



TECNOLOGIAS AVANÇADAS — ASPECTOS ESTRATÉGICOS

Tércio Pacitti

Coronel Engenheiro da Aeronáutica, possui os cursos da Escola de Aeronáutica, de Aperfeiçoamento de Oficiais da Aeronáutica, da Escola de Comando e Estado-Maior da Aeronáutica e do Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA).

Possui cursos de pós-graduação na FAA — OKLAHOMA, M Sc e Ph D em Engenharia Elétrica e Ciências de Computação pela Universidade da Califórnia, em BERKELEY.

Ex-professor do ITA e da COPPE/UFRJ, tendo iniciado as atividades de computação nos dois estabelecimentos de ensino.

É autor de numerosos trabalhos e livros publicados no Brasil e no exterior.

Atualmente é membro do corpo permanente da ECEMAR, diretor adjunto do Núcleo de Computação Eletrônica da UFRJ e assessor de computação da FAPESP.

I — TECNOLOGIAS DE PONTA

INTRODUÇÃO

Já é fato reconhecido no mundo moderno a influência da tecnologia no processo de desenvolvimento de um país. Este trabalho enfoca alguns de seus aspectos. Inicialmente, mencionamos, de uma maneira generalizada, alguns problemas que dificultam o processo de desenvolvimento brasileiro das tecnologias mais avançadas e modelos adotados para superá-los. Em seguida, historiamos alguns exemplos de desenvolvimento tecnológico, em especial, um caso notável brasileiro intimamente ligado a um sistema educacional. É o caso do CTA/ITA que propiciou o aparecimento da EMBRAER. Terminamos com um ensaio, enfocando aspectos estratégicos do modelo de desenvolvimento para tecnologias avançadas, fundamentado em um sistema educacional, convenientemente orientado para as necessidades brasileiras.

HISTÓRICO

Entre as décadas de 30 e 50, algumas instituições brasileiras se anteciparam no ensino e pesquisa de certas tecnologias avançadas e as citamos na ordem cronológica: o Instituto Militar de Engenharia (IME), fundado em 1928, com o nome de Escola Técnica do Exército (ETE), que iniciou o ensino superior das tecnologias de comunicações, armamento, eletrônica e nuclear; o Centro Técnico Aeroespacial, através do seu Instituto Tecnológico da Aeronáutica (que iniciou suas atividades na ETE em 1947 e se instalou em São José dos Campos em 1950) dedicou-se às tecnologias de aeronáutica, eletrônica e produção industrial; o Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq), criado em 1951, teve objetivos bem mais amplos no sentido de incentivar o desenvolvimento científico no Brasil.

Desejamos deixar registrado, no corpo deste artigo, nomes de três grandes engenheiros brasileiros que se destacaram nas décadas de 30 a 50: *Edmundo de Macedo Soares e Silva*, que entre outros méritos, foi um dos propugnadores para a criação da ETE; *Casimiro Montenegro Filho*, que dedicou sua vida útil aos ideais do CTA/ITA, homem de grande visão profissional e, por capricho do destino, está hoje prejudicado em sua visão física; *Álvaro Alberto*, que lecionou na ETE, destacou-se nos primórdios da tecnologia nuclear no Brasil e foi o primeiro presidente do CNPq.

Na década de 60 o esforço para o desenvolvimento das tecnologias avançadas passou a ser realizado pela pós-graduação das Universidades Brasileiras. Órgão pioneiro de financiamento à pós-graduação foi o antigo FUNTEC/BNDE, que sem dúvida, representou um marco na história da pós-graduação brasileira. Este apoio ainda se processa, agora através da FINEP, continuando seus idealizadores em plena atividade. Um exemplo notável, fruto deste apoio, foi o aparecimento da COPPE/UFRJ cujas realizações relevantes para a engenharia brasileira é de reconhecimento nacional.

Conceitos Preliminares — Interdependência Tecnológica

Algumas áreas tecnológicas mais avançadas, comumente chamadas de "vanguarda" ou "ponta", que ainda não atingiram, segundo os especialistas brasileiros, níveis de desenvolvimento desejados quanto à industrialização de seus componentes, equipamentos e sistemas, compatíveis com as demandas do contexto atual brasileiro, seriam as seguintes: eletrônica digital, telecomunicações, computação, nuclear, mecânica fina, aeroespacial e outras. Estamos conscientes de que estas áreas não são completamente independentes e possuem cada uma delas peculiaridades bem definidas. Não mencionamos, explicitamente, outras tecnologias de grande importância para o país, como, por exemplo, as de energia hidrelétrica, construção civil, mecânica pesada, siderurgia etc., para as quais as considerações deste trabalho talvez se apliquem em menor proporção, por serem tecnologias com aspectos tradicionais e bases relativamente consolidadas.

É importante saber com clareza qual o universo de objetivos a atingir, de interesse nacional, dentro de cada uma das áreas tecnológicas citadas, dispondo de recursos limitados. Em outras palavras, "em que", "como" e "quanto" investir, tanto em recursos humanos como em materiais, não esquecendo a realidade brasileira atual e sua perspectiva para o futuro. A resposta a estes quesitos requereria um trabalho exaustivo, com uma forte dose de bom-senso. Neste ponto, o importante é o leitor estar bem consciente das *limitações* impostas pela realidade brasileira.

Estamos cientes de que a abordagem do conceito de desenvolvimento associado à educação, de uma maneira geral, pode acarretar riscos de interpretação por ser um assunto controvertido ideologicamente. Sempre existe o outro lado da moeda. A educação é amplamente reconhecida como uma variável política e estratégica no processo de desenvolvimento. As considerações neste trabalho se restringem aos setores especializados das tecnologias de ponta. A educação, aqui, é considerada como uma variável estratégica que, além de suas conotações próprias, estimula uma escala de valores e mecanismos que induzam o desenvolvimento tecnológico de uma maneira natural e racional, o menos dependente possível das contingências políticas.

