter nas sementes de empresas nas áreas de Física, Engenharias, Biologia, etc. Estaremos discutindo nesse trabalho como a convergência atual entre ciência e tecnologia demanda mudanças radicais na formação do engenheiro, e como esse engenheiro poderá contribuir para a inovação tecnológica nacional.*

Palavras-chave: *Inovação tecnológica, Engenharia Física, UFSCar*

1. INTRODUÇÃO

A sociedade em que hoje vivemos passa por profundas transformações sociais econômicas e culturais... Assiste-se a um grande progresso tecnológico; vive-se a globalização; amplia-se a urbanização; implantam-se novas concepções de limites, aprofundam-se polarizações entre ricos e pobres; muda o papel do Estado... “Maior complexidade, maior diversidade e desigualdade, e ritmo de transformação extremamente rápido” constituem o panorama geral.

É reconhecidamente aceito de que o Brasil necessita equacionar muitos problemas sociais gerados principalmente pelas desigualdades sociais, mas para sanar todos esses problemas não podemos mais ficar dependente única e exclusivamente de nossas riquezas naturais. Com esses recursos somente, estaremos fadados a nos tornarmos eternos dependentes de tecnologias externas que consumirão a totalidade de nossas riquezas.

Hoje já é consenso geral de que um país em desenvolvimento só conseguirá equacionar seus problemas sociais, e ter chances de competir e sobreviver no mundo futuro se investir em educação, ciência e tecnologia, procurando apropriar-se dos resultados da ciência para utilizá-los em benefício da sociedade, promovendo e estabelecendo um processo de inovação tecnológica que possa ser convertido em riqueza e desenvolvimento social. O conhecimento se torna fator fundamental na geração de riquezas e o bem estar social. O conhecimento passa então a ser um dos maiores bens de qualquer nação e até mesmo de muitas organizações atuais.

Até pouco tempo atrás se acreditava, ou tentava-se fazer acreditar, que os países em desenvolvimento que dispunham de recursos naturais, deveriam utilizar desses recursos para resolver seus problemas sociais. Para os países desenvolvidos restava a “*tarefa*” de desenvolver tecnologias que visassem a inovação. Nesse contexto era questionado se o Brasil teria capacidade de desenvolver tecnologias que possibilitassem o crescimento econômico

nacional em bases competitivas; permitindo que o País promovesse um salto qualitativo na economia por meio de tecnologias na fronteira do conhecimento. A resposta a esse questionamento deve (tem que) ser sim, se quisermos que o país passe da condição de subdesenvolvido (ou em desenvolvimento) para desenvolvido. Apesar de ser possível, isso se torna improvável de ser implementado se não existir pessoas capacitadas para participarem do desenvolvimento e implementação das inovações necessárias. Dentre essas pessoas destaca-se o papel do engenheiro do futuro, que com seus conhecimentos poderá, e deverá atuar não só no desenvolvimento das tecnologias, mais também na política de implementação dessas tecnologias.

Foi pensando em contribuir com esses novos desafios que no ano 2000 criamos na UFSCar primeiro curso de Engenharia Física do Brasil que visa basicamente formar engenheiros capacitados a atuarem nesse mundo onde a tecnologia e a inovação serão os insumos básicos para o progresso.

2. INOVAÇÃO TECNOLÓGICA.

A pressão de novas tecnologias sobre a sociedade não é um fato novo. A história mostra que avanços técnicos sempre têm forçado mudanças no funcionamento das organizações e da sociedade em geral, mas desde a Revolução Industrial as organizações constituem o foco dessas mudanças. Com o advento da informática e fim de um período rico em oportunidades de emprego do pós-guerra, a tecnologia passou a ser encarada por alguns como uma ameaça, fato este que tem contribuindo para dificultar a implantação de inovações tecnológicas em muitas organizações.

Estamos vivendo um dilema de difícil solução: *a sobrevivência das organizações versus a sobrevivência dos empregos*. Sem inovações tecnológicas as organizações perdem a competitividade nesse mundo globalizado e conseqüentemente diminui sua demanda pelo trabalho. Com as inovações muitos empregos e, até mesmo, funções são extintas fazendo com que os indivíduos tenham que se adaptar às novas funções e/ou empregos (quando conseguem um).

