

# A engenharia e os engenheiros

JOSÉ ROBERTO CARDOSO

# Avancias



**JOSÉ ROBERTO  
CARDOSO** é professor da  
Escola Politécnica da USP.

O ambiente das escolas de engenharia é o termômetro indicativo do desenvolvimento nacional. Na década de 70, época do milagre econômico, quando no Brasil tínhamos algo em torno de 250 cursos de engenharia, dos quais 150 públicos, a temperatura associada era elevada, tal era o grau de agitação da profissão em face do acelerado desenvolvimento industrial da época. A procura por um curso de engenharia pelos jovens era grande, e a qualidade dos cursos era alta, pois estava parametrizada no nível de qualidade das escolas tradicionais de engenharia, dentre as quais incluo a Escola Politécnica da USP, a Escola de Engenharia da UFRJ, o ITA, fonte de inspiração da Faculdade de Engenharia Elétrica da Unicamp, a FEI e a Mauá, entre outras. Proliferava o emprego estatal sem concurso, e os grandes projetos eram os de infra-estrutura básica, tais como: Ponte Rio-Niterói, Metrô de SP, infra-estrutura básica de telecomunicações, Complexo Urubupungá e Angra dos Reis. Investimentos em tecnologia de ponta também foram observados, todos com apoio total governamental, tais como o Bandeirante da Embraer, o Patinho Feio da Escola Politécnica da USP e o Proálcool.

A maioria de nossos empresários ficou fora desses investimentos e, por essa razão, poucos tiveram continuidade. As grandes cabeças da engenharia se destacavam por suas “sacadas” cons-

trutivas, que levavam a economias sensíveis para a construtora, nem sempre para o Estado, nosso grande investidor daquela época. Apesar de ser o país que teve o primeiro metrô do mundo controlado pela eletrônica de potência e a primeira grande transmissão de energia elétrica em corrente contínua devido a Itaipu, nossa participação nesses empreendimentos era apenas na montagem e na realização de alguns estudos associados. Não participamos – e não tínhamos condições para tal – dos projetos e construção dos principais equipamentos constituintes do sistema. Nossos empresários da indústria de informática, apenas para dar um exemplo, não tinham interesse em investir em tecnologia de ponta, preferindo continuar se refestelando da reserva de mercado da informática, que tornou o nosso país um campo de caça liberado para empresários desse setor e pouco ou talvez nenhum benefício trouxe, pois as promessas e compromissos assumidos com a implementação dessa reserva não foram cumpridos.

Acabava de ser instituída a “lei de Gerson” no mercado. Tivemos também uma grande promessa de desenvolvimento da indústria microeletrônica, o qual não se consolidou, mas que poderia tornar nosso país o “tigre do Cone-Sul” se nossos dirigentes tivessem adotado um viés tecnológico e não apenas econômico à sua gestão.

Tudo virou pó a partir disso. Nosso submarino nuclear, nossas usinas nucleares, nosso metrô foram definhando por duas décadas praticamente. Deixamos de pensar em tecnologia e passamos a valorizar o “pé-de-boi”, “dar um jeitinho” passou a ser ciência (ou ainda é!) e nossos salários foram lá embaixo, e alguns engenheiros viraram suco.

O pior reflexo dessa fase foi a imagem que a engenharia passou para os jovens, sobretudo aqueles do ensino médio. A engenharia deixou de ser uma profissão nobre a que muitos aspiravam ter, para ser uma profissão de desempregados, profissionais mal-remunerados, responsável pela agressão do meio ambiente e associada à corrupção.

O país deixou de investir em tecnologia, de modo que a tecnologia e a inovação saíram do cenário de incentivo governamental quando ainda não tínhamos uma estrutura empresarial sólida para sustentá-la. Como agravante, nosso ensino médio foi abandonado. A baixa remuneração afastou da profissão os profissionais da área tecnológica. Assim, os professores de física, matemática e química, vetores de incentivo juvenil à carreira tecnológica, preferiram procurar emprego em carreiras mais bem remuneradas a ser um professor de ensino médio do estado, mal pago e não-respeitado.