Vale a pena, aqui, um esclarecimento. Diversas vezes são mencionados neste trabalho os termos *dependência* ou *independência* tecnológica. Todos nós somos interdependentes. Ninguém vive isolado, desde o indivíduo, a sociedade e a nação. No entanto, nos elementos da matriz que relaciona a interdependência tecnológica entre as nações, poderão ocorrer sérias distorções. Para um país, o importante é saber o grau de dependência tecnológica dos setores críticos de sua economia, em conjunção com o grau de dependência de todos seus setores, como um todo. O que se deseja, geralmente, é atingir um ponto de equilíbrio, aquele em que a dependência de alguns setores seja contrabalanceada pela independência de outros setores, não se esquecendo de minimizar a dependência dos setores críticos. Para as condições atuais da realidade brasileira, são estas idéias que temos em mente: tentar atingir o referido ponto de equilíbrio. O importante é procurar não permanecer nos extremos, no todo.

Desenvolvimento: Conceito Abrangente e Controvertido

Ao termo "desenvolvimento" podem ser dadas diversas conotações. Para tornar mais amena a leitura e meditarmos um pouco, convém lembrar uma das conotações, em sua forma mais primária, através de uma ilustração. Pedimos excusas pela simplificação assumida, estoriando os casos de dois industriais bem sucedidos.

O primeiro trabalhou muito, enriqueceu e chegou a montar "um conglomerado de indústrias" em conjunto com outros "sócios externos". O sucesso era uma constante, e os empréstimos eram facilmente feitos para financiar o desenvolvimento de suas indústrias. A "economia" da firma ia bem, e a familiar, melhor ainda: viagens para o estrangeiro, casas de campo, festas e outras coisas atraentes da vida,

No afã de desenvolver suas indústrias para colher todos os frutos ainda em vida, e sendo o trabalho intenso, o industrial não conseguia tempo para conviver com seus filhos e daí transmitir-lhes a "tecnologia" de seu trabalho, adquirida a duras penas. "Educá-los" era uma tarefa desgastante, exigindo muito diálogo e, às vezes, pulso firme. As energias do industrial estavam todas concentradas no "desenvolvimento" de suas indústrias, o que, afinal de contas, dava bom lucro e beneficiava a "economia familiar".

Um dia veio a tragédia. O industrial morreu. Seus sucessores não sabiam o que era o trabalho e muito menos tinham a "tecnologia" especializada para substituí-lo. O dinheiro escasseou e promissórias não quitadas apareceram. Os sócios externos possuidores da "tecnologia", aproveitando-se do conflito entre os irmãos, que nestas horas é comum aparecer, engolfaram os filhos e assumiram o controle total das indústrias. E findou-se a "economia familiar".

O segundo industrial não enriqueceu tanto quanto o primeiro. Chegou a montar indústrias com outros sócios. Porém ele tinha uma concepção mais *estratégica* e menos imediatista do desenvolvimento de seu patrimônio. Procurou dar toda a cobertura necessária aos seus filhos, porém com discrição. Desde cedo, através do convívio, procurou transferir toda a "tecnologia" acumulada através dos anos, ensinando-lhes o valor do trabalho responsável, que é necessário poupar e plantar para colher os frutos desejados, preparando-os para os percalços e a realidade da vida, chegando mesmo, muitas vezes, ser incompreendido pelas suas atitudes. Devido ao fato de uma parcela substancial de seus esforços ser dedicada à "educação" de seus sucessores, em detrimento ao "pleno desenvolvimento" de suas indústrias, seus "índices econômicos", quando em vida, eram inferiores aos do primeiro industrial.

Quando o segundo industrial morreu, os sócios externos também tentaram engolfar os filhos, porém não o conseguiram. Os filhos souberam substituir o pai e mesmo ultrapassá-lo, pois além de estarem unidos, possuíam toda a "tecnologia" necessária, impulsionada com sangue novo. A "economia familiar" não sofreu descontinuidade e alguns anos mais tarde, os "índices econômicos" de suas indústrias atingiram valores nunca anteriormente sonhados pelo pai.

Resguardando as devidas proporções, introduzindo outras variáveis, e projetando para um sentido mais amplo, pedimos ao leitor refletir, por um momento, nos conceitos básicos implícitos nestes dois casos, e daí, concluir seu próprio entendimento dado ao termo "desenvolvimento".

Entretanto, não deixaremos de emitir um conceito. O "Desenvolvimento" conseguido descuidando-se do vetor-componente *educação*, poderá produzir, a curto prazo, riqueza transitória e muita euforia, que, na maioria das vezes, satisfaz objetivos imediatistas. No entanto, dificilmente, este desenvolvimento se enraíza, se consolida e se *propaga* para beneficiar sucessores. Este conceito se extrapola e se aplica também ao desenvolvimento tecnológico de um país.

Vale, neste ponto, um esclarecimento. Este trabalho decorre, em grande parte, da observação e experiências pessoais. Portanto, algumas das opiniões aqui

expressas são de natureza polêmica e, conseqüentemente, sujeitas a diferentes interpretações.

II — MODELOS ADOTADOS: OS PRÓS E OS CONTRAS

Dificuldades para a implantação de indústrias de tecnologias avançadas por iniciativas brasileiras são de conhecimento geral: desde problemas de infra-estrutura industrial básica, distorções em setores do ensino, pesquisa e desenvolvimento, visão imediatista de soluções adotadas, competição com empresas estrangeiras, até atitudes e hábitos remanescentes da época colonial que nos leva a acreditar na superioridade do produto estrangeiro em relação ao nacional. Uma análise deste assunto, que é vasto e requer olharmos para dentro de nós mesmos, a fim de possibilitar a auto-reflexão e autodepuração, não será feita neste trabalho. No entanto, neste ponto, desejamos ressaltar que, em adição ao esforço que o governo já vem fazendo em diversas frentes, no sentido de enfrentar as referidas dificuldades, uma ênfase especial poderia ser dada àquele esquema de desenvolvimento tecnológico intimamente associado a um sistema educacional. Desenvolvimentos tecnológicos fundamentados em sistemas educacionais são exemplificados após o modelo VI, no fim deste capítulo.

Veremos alguns modelos adotados para sair desse impasse tecnológico. Para alguns casos, o Brasil tem adotado modelos semelhantes, pressionado, principalmente, pelas necessidades do mercado interno ou pelas necessidades de divisas estrangeiras.