Apesar de muito difundido, o conceito de inovação tecnológica ainda não está completamente internalizado em nossas instituições. Serão necessários muitos esforços até que se tenha no Brasil um sistema nacional de inovação forte e consolidado que atenda as necessidades nacionais, não inviabilizando a nação e suas organizações na competição global. Novas iniciativas emergem diariamente apesar das vozes do passado que se contrapõem ao entusiasmo crescente dos que vislumbram o futuro (CALDAS, R.A. at all)

A inovação tecnológica se dará muito mais facilmente se houver um esforço das organizações públicas e/ou privadas, visando aperfeiçoar as gestões estratégicas para o desenvolvimento da ciência e tecnologia que propiciem a inovação tecnológica e contribua com o desenvolvimento social. As organizações nacionais não podem se contentar com os desígnios do subdesenvolvimento. Essas organizações deverão se capacitar para ter acesso e domínio dos últimos avanços tecnológicos, se quiserem diminuir a nossa defasagem econômica em relação aos países mais desenvolvidos, conseguindo com isso galgar posições competitivas no mundo globalizado.

As organizações devem se conscientizar de que a tecnologia de hoje não pode ser comparada à tecnologia do passado. No passado a tecnologia estava geralmente ligada a técnicas, a máquinas e/ou à industrialização de uma forma geral. Hoje, a abrangência do termo tecnologia (e conseqüentemente inovação tecnológica), é bem mais ampla. E pode ser pensado de acordo com Salomon (citado em FIGUEIREDO) como sendo o “*uso do conhecimento racional – técnico ou científico – para satisfazer necessidades, desejos ou fantasias, por meio da criação, distribuição e produção de bens e serviços*”

Sabato (1972 citado FIGUEREDO) define tecnologia como sendo “*o conjunto ordenado, organizado e articulado de conhecimentos empregados na produção e comercialização de bens e serviços. Conjunto este que englobam conhecimentos não só científicos, provenientes das diversas ciências, mas também por conhecimentos empíricos resultantes de observações, experiências e atitudes específicas da tradição oral e escrita*”..

Nesse mundo globalizado muitas empresas, e países, preferem comprar tecnologias, ao invés de desenvolvê-las, acarretando o aumento de suas dívidas internacionais. Para o país

isso acarreta mais atraso no desenvolvimento da tecnologia nacional. Se o país realmente pretende desenvolver, devem-se criar políticas que crie bases para a potencialidade nacional, tanto em ciência quanto em tecnologia, e para isso a gestão do governo sobre o investimento é indispensável para que se logre sucesso.

2.1 A Universidade e a inovação tecnológica

No Brasil, equivocadamente se tem desenvolvido uma tendência de atribuir à Universidade a responsabilidade pelo desenvolvimento de tecnologias, visando à inovação tecnológica, que ao ser desenvolvida seria transferida para as empresas para torná-las competitivas internacionalmente. Essa não é a função da Universidade e nem é essa sua competência. A Universidade deve, e tem que contribuir para a inovação tecnológica gerando conhecimentos, preparando e educando os profissionais para implementarem as inovações necessárias e possíveis de serem implementadas nas empresas.

De acordo com Brito-Cruz (maio 2000) *“no Brasil só 0,1% da força de trabalho atua em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) enquanto que por exemplo nos EUA e Japão essa porcentagem é de quase 0,8%, na Coreia do Sul, um de nossos competidores por mercado de produtos de alta tecnologia, essa porcentagem chega a 0,4%. Na média dos países desenvolvidos essa média é de 0,54%”*. A baixa taxa de atuação da população brasileira em trabalhos relacionados a Pesquisa e Desenvolvimento, destaca a importância da continuidade às políticas de formação de engenheiros e cientistas para atuarem em C&T, esse sim papel das Universidades.