Estima-se que no Brasil faltam 80 mil professores de física e matemática e 50 mil professores de química, isto é, temos algo em torno de 130 mil profissionais ensinando física, química e matemática que não entendem nada de física, química e matemática, e transformam essas três disciplinas em um “bicho-de-sete-cabeças” que afasta nosso jovem de uma carreira centrada nessas três disciplinas. Para se ter uma idéia desse agravante, apenas 8% de nossos concluintes de 2002 provinham da engenharia e áreas próximas e 40% da área de ciências sociais. Além disso, dos estudantes que optam pela carreira de engenheiro, mais de 50% deles abandonam o curso até o final do segundo ano devido à má-formação em exatas ou dificuldades financeiras, agravando ainda mais nossa moribunda engenharia. O Brasil comporta atualmente algo em torno de 1.500 cursos de engenharia com 60 especialidades e mais de 120 ênfases! Mais de 300.000 estudantes estavam matriculados nesses cursos em 2005.

Cabe ressaltar que esse não é um problema só do Brasil. Vários outros países adotaram políticas semelhantes que levaram a um distanciamento dos jovens da carreira tecnológica. Os Estados Unidos foram um deles, e estão pagando um preço por isso, mas essa potência, devido ao seu poder econômico, conseguiu superar essa deficiência recorrendo aos serviços dos países emergentes, sobretudo a China e a Índia, e aproveitando mão-de-obra dos jovens inteligentes de outros países. O Brasil foi (e continua sendo!) um dos países a fornecer

mão-de-obra qualificada para os Estados Unidos, a custo zero, atraída pelo elevado salário e segurança pessoal. A pressão por mais engenheiros – pelas razões que veremos a seguir – naquele país está exigindo a realização de programas de atração de talentos estrangeiros já no ensino médio. Muitos de nossos jovens promissores com idade entre 15 e 17 anos são selecionados anualmente para os diversos programas de bolsa de estudo nas *high schools* americanas e raros constituirão família em nosso país. Estamos perdendo nossos gênios e não estamos tomando a devida providência.

## O NÚMERO DE ENGENHEIROS E O DESENVOLVIMENTO

O quadro a seguir mostra uma comparação da evolução dos concluintes anuais dos cursos de engenharia dos Estados Unidos e da China no período de 1994 a 2004.

**Número de concluintes anuais em engenharia**

Ano	EUA	China
1994	94.000	92.000
2004	92.000	325.000

Enquanto o número de concluintes americanos em engenharia permaneceu (praticamente) constante no período, o número de engenheiros formados anualmente na China cresceu três vezes e meia.

A evolução mais surpreendente é a coreana, que, no final da década de 70, formava 6.000 engenheiros por ano, com um PIB comparável ao de Gana, e, em meados da década de 90, passou a formar 80.000 engenheiros por ano, segundo fontes do Fundo Monetário Internacional (FMI). Dá para entender a razão dos países desenvolvidos ocidentais de recorrerem aos países emergentes para instalar suas unidades de produção mais importantes, pois lá existem

engenheiros em número suficiente para atender às exigências da produção. Mas não são apenas os asiáticos a adotar a opção tecnológica como solução para o desenvolvimento. Países como a Finlândia, Suécia e a remota Islândia abraçaram também essa opção e tornaram-se líderes, com competência, em tecnologia da informação.

Um subproduto importante, que agregará ganhos permanentes de tecnologia e, como consequência, de qualidade de vida, para os países emergentes, é a tecnologia que os países desenvolvidos passam gratuitamente para seus parceiros. É notória a evolução da qualidade dos produtos chineses, só para dar um exemplo fruto da absorção da tecnologia do Primeiro Mundo oriunda da prática de transferência da produção. Países como a Suécia e a Finlândia não se aproveitaram dessa prática, visto que já eram detentores de uma tecnologia de alto nível em algumas áreas. Nesses casos, foi o direcionamento de investimentos para o *core knowledge* da nação que surtiu efeito.