Desejamos salientar que os comentários aos modelos adiante apresentados são baseados no estágio atual do desenvolvimento educacional brasileiro. Para um estágio mais avançado estes comentários terão que ser revistos. A predominância de um ou de outro desses modelos (I a IV), na conjuntura nacional, depende de uma opção política, por parte do governo, para cada setor econômico, assunto que não será tratado neste trabalho. As considerações sobre o modelo VI, aquele baseado em um sistema educacional e, que será a nossa motivação principal, não obstante precisar do apoio governamental, é, por si só, muito mais independente das contingências políticas. É algo que *antecede*. A preocupação em demasia com as formas em moda (por serem assuntos controvertidos, adaptáveis aos jargões da retórica intelectual) e não com os fulcros das questões propriamente ditas (o que, por sua vez, requer muito trabalho paciente, anônimo, não imediatista) e talvez seja, em parte, o *enfoque distorcido* que tem sido dado à solução de alguns de nossos problemas.

De uma maneira geral, os dois primeiros modelos listados abaixo são os mais cômodos e confortáveis de serem adotados pelo Administrador, possivelmente pelo seu caráter imediatista.

MODELO I

Criando-se Empresas Estatais

Esta forma tem sido adotada, teoricamente, naqueles casos em que não se consegue arregimentar o interesse e/ou capital de grupos privados brasileiros para se formar empreendimentos de alto risco, que requeiram grandes capitais e sejam capazes de arregimentar o interesse e/ou capital de grupos privados brasileiros para esta forma. Esta forma tem suas peculiaridades: traz consigo um pouco dos costumes e vícios enraizados no serviço público, juntamente com os privilégios e a flexibilidade da iniciativa privada sem muito comprometimento da responsabilidade individual.

Esta solução é fácil de se organizar, caso haja o consentimento do governo. O capital inicial vem, predominantemente, do Estado. Existe, na maioria dos casos, a tendência da empresa crescer de cima para baixo. Procura-se preencher, primeiro, os cargos de direção, para depois, então, se preocupar com o aparelho produtivo. O produto tecnológico, em si, a ser industrializado, em geral é discutido numa segunda fase. O departamento ou instituição de pesquisa desta empresa somente aparecerá anos depois. Este tipo de empresa tem uma tendência dispersiva muito grande.

Qualquer situação emergente é motivo ou desculpa para aumento dos seus quadros, pois abre a possibilidade de novas funções para a burocracia. Além disso, existe uma propensão para que decisões sejam tomadas politicamente e/ou paternalisticamente e não em função do aparelho produtivo da empresa. Os princípios de otimização administrativa e produtiva são mais difíceis de implantar. A eficiência de transferência do conhecimento do "know-how" tecnológico é baixa.

As apreciações acima enfocam vícios que ocorrem comumente. Eles são decorrentes dos fatores conjunturais, como também, do nível de educação, cultura e competência das pessoas. Desejamos neste ponto *ressaltar* aquelas empresas com participação estatal, que têm conseguido contornar estes vícios, tornando-se produtivas e respeitáveis, fato este que nos *conforta e encoraja*, demonstrando que o esforço brasileiro nesta direção pode ser melhor aproveitado, desde que haja uma maior *consientização* dos problemas e *desejo firme de superá-los*.

No setor econômico, existem opiniões controvertidas acerca das empresas estatais. Os maiores opositores às formas estatais são os empresários privados brasileiros que se sentem sufocados pelas mesmas. As multinacionais não se importam muito com o problema, ou, possivelmente, o vejam com bons olhos. Este paradoxo talvez se explique porque as multinacionais, sendo empresas fortemente consolidadas e conhecedoras de nossas distorções sabem, de antemão, que enquanto perdurarem os problemas internos de eficiência, serão delas que obrigatoriamente, compraremos os produtos tecnológicos necessários para o nosso desenvolvimento. O que mais preocupa a multinacional é a *eficiência* da produtividade brasileira naqueles setores de competição, seja ela *estatal ou privada*. Alguns futurólogos prevêem a possibilidade de o controle decisório de nossa economia, provinda dos setores tecnológicos mais avançados, ficar reduzido a duas formas: a estatal e a multinacional, a primeira compradora e a segunda fornecedora.

Desejamos deixar bem claro estarmos conscientes de que, para alguns tipos de atividades peculiares, principalmente aquelas de baixa *rentabilidade*, em que o bem-estar *público e nacional* estejam *em jogo*, a solução estatal poderá ser mais adequada. Existem, também, algumas situações, por exemplo, quando setores de nossa economia se acharem ameaçados de entrarem em colapso, excluindo aquelas provocadas artificialmente, em que a intervenção estatal se faz necessária, mormente naqueles casos em que não existem outros mecanismos indiretos de decisão e de ação mais rápidos para corrigi-las. No entanto, isto não invalida o fato de que o Administrador deva estar bem consciente dos problemas e vícios inerentes ao processo e dos mecanismos que poderiam ser adotados para evitarem-se distorções.

Por outro lado, nas áreas tecnológicas de interesse da Segurança Nacional, é o tipo de modelo que mais favorece o diálogo com o Governo, pois ela é, praticamente, uma extensão do próprio Governo.

MODELO II

Deixando, Simplesmente, as Indústrias Estrangeiras se Estabelecerem no País, sem Incentivos e sem Restrição

Este tipo de solução também é cômoda. Não envolve maiores investimentos do Governo. No entanto, ela só virá para o Brasil caso haja grande interesse econômico por parte da indústria estrangeira. Na falta de mecanismos disciplinadores, e naqueles setores *desguarnecidos* de nossa economia, a tendência é ela se assenhorar desses setores devido ao seu "know-how" tecnológico fortemente consolidado, combinado com um sistema de vendas agressivo e de capitais captados, com relativa facilidade no exterior. Na falta de competitividade, este tipo de indústria, embora continue proporcionando empregos especializados ou não, tem uma forte propensão a aumentar a dependência tecnológica. O segredo dos projetos e o fornecimento de certos fatores de produção alienígenas, com muita dificuldade, permearão para o aparelho produtivo brasileiro. Para alguns casos, pode-se fazer a imagem dos conteúdos fechados: se por qualquer razão esta indústria encerrar suas atividades no Brasil, pouco provável seria a capacidade nacional de reproduzir o seu produto tecnológico, como um todo. Embora a produção possa ser satisfatória, a eficiência de transferência do conhecimento tecnológico é baixa.