Infelizmente a discussão sobre inovações tecnológicas no Brasil tem se dado muito dentro das Universidades e pouco nas empresas. Se quisermos realmente que o país se desenvolva, essa discussão tem que ser intensificada nas empresas, para que a inovação realmente ocorra. Isso com certeza ocorrido uma vez que no Brasil aproximadamente 73% dos Cientistas e Engenheiros que atuam em C&T trabalham nas instituições de ensino superior e somente 11% atuam em empresas. Nos EUA, assim como nos países desenvolvidos, a enorme maioria dos Cientistas e Engenheiros (~70%) trabalham nas empresas. Essa é uma das principais dificuldades que o Brasil terá que enfrentar, se quiser aumentar sua capacidade em transformar ciência em tecnologia e em riqueza.

Muito se tem falado de que as Universidades devem buscar recursos externos para desenvolver suas pesquisas, através da intensificação da interação universidade-empresa, conseguindo com isso recursos para as universidades, e o desenvolvimento tecnológico para as empresas. Outra forma que tem sido difundida para se conseguir recursos para as Universidades tem sido a cobrança de mensalidades dos alunos. Essas alegações sempre vêm seguidas da justificativa do modelo das universidades americanas. É difundido, erroneamente, que elas conseguem seus recursos das empresas e também das mensalidades dos alunos. Menos de 10% dos gastos das universidades americanas provêm de recursos advindo de contratos com empresas (BRITO-CRUZ – maio-2000), e nas universidades que costumam cobrar mensalidades, menos de 20% de seus gastos provem dos recursos obtidos por esse meio (GOIS-2001). Em todo o mundo a maioria do orçamento das Universidades provem dos governos.

2.2 A Engenharia na inovação tecnológica

A ciência, no momento atual, não é só um bem cultural mas é a base do desenvolvimento econômico; uma vez que a moderna tecnologia apóia-se no conhecimento científico. Vale ressaltar que a transformação do conhecimento em tecnologia se dá numa velocidade fantástica. Um percentual aproximado de 80% dos bens de consumo hoje utilizados foi criado e produzido após a Segunda Guerra Mundial. Se a dinâmica atual não for perturbada, estima-se que 50% dos bens e serviços a serem usados daqui a 10 anos estão por ser inventados. O *“engenheirar”*, transformar o conhecimento em novos processos e produtos, assume um papel importantíssimo nesse contexto. Apesar dessa importância, no Brasil apenas 10% do alunado do nível de graduação está nos cursos de engenharia e 45% deles nos de engenharia civil. Novos cursos se fazem necessários nas modalidades já existentes e certamente em outras.

No que diz respeito à qualidade dos cursos de engenharia do Brasil, um relatório apresentado ao Ministério de Ciência e Tecnologia¹ sobre alguns aspectos da física brasileira, em agosto de 2002 (p. 39), faz a constatação transcrita a seguir:

“A Engenharia no Brasil atingiu alto nível em vários campos, como, por exemplo, as Engenharias Civil, Elétrica, Eletrônica, Materiais, Mecânica e Química. A Engenharia Civil brasileira está entre as mais avançadas”.

Na tecnologia do concreto armado, o Brasil se situa entre os países de vanguarda, o que permite às vezes soluções arrojadas. A Engenharia Mecânica também é das mais adiantadas, com sucessos que chamam a atenção do resto do mundo, por exemplo, nas construções para exploração do petróleo em águas profundas e na indústria aeronáutica.

Em Engenharia Eletrônica há formação de profissionais competentes que operam em diversas áreas, desde controle industrial até telecomunicações.

Além de formar bons profissionais nesses setores, tem-se necessidade de um novo tipo de engenheiro com formação científica sólida, que possa atuar em novas áreas, educado em um ambiente de estimulante pesquisa científica e tecnológica...”

As discussões sobre a formação do engenheiro adequado à sociedade atual multiplicam-se em congressos, seminários e artigos publicados em todo o mundo.

Não só no Brasil, mas em todo o mundo, tem sido consenso de que esse engenheiro que a sociedade almeja, deve ser formado para enfrentar uma sociedade cambiante não só do ponto de vista científico-tecnológico, mas também em outros aspectos. Ele necessariamente terá que ter uma formação mais abrangente em face dos desafios nos campos da tecnologia e do cuidado que deve ter com o meio ambiente. A formação do engenheiro para atuar na construção dessa nova sociedade será um desafio não só para os cursos de formação desse engenheiro, mas também, e principalmente, para o próprio profissional/estudante o com a sua educação continuada.