## A NOVA ENGENHARIA

Nas últimas duas décadas a engenharia, além de mudar, conquistou novos mercados. A ênfase, que no passado era o projeto, passou a ser a gestão. O especialista deu lugar ao generalista, e o mercado passou a exigir do profissional qualidades que não eram exigidas no passado, tais como: liderança, eficiência em comunicação oral e escrita, espírito empreendedor, fluência em mais de uma língua estrangeira, dentre outras. A única exigência que ainda permanece é a de uma sólida formação básica, que favorece a mobilidade do profissional. Convém ressaltar que essa formação básica deve ter um forte componente de humanidades, pois a capacidade de trabalho em grupo deve ser esmerada para garantir uma eficiência diferenciada em suas atividades.

Quanto aos novos mercados, destaca-se o financeiro, que absorve boa parte de nossos engenheiros. Critica-se muito isso, mas não existe lugar mais adequado para praticar

uma engenharia de alto nível do que o setor financeiro. Nesse campo, a versatilidade do engenheiro, a capacidade de tomar decisões rápidas, o conhecimento de uma matemática evoluída caem como uma luva para um profissional da engenharia bem formado. Uma parcela sensível dos diretores das instituições financeiras é oriunda da engenharia.

A importância que a logística exerce nos dias atuais valorizou ainda mais a engenharia, pois uma logística sofisticada só é conseguida com aplicações de técnicas matemáticas avançadas apresentadas nos cursos de engenharia. Passou-se a ter engenheiros aplicando essa técnica nos grandes supermercados, na organização de grandes eventos e em uma série de outras atividades nunca imaginadas que pudessem ser ocupadas pelos engenheiros. Foram esses novos mercados que induziram uma nova postura do profissional que beneficiou toda uma categoria.

## O QUE FAZER

Como já citado, dos concluintes de curso superior no Brasil, apenas 8% deles são provenientes das engenharias, contra 22% dos coreanos, o que mostra que a Coréia fez a opção desenvolvimentista baseada na tecnologia e para tal investiu fortemente em uma formação tecnológica de alto nível de sua juventude. No entanto, vão dizer que só conseguiram isso mediante ajuda americana, o que é verdade em parte, mas a escolha da alternativa de desenvolvimento sempre é fruto da competência de seus dirigentes. Uma geração coreana foi sacrificada para garantir uma educação de alto nível para os jovens e agora estão colhendo os frutos da alternativa acertada, apesar de, na época em que a decisão foi tomada, aquele país viver sob forte ditadura.

O Brasil precisa seguir caminho semelhante, mas sob uma democracia, e investir pesado no ensino médio, começando pelo professor, o qual precisa ter uma vida digna, que o insira numa sociedade informatizada; não é possível hoje em dia ter em classe um

ciências  
estadas

professor que não consegue ter acesso às informações mais importantes do momento, seja por jornais e revistas como também pelos meios de comunicação mais sofisticados. Esse profissional precisa ser orientado a mostrar a beleza que é a engenharia, que constrói uma ponte de 300 metros de altura e coloca na ponta de nossos dedos a escolha de mais de 10.000 músicas, para dar ao seu aluno mais uma opção de escolha e não de fuga.

Algumas escolas estão muito bem aparelhadas, mesmo as públicas, mas não há um professor capacitado para utilizar os recursos que estão disponíveis. É comum uma sala de informática de uma escola pública do ensino médio permanecer trancada o tempo todo por não ter alguém com competência para trabalhar com aqueles recursos. Os engenheiros e as escolas de engenharia, por sua vez, precisam se aproximar das escolas do ensino médio, seja ministrando palestras, seja ajudando na formação do professor, só assim conseguiremos reverter esse cenário que forma mais de 90.000 bacharéis de direito por ano contra menos de um terço disso de engenheiros no mesmo período.

A sociedade civil está fazendo sua parte. A CNI, em conjunto com a Abenge, as universidades e algumas outras instituições, dentre as quais destaco o CNPq e a Capes, e com apoio decisivo da Finep, conceberam os projetos, denominados Promove I e II, destinados justamente a resgatar a importância da engenharia para o desenvolvimento nacional. Esses projetos tiveram como objetivo incentivar o relacionamento mais estreito entre as universidades e as escolas do ensino médio, os quais, apesar de sua importância, não tiveram todos os recursos disponibilizados aproveitados por falta de projetos qualificados.