No entanto, existe um aspecto interessante e discutível neste modelo. Naqueles setores em que a nossa tecnologia *já estiver consolidada*, ele poderá vir, pelo estímulo à competição pelo mercado, a melhorar o próprio produto nacional. Por exemplo, isto parece-nos válido na área tecnológica da construção civil, onde o Brasil conta com um acervo tecnológico considerável. Neste ponto, desejamos salientar que somos, conceitualmente, a favor da descentralização e pela livre iniciativa na competição pelo mercado, quando as entidades que competem são aproximadamente da mesma *estatura*, como *prevê* a teoria de formação dos mercados. David competiu com Golias somente com a proteção divina. Mesmo nos

EEUU, país que prima pela livre competição pelo mercado, existem leis antitrustes e medidas de proteção para certos setores de seu mercado interno, com o objetivo de corrigir distorções. O importante é *não* chegar a extremos.

Nesta hora em que se fala muito nas multinacionais, vale a pena um comentário. Repetimos, nenhum país vive isolado. As multinacionais estão espalhadas pelo mundo e muitas operando aqui no Brasil. Temos que aprender a conviver com elas, maximizando os benefícios e minimizando as desvantagens que podem trazer ao país. O importante é nós, brasileiros, estarmos cômicos de nossas dificuldades de desenvolvimento e, daí, termos a compreensão e estatura necessárias para, através de negociações, conseguirmos que a participação estrangeira no mercado brasileiro não conflite com o desenvolvimento do país, orientação que vem seguida pelo Governo.

Nessas negociações, não deveríamos *pecar pela omissão* (decorrente, muitas vezes, do desconhecimento dos problemas) e nem pela *intransigência*, decorrência de radicalização. Devemos estar preparados para enxergar e defender, inteligentemente, os interesses nacionais autênticos.

MODELO III

Incentivando as Indústrias Estrangeiras a Estabelecerem-se no País e Impondo-lhes Algumas Restrições

Este tipo de solução, já adotada, em parte, para a indústria automobilística, dará bons resultados, caso o Governo tenha os *elementos de controle bem ajustados*. Será necessário que o planejamento assegure, entre outros, condicionamentos que:

- a. haja mecanismos que protejam e incentivem, para o futuro, outras empresas inteiramente nacionais a participarem da mesma atividade industrial;
- b. a indústria subsidiária permaneça sob controle majoritário de capitais nacionais.

Do ponto de vista puramente social e econômico, a indústria automobilística teve seus méritos. Convém mencionar, porém, que para este modelo resultou uma tendência de inibir ou inviabilizar o aparecimento de indústrias brasileiras que venham se aventurar a fabricar automóveis. Embora pareça-nos que projetar e fabricar automóveis não seria mais segredo para o Brasil (pois aqui já se fabricam aviões com projetos brasileiros), a viabilidade de se estabelecer uma indústria automobilística, por iniciativa totalmente brasileira, é *muito remota*. Formou-se um domínio do mercado quase impenetrável, sob controle empresarial não nacional, e conseqüentemente, uma dependência tecnológica híbrida. Em outras palavras, dependência tecnológica "híbrida" significa que embora saibamos projetar automóveis, até o presente, existe impossibilidade de eles serem fabricados, em larga escala, por indústrias de capital brasileiro.

Um fator interessante neste modelo, é o fato de ser bem pouco provável que a indústria automobilística encerre suas atividades no Brasil. Primeiro, ela está enraizada e comprometida com o mercado brasileiro e vice-versa; e, segundo, a existência de outras indústrias de origem estrangeira dentro do mercado brasileiro, oferece para este tipo de atividade uma oportunidade de competição em nosso mercado. Em outras palavras, as indústrias automobilísticas de origem estrangeira, disputam, livremente, entre si, o mercado automobilístico brasileiro.

A questão do preço pago, isto é, de saber se a estratégia utilizada através dos incentivos fiscais e alfandegários, "royalties", as facilidades concedidas, processos protecionistas e dependência tecnológica híbrida, comparada com outras estratégias possíveis, que objetivassem atingir o atual estágio de progresso e desenvolvimento, foi compensadora ou não, ficará em aberto para estudos acadêmicos do assunto.

MODELO IV

Incentivando a Iniciativa Privada, Associada à Estrangeira

Este tipo de associação é interessante quando a empresa brasileira que se associa à estrangeira for forte, conhecedora do mercado e do produto a ser industrializado. Caso contrário, ela corre o risco de ser engolfada pela empresa alienígena que detém a experiência, o capital e o "know-how" bem consolidados.

Neste modelo, corre-se também o risco de criarem-se empresas brasileiras "fantasmas", formadas às pressas, somente para constar, a fim de se beneficiarem de uma associação com a empresa estrangeira e, desta maneira, credenciá-las aos incentivos e financiamentos governamentais.

Para corrigir, em parte, estas distorções, o Governo tem adotado uma experiência triangular: associação da empresa nacional com a estrangeira, e o Governo também participando como um terceiro sócio. Procura-se evitar a absorção do elemento nacional, garantindo a maioria de capital brasileiro.

MODELO V

Incentivando a Iniciativa Privada Totalmente Nacional

Este modelo, quando devidamente condicionado, comparado com os anteriores, é aquele que poderá trazer maiores benefícios à nação. O processo decisório da empresa é manipulado no Brasil e com menor ingerência governamental.

As dificuldades maiores deste modelo, ainda referindo-se à tecnologia de ponta, são: a necessidade de grandes capitais para se dar a partida ao empreendimento, e a falta de "know-how" tecnológico. Estes são fatores que tendem a levar a empresa privada brasileira a se associar com a estrangeira, possuidora do "pacote" tecnológico, o que poderá transformá-la em um dos modelos antes referidos, III ou IV.

Uma alternativa interessante é aquela em que a ação conjunta da empresa privada brasileira com a estrangeira se faça por contratos, isto é, associem-se para produzir um certo produto, por um período de tempo, ou lote de produção, não alterando a composição acionária da empresa nacional.