Em todas as discussões e estudos sobre a formação desse futuro engenheiro tem-se defendido que para atingir esses objetivos ele deve ter uma sólida base em ciências, matemática e informática. O estudante terá que se preparar para aprender de forma autônoma, a partir das mais diferentes fontes de informação, selecionando-as por critério de relevância, rigor e ética. Terá que dominar o processo de produção e divulgação de novos conhecimentos, tecnologias, serviços e produtos; precisará ter visão de realidade, preparo para enfrentar o desconhecido, capacidade de produzir/criar, facilidade para interagir com outras pessoas/áreas, sensibilidade para a questão ambiental e o exercício da cidadania.

O novo engenheiro precisa ser capacitado a criar e aplicar conhecimento, promover a pesquisa cooperativa com empresas através do apoio em pesquisa e desenvolvimento (P&D), e ainda se converter nas sementes de empresas nas áreas de Física, Engenharias, Biologia, etc. Muitos desses engenheiros deverão atuar no desenvolvimento de alta tecnologia em uma relação íntima entre a tecnologia e a ciência (BRITO-CRUZ – 2002). É nesse nicho que atua a grande maioria dos Engenheiros Físicos no mundo.

A Física está profundamente envolvida no progresso tecnológico. Ela teve no Séc XX um extraordinário desenvolvimento, dando origem às diversas disciplinas que constituem a chamada Física Moderna: Relatividade, Mecânica Quântica, Física Atômica e Molecular, Física Nuclear, Física da Matéria Condensada, etc. Contudo, quase só a partir da segunda metade do século é que foram feitas as principais descobertas e invenções que resultaram nas aplicações destas ciências. É de se esperar que, nos anos vindouros, estas aplicações se expandam, e que novas descobertas dêem origem a novas tecnologias. Apesar do extraordinário desenvolvimento já ocorrido e que vem ocorrendo, o que ainda está por vir com certeza será mais importante.

O Engenheiro Físico é um profissional atuante no domínio da Engenharia e da Tecnologia Física, particularmente em áreas de grande impacto tecnológico.

Em particular o engenheiro a ser formado pelo Curso de Engenharia Física da UFSCar está sendo preparado e conscientizado para ser um profissional generalista, com sólida base científica e técnica nas diferentes áreas da ciência (Física, Química, Matemática); apto à pesquisa, ao desenvolvimento e apoio tecnológico; capaz de introduzir/desenvolver, num contexto empresarial, novos processos e produtos, localizando/solucionando problemas das

¹ Relatório apresentado ao Ministério da Ciência e Tecnologia sobre alguns aspectos da Física Brasileira – agosto 2002 – disponível em <<http://www.cbpf.br/pdf/RelatorioMCT.pdf>>

diversas áreas da tecnologia moderna, particularmente daquelas de grande impacto tecnológico em que Física Moderna está envolvida. Ele estará preparado para levar em conta, nas soluções dos problemas, os seus aspectos políticos, econômicos, sociais, culturais e ambientais. Sua atuação exigirá criatividade, flexibilidade, iniciativa, autonomia, rigor científico, espírito crítico, visão ética e humanista, preparo para o trabalho em equipe, habilidade em comunicação oral e escrita.

Em particular no que se refere à formação do engenheiro, tem ocorrido um movimento nacional procurando adequar essa formação para atender as novas demandas do trabalho. As novas diretrizes curriculares aprovadas em 2002 acenam nessa direção, e os cursos de engenharias do Brasil estão adequando seus projetos de curso a fim de permitir que o engenheiros a serem formados tenham competências mais adaptáveis às necessidade que o profissional do futuro terá que enfrentar.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, procurei fazer uma abordagem da formação do engenheiro que a sociedade está almejando. O conhecimento hoje em dia é tratado como o maior patrimônio de uma nação e também já em muitas organizações. Atuar na formação dos futuros cidadãos é um dever da nação, se essa formação não se concretizar no Brasil rapidamente, estaremos fadados a continuar sendo um país subdesenvolvido (ou em desenvolvimento como preferem alguns). É função das Universidades e/ou Escolas formar profissionais, em particular engenheiros para participarem ativamente do desenvolvimento tecnológico visando implementar inovações tecnológicas e sociais que propiciem o país se desenvolver.