A Fapesp, em São Paulo, apóia programas de aproximação de alunos do ensino médio com a universidade através da concessão de bolsas de iniciação científica durante os períodos de férias escolares. Convivendo com professores e estudantes de engenharia, o estudante do ensino médio é despertado para a tecnologia e, com certeza, buscará concluir um curso superior

nessa área. Quanto a nossos dirigentes, pedem-se ações para aumentar o número de vagas públicas nas escolas de engenharia. Precisamos pensar em, no horizonte de uma década, multiplicar por cinco o número de vagas nas escolas públicas de engenharia sem comprometer a qualidade. Só assim poderemos pensar em ter um desenvolvimento real e não virtual.

Nosso país, com dimensões continentais e desenvolvimento desigual, não pode prescindir da educação a distância (EaD), que, com o auxílio da tecnologia e técnicas educacionais modernas, atingiu um grau de confiabilidade que garante o aprendizado com eficiência superior ao ensino presencial.

## A PRESENÇA DA MULHER (E DAS MINORIAS) NA ENGENHARIA

Por que a procura pela engenharia pelo sexo feminino é precária? A resposta está ligada a aspectos culturais oriundos dos séculos XVII e XVIII, pelos quais as mulheres foram excluídas das manifestações da ciência da época. Várias delas, como a francesa Sophie Germain, patrona da engenharia de vibrações, precisaram utilizar pseudônimos masculinos para conseguir impor suas idéias. Mesmo nos dias atuais, o reconhecimento daquelas cientistas ainda é precário. Para citar apenas um fato, a Torre Eiffel ostenta os nomes dos grandes cientistas franceses, mas não aparece o nome de Sophie Germain, com certeza um dos maiores gênios franceses da engenharia.

Tal prática ainda hoje tem seus reflexos, pois condicionou a mulher a não ser atraída pela carreira tecnológica. Em todas as profissões, há um equilíbrio entre os sexos, ao passo que na engenharia apenas algo em torno de 15% dos estudantes são do sexo feminino.

A mulher precisa ser informada de que a engenharia mudou muito nas últimas décadas. A gestão passou a ser prioritária

no processo produtivo, de modo que o perfil feminino está adequado mais do que nunca para sua prática. As engenheiras assumiram papéis importantes nas empresas, encontramos várias delas em postos de direção, e isso precisa ser difundido em larga escala. Na carreira acadêmica, a participação feminina tem crescido bastante na última década, de modo que encontrar uma professora titular (e também diretoras, como na Escola de Engenharia de São Carlos da USP) nas escolas de engenharia públicas não é mais novidade; no entanto, o equilíbrio entre os sexos nas outras profissões ainda não é observado nas engenharias.

Não podemos nos manter inertes em face dessa situação. A baixa procura do sexo feminino pela engenharia alija nossa profissão do gênio feminino. O mundo inteiro trabalha para mudar esse cenário. A Duke University, por exemplo, e o Effat College, da Arábia Saudita, juntaram esforços para criar o primeiro curso de engenharia feminino naquele país. Essa atitude reflete a preocupação da Arábia Saudita com a construção de uma sociedade mais tecnológica do que a atual, e atesta que, para tal, a presença feminina é fundamental.

Quanto às minorias, as conseqüências são piores. É rara a presença negra nos cursos superiores, mas na engenharia essa ausência é gritante. O que induz o negro que consegue escapar do confinamento intelectual a não escolher a engenharia? É um assunto a se pensar, pois a procura pela engenharia por aquele que foi oprimido é desprezível, apesar de a experiência ter mostrado que o rendimento desse grupo é dos melhores nas suas universidades.

deixou de ser o destino de um contingente razoável de bons estudantes que o procuravam para sua formação.

É notória a contribuição dos estudantes estrangeiros para o domínio tecnológico americano, entretanto, os pesquisadores alertam que os Estados Unidos pós-11 de setembro se tornaram um país muito mais fechado no quesito mercado de trabalho, o que pode reduzir seu apelo para jovens talentosos no futuro, de modo que, a persistir essa dificuldade, a taxa de crescimento do desenvolvimento tecnológico americano pode se reduzir, pois os gênios dos países menos desenvolvidos não procurarão os Estados Unidos para se capacitarem.