Desta maneira, utilizando-se do processo contratual para reger e pactuar os interesses das empresas estrangeira e nacional no mercado brasileiro, mantém-se o controle decisório da empresa dentro do país. Assim, os interesses da empresa alienígena se concentrarão mais no aspecto tecnológico da produção e de mercado de seu interesse, preservando a integridade acionária da empresa brasileira e sua capacidade de decisão em outras áreas de seu interesse. Além do mais, esta alternativa é benéfica, pois se um dia a empresa alienígena decidir se afastar antes do contrato se expirar, os efeitos negativos resultantes desta cisão, em relação à empresa local, serão minimizados, pois a experiência e o "know-how" deixados terão maiores possibilidades de não sofrer descontinuidade de aplicação. É muito menos doloroso rescindir um contrato do que desfazer uma empresa.

Existe uma tendência da indústria privada, nos setores tecnológicos mais avançados, de se apoiar em financiamentos do Governo. Isto é compreensível, porém é preciso que neste processo haja mecanismos disciplinadores que gerem austeridade em ambas as partes. Toda vez que o Governo incentivar ou financiar uma iniciativa privada brasileira, mecanismos eficientes deveriam ser adotados no sentido de: provocar um comprometimento bem definido da empresa beneficiária; evitar que os incentivos e os financiamentos sejam desviados para outras finalidades mais rentáveis, não compatíveis com os objetivos da empresa; que os dirigentes da empresa sejam elementos de comprovados conhecimentos técnico e profissional. Por sua vez, a empresa privada deverá ficar tranqüila de que regulamentos e regras do jogo, propostos pelos órgãos oficiais, sejam bem claros e definidos, não se alterando constantemente, e de que a burocracia e a ingerência governamental sejam minimizadas.

A indústria privada totalmente brasileira, nos setores de tecnologia de ponta, no Brasil, é ainda incipiente. Necessário se faz que ela se robusteça, tornando-se uma força atuante para contrabalançar outras existentes no mercado interno brasileiro.

COMPRA DE "PACOTES" TECNOLÓGICOS

Vale, neste ponto, fazer um destaque. Para qualquer dos modelos mencionados acima, existe a tentação imediatista de se comprarem "pacotes" tecnológicos desenvolvidos no exterior. (Veja observação 1 abaixo.) Será extremamente necessário que a entidade recebedora deste *pacote de informações* já possua um aparelho produtivo eficiente, sem o qual, dificilmente ocorrerá a absorção desta tecnologia comprada. Deverá haver um sério comprometimento de quem vende e de quem compra a tecnologia. Mais tarde, no caso de dúvidas ou fracassos, será muito difícil fixar responsabilidades, principalmente se o comprador for o Administrador Público. (Veja observação 2 abaixo.)

A tecnologia comprada em "pacotes" poderá diminuir o desemprego e aumentar o PNB. Isto poderá acontecer imediatamente. Se não se precaver o desenvolvimento atingido será apenas econômico e temporário, ocasionando uma dependência tecnológica continuada. Toda a vez que se precisar de nova tecnologia, o recurso será mais uma vez importá-la. O processo é auto-realimentado, mantendo o país importador apenas como usuário das novas tecnologias. A tecnologia comprada fica, no máximo, absorvida ao nível da empresa que a importa. Ela não permeia para outros setores tecnológicos semelhantes e participantes do desenvolvimento nacional. A tecnologia comprada é, na maioria das vezes, somente aplicada aos produtos da empresa que serão vendidos no mercado. Não existe motivação para se criar, a partir desta tecnologia comprada, uma base de desenvolvimento tecnológico que permita à empresa libertar-se das futuras compras de novos "pacotes". (Veja observação 2 abaixo.) Isto poderá gerar mais dependências tecnológicas, agravado pelo fato da empresa alienígena, fornecedora da tecnologia, poder romper o contrato de assistência técnica, o que poderá levar ao fechamento da empresa nacional, se ela não for polivalente.

O Japão importou tecnologia maciçamente. Mas houve também um esforço gigante no setor educacional para atingir o atual desenvolvimento tecnológico, que começou algumas décadas atrás. Entre outros fatores, este esforço muito pesado para que esta tecnologia fosse absorvida pela indústria japonesa.

Conhecimento tecnológico não é objeto que se compre ou se copie facilmente. O país terá que atingir um certo desenvolvimento no setor específico, para que se possa absorver esta tecnologia comprada. Será preciso, primeiramente, fazer um esforço muito grande no setor da educação, um trabalho perseverante e paciente, para possuímos um aparelho produtivo próprio, razoavelmente eficiente. E isto só será possível através de processos estratégicos, *a longo prazo*, baseados em um *sistema educacional bem fundamentado*.

Observação 1

Deve-se fazer uma *distinção* bem clara dos termos muito em moda — "compra de pacotes tecnológicos", "importação de tecnologia", "tecnologia comprada" —, que para nós possuem o mesmo significado, com os termos — "importação ou compra de produtos tecnológicos". Os primeiros vêm a ser a compra de conhecimento, isto é, os processos e detalhes de fabricação de um certo produto tecnológico. Os segundos significam a importação pura e simples do produto para uso imediato. Neste trabalho estamos nos referindo somente aos primeiros termos.

Observação 2

Concordamos inteiramente com o princípio das vantagens comparativas. No momento em que passarmos a fabricar um produto, teremos que, forçosamente, importar alguns de seus componentes. Estes componentes serão aqueles que, economicamente, não seria compensador fabricar no Brasil. Neste ponto, o princípio

das vantagens comparativas será *inteiramente respeitado*. Não respeitá-lo, isto é, tentar fabricar de início todos os componentes dentro do país, somente poderá ser, teoricamente, cogitado pelo nacionalismo xenófobo.

Relembramos também o conceito da matriz de interdependência tecnológica mencionada no início deste trabalho. Em outras palavras, seria desejável que alguns setores tecnológicos de nosso parque industrial adquirissem alguma independência tecnológica, para contrabalançar a dependência de outros setores, respeitando o princípio das vantagens comparativas. Não se deseja cair nos extremos. No entanto, nós ousaríamos aspirar um pouco mais — criar condições internas para que algumas indústrias *autenticamente brasileiras*, respeitando as mesmas regras das empresas multinacionais, também participassem dos mercados interno e externo, porém *com projetos de seus produtos desenvolvidos no Brasil*, atendendo, naturalmente, aos requisitos da economia de escala.