Os engenheiros brasileiros, em conjunto com outros profissionais, terão uma responsabilidade muito grande no desenvolvimento de novas tecnologias que visem estabelecer o processo de inovação tecnológica que possa ser convertido em riqueza e desenvolvimento social.

A Universidade Federal de São Carlos-UFSCar, tem participado do desafio de formar profissionais capazes e aptos a aturem nesse mundo globalização, onde os novos desafios tecnológicos e sociais demandam novos profissionais. E ultimamente está com um novo desafio, que é formar os primeiros Engenheiros Físicos do Brasil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRITO-CRUZ, C. H.; **A Universidade, a Empresa e a Pesquisa que o país precisa**, Parcerias Estratégicas n 8 - maio/2000 – Disponível em <[http://www.dinheirovivo.com.br / projetobrasil/tecnologia/matérias/britocruz.pdf](http://www.dinheirovivo.com.br/projetobrasil/tecnologia/matérias/britocruz.pdf)>. – pagina consultada em 01/06/2004

BRITO-CRUZ, C. H. – **palestra proferida no I- Simpósio Brasileiro de Engenharia Física**- 11 a 16 agosto 2002 - UFSCar– São Carlos

CALDAS, R. A at all – **Gestão estratégica em ciência e tecnologia e inovação** - Gestão, Tecnologia e Inovação:visão estratégica – Disponível em <[www.mct.gov.br/cee/revista / parcerias11/04ruicaldas.pdf](http://www.mct.gov.br/cee/revista/parcerias11/04ruicaldas.pdf)>– pagina consultada em 01/06/2004

CGEE - **Centro de Gestão e Estudos Estratégicos do Ministério de Ciência e Tecnologia, - Relatório de 2002** – Disponível em <[www.cgee.org.br/eventos/ relatorio2002.htm](http://www.cgee.org.br/eventos/relatorio2002.htm)> - pagina consultada em 20/05/2004

CYLON G. SILVA – **palestra proferida no I Simpósio Brasileiro de Engenharia Física I-SBEF** – 11 a 16 agosto 2002 – UFSCar – São Carlos – SP

FIGUEREDO,P. N; **Tecnologia e Gestão Empresarial Inovadora**; Disponível em <www.fia.com.br/pgtusp/publicacoes/arquivos_cytec/cad33.pdf> – pagina consultada em 01/06/2004

GOIS, A.; **Contagem regressiva**; Disponível em - <[http://www2.uol.com.br/aprendiz / n_revistas/revista_educacao/janeiro02/destaque.htm](http://www2.uol.com.br/aprendiz/n_revistas/revista_educacao/janeiro02/destaque.htm)> pagina consultada em 01/06/2004

MAÑAS, A. V; **Gestão de Tecnológica e Inovação** – 3ª ed. – São Paulo – Ed. Érika 2001

PIRRO LONGO, W; **A nova Engenharia e o Ensino de Engenharia no Brasil**
-Teleconferência Engenheiro 2001- Fundação Vanzolini

PIRRÓ E LONGO, W. - **"Reengenharia" do ensino de Engenharia : uma necessidade** –
1998 –Disponível em <<http://www.engenheiro2001.org.br /programas/ 971207a.doc>> -
pagina consultada em 20/06/2003

PÓVOA, J. M.; ARAÚJO-MOREIRA, F. M ; **A Engenharia Física na Inovação Tecnológica Regional**, ANAIS DO XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA
– Rio de Janeiro – 2003.

Relatório apresentado ao Ministério da Ciência e Tecnologia sobre alguns aspectos da Física Brasileira – agosto 2002 – disponível em <<http://www.cbpf.br/pdf/RelatorioMCT.pdf>>