O Brasil, que possui uma rede de universidades públicas de alta qualidade e com uma pós-graduação consolidada, pode ser uma alternativa interessante para esses bons alunos oriundos de vários países menos desenvolvidos, sobretudo da América Latina. O convívio desses estudantes com o povo brasileiro os impregnará com nossa cultura, nossos hábitos, de modo que, em seu retorno ao país de origem, levarão junto parte de nosso país, o que será muito útil na aceitação de nossos produtos e serviços e estreitará nossos laços com seus países. Esse investimento, de longo prazo, devolve em benefícios todo nosso investimento na formação de recursos humanos qualificados de países menos desenvolvidos.

A criação de um programa de atração de bons estudantes do exterior, com o oferecimento de bolsas de estudos para viabilizar sua sobrevivência, poderá agregar ao Brasil um contingente qualificado de estudantes com elevado potencial de crescimento intelectual, cujo retorno é imensurável.

## UMA OPORTUNIDADE QUE SE ABRE

Com os acontecimentos de 11 de setembro de 2001, as barreiras da imigração americanas cresceram substancialmente. Como reflexo dessa atitude, aquele país

## UMA PREOCUPAÇÃO MUNDIAL

A falta de jovens com interesse na tecnologia é uma preocupação mundial, e vários países investem um volume sensível de recursos financeiros para alterar esse cenário. Na China, houve um acréscimo de 550% de jovens na faixa dos 24 anos que

se interessaram pela carreira tecnológica, em Taiwan, 530%, na Coréia do Sul, 495%, para citar apenas os países emergentes. Nos países desenvolvidos o esforço mais bem-sucedido foi o da Espanha, a qual observou um crescimento de 740% no interesse dos jovens pela tecnologia. Dos países da América Latina, destaca-se o México, cujas ações levaram a um crescimento de 740%. Os Estados Unidos observaram, no mesmo período (de 1975 a 2002), um crescimento de 43% de jovens que se interessam pela carreira tecnológica, fruto da atração do mercado financeiro. Quanto ao Brasil, não temos esse número, mas as condições do país nos levam a concluir que houve uma redução nesse percentual, e agora estamos pagando a fatura.

## A ENGENHARIA E O DESENVOLVIMENTO NACIONAL

No Brasil não existe plano nacional de desenvolvimento viável por falta de recursos humanos qualificados na área tecnológica. Roberto Macedo já escreveu sobre esse tema várias vezes. Seu artigo no jornal *O Estado de S. Paulo*, intitulado “Mais Engenheiros Por Favor”, deveria ser “Mais Engenheiros pelo Amor de Deus”.

A Petrobras anuncia investimentos de 112 bilhões de dólares nos próximos cinco anos. Estimando-se que para cada 1 milhão de dólares investido necessita-se de um engenheiro, a Petrobras necessitará do concurso, direta ou indiretamente, de mais de 100.000 engenheiros! Para o setor de transporte, que acena com investimentos na casa dos 20 bilhões de dólares, 20.000 engenheiros. A indústria automobilística criará, com os investimentos prometidos, mais de 2.000 postos de trabalho para engenheiros no período. Se pensarmos que apenas 40% do povo brasileiro tem acesso ao saneamento básico, um investimento para aumentar em 10% esse índice absorveria todos os engenheiros ambientais deste país nos próximos vinte anos. O PAC, por sua vez, promete investimentos de 250 bilhões de dólares, aí inclusos os 112 bilhões da Petrobras, de modo que nos próximos cinco anos o Brasil precisará ter a sua disposição mais de 200.000 novos engenheiros, ou seja, dez anos de nossa produção na formação desse profissional.

Por conta disso, vê-se claramente que não há plano nacional sustentável viável na área tecnológica, fruto do abandono nos investimentos educacionais em uma área vital para o crescimento de nosso país.

Para terminar, passo a palavra ao MEC.