MODELO VI

Incentivando Iniciativas Baseadas em um Sistema Educacional

Este modelo é o motivo principal deste trabalho. Portanto é conveniente, neste ponto, fazer uma quebra na seqüência de apresentação, com o propósito de melhor justificar seus pontos relevantes. Assim, as considerações sobre o Modelo VI podem ser facilmente apreendidas dos capítulos que se seguem.

No próximo capítulo historiamos exemplos de sistemas educacionais que tiveram papéis decisivos, em fases embrionárias de desenvolvimento das tecnologias avançadas. O capítulo V contém um breve histórico do CTA/ITA e sua influência catalizadora no surgimento do atual parque industrial que se formou nas cercanias de São José dos Campos, SP. Ainda neste mesmo capítulo é feita uma apreciação dos principais fatores que condicionaram o bem sucedido empreendimento governamental, que resultou na EMBRAER. Finalmente, no capítulo V, extraído do material apresentado até aquele ponto, são apresentados alguns aspectos estratégicos do Modelo VI, isto é, o modelo de desenvolvimento, para tecnologias avançadas, fundamentado em um sistema educacional.

III — ALGUNS EXEMPLOS DE DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIAS DE PONTA

Citaremos exemplos de desenvolvimento tecnológico de alguns setores industriais, em seus primeiros estágios. Quando mencionamos primeiros estágios, nos referimos àqueles momentos históricos em que quase tudo está para construir: formação dos técnicos, engenheiros, mentalidade, e até o empresário, inexistentes nas faixas de tecnologia avançada. Empresário, aqui, não é simplesmente o dono do capital, ou aquele que tenha feito um curso superior especializado. É aquele que também esteja disposto a *dedicar sua vida útil* àqueles setores tecnológicos de alto risco, e ainda inexplorados, de interesse coletivo.

1. Contribuição de Stanford

Logo após a II Grande Guerra, prolongando-se até a década de 60, a Universidade de Stanford, em Palo Alto, Califórnia, serviu como pólo de desenvolvimento do complexo industrial hoje existente naquela região: cientistas, professores nacionais e estrangeiros, convergiram para aquela Universidade. O Governo financiou grande parte das pesquisas e, por sua vez, a Universidade *incentivou a iniciativa de alguns de seus alunos recém-formados no processo de industrialização* deixando levar os resultados de suas pesquisas tecnológicas para o campo prático. A Universidade, naquele momento, permitiu até o uso de seus sofisticados equipamentos de laboratório pela indústria nascente, baseado em acordos de interesse mútuo, que possibilitassem vingar a referida indústria. Havia uma forte *interligação* entre a pesquisa aplicada e a industrialização no campo tecnológico.

Vale a pena lembrar que, nas décadas de 40-50 e início de 60, o incentivo universitário para o desenvolvimento tecnológico era tal que as condições de acesso, dentro da carreira dos professores de engenharia, eram avaliadas, dando-se *uma grande ênfase ao número de patentes industriais* que os mesmos conseguissem projetar e fazer funcionar. O processo de se avaliar o professor de engenharia pelo número de artigos que publica, ainda não havia se institucionalizado nas Universidades, como ocorre hoje.

Ex-alunos de Stanford foram Hewlett, Packard, entre outros, que se aventuraram na fabricação das primeiras válvulas a vácuo e dispositivos eletrônicos. Hoje, em volta de Stanford, impera um complexo industrial eletrônico de grande importância nacional para a economia norte-americana. Embora estas indústrias possuam seus próprios Departamentos de Pesquisa, ainda mantêm um forte vínculo com Stanford. Sallentamos que o embrião, naqueles momentos históricos de sua criação, veio da Universidade. Stanford não só preparou os engenheiros, mas também criou condições para que alguns de seus alunos se tornassem empresários, não deixando de apoiá-los em suas primeiras tentativas de industrialização.

2. Energia Atômica

Embora o esforço americano para conseguir o domínio do átomo seja de conhecimento geral, vale a pena lembrar, de uma maneira resumida, alguns pontos importantes deste processo.

Durante décadas foram atraídos para se radicar nos EEUU cientistas e professores especializados no setor atômico, que, em sua maioria, se encontravam na Europa. Esta transferência de recursos humanos se instalou, predominantemente, nas Universidades Americanas. A bem da verdade, este processo de importação dos cientistas não foi completamente ativo ou orientado. Foi em grande parte devido a uma contingência da situação européia na época. Os EEUU souberam tirar proveito dessa contingência. Também foram organizadas instituições do Governo que faziam inter-relacionamento com as Universidades nos projetos de natureza confidencial.

Ao mesmo tempo que os cientistas importados, associados aos americanos, desenvolviam projetos de pesquisa com o patrocínio governamental, era comum estes cientistas de alto nível lecionarem, tanto na formação como na pós-graduação das Universidades. Os conhecimentos destes homens, mesclados com conhecimentos disponíveis americanos da época, foram transferidos para a juventude. Este foi o processo de *transferência* de conhecimentos científico e tecnológico, a longo prazo e eficiente, que se propagou aos níveis inferiores do sistema educacional americano, formando a necessária infra-estrutura humana. E foi neste contexto que um dos laboratórios da Universidade da Califórnia, com o forte apoio financeiro do Governo, produziu o esquema que resultou na construção do primeiro dispositivo atômico e, conseqüentemente, o *início* do domínio da energia nuclear. A Universidade esteve presente neste momento histórico.

3. Outros Exemplos

É também fato conhecido a contribuição do MIT (Massachusetts Institute of Technology), da CALTEC (California Institute of Technology) dada, através dos resultados de suas pesquisas, à indústria aeronáutica nas décadas 50 e 60, e, recentemente, à indústria aeroespacial. Em particular, quanto à indústria aeroespacial, em suas origens, houve também o aproveitamento dos recursos humanos emigrados da Europa, como foi o caso de Von Braun e sua equipe.

O Japão, no início deste século, organizou e aplicou maciçamente seus recursos em um sistema educacional, cujos efeitos se prolongam até os dias de hoje. Mesmo para se copiar, adaptar e daí criar novas tecnologias, é preciso ser respaldado por um sistema educacional bem estruturado e orientado para as necessidades nacionais.

Talvez já tenha caído no esquecimento a contribuição do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) da conceituada Universidade de São Paulo à tecnologia de construção civil, através de seus ensaios de concreto e cimento com dosagens racionais, e os estudos das madeiras brasileiras aplicáveis à aviação. A contribuição da COPPE-UFRJ, embora sendo de origem recente, à engenharia civil brasileira e a outros ramos especializados, poderia ser fartamente citada neste trabalho. Mencionaremos, por exemplo, o filtro para tratamento de suspensões e beneficiamento de minério utilizado pela indústria química brasileira. Também já é de conhecimento geral o esforço conjunto da PUC-RJ e da USP, com o apoio governamental, que resultou no projeto do minicomputador G.10. Foi deste esforço que nasceu a SCOPUS, indústria de terminais, organizada por um grupo pioneiro de engenheiros, oriundos da USP. O Núcleo de Computação Eletrônica/UFRJ também vem encetando esforços promissores no sentido de se criarem condições para a industrialização dos produtos de tecnologia digital, desenvolvidos na UFRJ. Assim já foi industrializado, em pequena escala, o Processador de Ponto Flutuante e, brevemente, os subprodutos do Terminal Inteligente deverão ser repassados para a indústria.¹ Ainda, na UFRJ, mencionamos o esforço recente do Instituto de Macromolécula, no sentido de patentear produtos especializados para a indústria brasileira. O primeiro deles foi

um processo químico-físico de restauração de pneumáticos e correias transportadoras industriais. O segundo é um processo de fabricação de dispersões homogêneas de celulose e seus derivados em elastômeros.

Antes de entrar no exemplo final, um caso notável brasileiro, ressalta-se, desde já, a importância da Universidade por trás do desenvolvimento tecnológico. *A transferência de conhecimentos se faz de mente para mente.* Não é um processo imediatista e requer paciência governamental. Segundo este esquema, as decisões governamentais repercutem décadas depois; porém, quando os objetivos forem atingidos estarão sólidos, permanentes e com a infra-estrutura requerida. O desenvolvimento tecnológico é algo que não se consegue da noite para o dia. É um processo a longo prazo, e cada Governo deve estar consciente de que, em sua gestão, não colherá os frutos dos investimentos. Planta-se para a próxima geração. A transferência científica e tecnológica *não se compra em pacotes*, porém assimila-se através das pessoas no convívio profissional, desde que baseada em uma estrutura educacional objetiva e orientada para as necessidades do País.

IV — UM EXEMPLO BRASILEIRO NOTÁVEL

Durante a década de 1940, oficiais da Aeronáutica realizavam seus cursos de engenharia na antiga e conceituada Escola Técnica do Exército, hoje transformada no Instituto Militar de Engenharia. Foi de um grupo desses oficiais idealistas que nasceu a iniciativa de se criar o Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA), em São José dos Campos. Em adição ao ITA, foram criados, posteriormente, os Institutos de Pesquisas, nas diversas especialidades, constituindo-se, então, o Centro Técnico Aeroespacial (CTA).

São José dos Campos, no início da década de 1950, era uma pacata cidade climática. Jamais, naquela época, poder-se-ia supor que, ao seu redor, se instalaria o atual complexo industrial, e que, ali, vingaria o centro da indústria aeronáutica brasileira, hoje reconhecida não só no Brasil, mas também no exterior.

Vejamos como se deu este processo de transferência e desenvolvimento tecnológico, que esteve intimamente ligado ao processo educacional. *Não se pensou em comprar "pacotes tecnológicos" prontos.* Foi um processo a longo prazo, criativo e de convivência, no dia-a-dia, da juventude com os professores, cientistas e profissionais das mais variadas origens. Assim, foram atraídos para São José dos Campos profissionais e educadores, os melhores possíveis na época, do MIT, de Stanford, de Berkeley, da USP, do IME, da UFRJ e de outras Escolas, no sentido de formar engenheiros brasileiros que pudessem, em futuro próximo, enfrentar o desafio tecnológico no setor aeronáutico. Embora a visão inicial fosse o setor aeronáuti-

1 — Uma nova e promissora indústria oriunda na UFRJ, a EMBRACOMP, já surge, inspirada em valores e motivações semelhantes aos do modelo ITA — CTA — EMBRAER.

co, ela extrapolou-se para outras áreas de engenharia, não se esquecendo de que fazia parte do Brasil como um todo.

No sistema educacional adotado pelo ITA não houve somente a preocupação de formar o bom profissional, mas também o de incutir a mentalidade e a consciência de seu papel no cenário tecnológico brasileiro. Já, nos bancos escolares, os alunos adotavam o sistema de disciplina consciente. A atuação do regime escolar, o alto nível do ensino, a carga de trabalho acadêmico e o regime de tempo integral do professor, condicionavam o aluno ao trabalho constante e perseverante, atitude que se extrapolou para a vida prática.

A formação do manancial humano, a existência de laboratórios de ensaios e de aparelhos de testes e medidas utilizados no ensino e na pesquisa, aliados à política sábia do CTA, *colocando todos estes recursos à disposição* da indústria nascente, naquele momento histórico, atraiu e catalizou novas indústrias nos arredores daquele Centro. São José dos Campos tornou-se um complexo industrial de grande importância nacional.

Vale a pena mencionar, aqui, de passagem, um aspecto da visão ampla que tiveram os pioneiros da instituição. O ITA começou a formar engenheiros eletrônicos em 1951, em paralelo com o IME, oito anos antes da grande demanda destes profissionais, causada pelo crescimento rápido do sistema de telecomunicações brasileiro. O engenheiro aeronáutico vinha sendo preparado desde 1950, bem antes do crescimento da indústria aeronáutica, que se deu nos fins da década de 60.

A contribuição do ITA-CTA para o Ministério da Aeronáutica, para outros setores da indústria brasileira, assim como o sistema educacional brasileiro, não serão explorados neste trabalho em bases mais amplas. Concentrar-nos-emos no setor aeronáutico e no papel do CTA neste empreendimento, enfocando valores que estiveram presentes neste modelo, em que o Ensino, o Desenvolvimento Tecnológico e a Indústria estiveram intimamente comprometidos. Em particular, tomaremos, como caso em estudo, a EMBRAER, um fruto de relevância atual.

A INDÚSTRIA AERONÁUTICA — A EMBRAER

Mencionaremos os fatores, talvez mais relevantes, na visão de um ex-professor do ITA, que modelaram o aparecimento da EMBRAER, principal aparelho produtivo da indústria aeronáutica brasileira. Detalharemos esses fatores, por serem um exemplo típico de um modelo apoiado em bases educacionais, e que tem sido adotado pelo CTA desde os seus primórdios.

CONTEXTO: CONTINUIDADE

Em primeiro lugar, a infra-estrutura e o manancial humano resultantes de vinte anos de trabalho abnegado e constante de um grupo de pioneiros e visionários estavam disponíveis no CTA. Nesse trabalho, quase que anônimo, houve a preocupação de se transferir os conhecimentos científico e tecnológico através do convívio

com as pessoas. Técnicos, cientistas e professores de conhecido saber foram atraídos para São José dos Campos, o que, após atingir *uma massa crítica*, propiciou a disseminação de transferência do conhecimento tecnológico à juventude. Não se pensou em comprar "pacotes tecnológicos", para que não continuássemos, indefinidamente, simplesmente usuários de "caixas pretas" nos assuntos de tecnologia aeronáutica. Realmente, foi um processo sadio e a longo prazo, sendo este o que se enraíza, produz bons frutos e está aliado à criatividade. O *transplante tecnológico feito a curto prazo corre o risco de sofrer rejeição*.

Nesses 20 (vinte) anos de contexto do CTA/ITA, o idealismo, a paciência e a perseverança estiveram sempre unidos. Houve sérios problemas e insucessos, porém, após cada embate, sempre surgia um grupo renovado para levar a bandeira para a frente. Isto foi possível devido ao fato de o processo desenvolvido no CTA ter sido regenerativo, sempre provendo sucessores mais jovens, com os mesmos ideais de seus antecessores. Isto é, existiu sempre a continuidade de propósitos e de idealismo. A EMBRAER teve como berço este contexto de *continuidade*.

COMPROMETIMENTO ENTRE A PESQUISA E A INDUSTRIALIZAÇÃO

Um enfoque importante a salientar no modelo que levou ao aparecimento da EMBRAER, foi o forte *comprometimento* que existiu entre o desenvolvimento tecnológico promovido pelo CTA e a industrialização de seus resultados. Foi o mesmo grupo de pessoas que participou do desenvolvimento dos projetos aeronáuticos, que os industrializou e que, presentemente, detém a direção da empresa. A semente sadia do idealismo, inicialmente na pesquisa, se propagou para a industrialização e, agora, para o controle da empresa. Com isso, evitou-se a macrocefalia, fenômeno muito comum nas empresas estatais. Foi um modelo híbrido, digamos: preservaram-se as características de um modelo de iniciativa privada dentro do modelo estatal, conseguidas através *dos valores* que participaram no empreendimento, evitando-se assim os possíveis males da estatização pura e simples.

Um comprometimento entre a pesquisa e a industrialização gera uma maior seriedade nos projetos de pesquisa aplicada. Os resultados não ficam nas "prateleiras".

PRODUTO CONFIÁVEL

Um fator importante, na fase de industrialização de produtos de tecnologia sofisticada, vem a ser a confiança que o público e os órgãos governamentais depositam no produto a ser industrializado. Existe um *longo caminho a ser trilhado* entre o protótipo de laboratório e o protótipo industrial. A disposição que tenha o mesmo grupo de profissionais que desenvolve o protótipo de laboratório para também industrializá-lo, ou melhor, de se envolver no empreendimento industrial, será uma *demonstração de confiança* no produto desenvolvido por eles próprios. Esta confiança, decorrida do comprometimento entre a pesquisa e a industrialização, se

transmitirá naturalmente a toda Organização e aos Órgãos financiadores do Governo, sem os quais o novo empreendimento não teria condições de sobrevivência. A confiança gerada em torno do "Bandeirante" foi contagiante e transferiu-se também a outros produtos de nossa indústria aeronáutica. Um grupo de pesquisa que desenvolve um projeto e se esquia diante de um comprometimento mais rigoroso com a industrialização, ou com sua execução, corre o sério risco de deixar transparecer uma dúvida, dele próprio, em relação ao produto desenvolvido, condenando-o, talvez, a se tornar mais um produto a permanecer nas "prateleiras".

FORMAÇÃO DO PROFISSIONAL E DO EMPRESÁRIO

Analisando com mais detalhe o modelo de desenvolvimento que levou ao surgimento da EMBRAER, nota-se que o CTA não somente criou o engenheiro, o projetista, mas também o empresário aeronáutico. Infelizmente, o Brasil não possui empresários com experiência industrial em certas faixas tecnológicas mais sofisticadas e, mais ainda, dispostos a enfrentar sozinhos os altos riscos envolvidos. Esta é a realidade brasileira.

A formação do *futuro industrial* de áreas tecnológicas mais avançadas, *originando-se dos grupos incumbidos de desenvolvimento tecnológico* dos Institutos de Pesquisa, já é um fato conhecido nas Universidades Americanas, que têm como exemplo típico a Universidade Stanford. Segundo esse modelo, o empresário veio com as sementes iniciais. Foi moldado nos bancos escolares em sua especialidade. Na fase de pesquisa desabrocha a sua capacidade para a industrialização e motivação empresarial. A Universidade catalisa este processo. O controle decisório da empresa nascente cai, de modo natural, nas mãos do grupo engajado no empreendimento. Evita-se com isso criar-se uma empresa com a "Cabeça Pronta", com Diretores possuindo experiências heterogêneas, sem tradição no setor e já previamente designados. No caso da EMBRAER, o controle da empresa, felizmente, ficou também nas mãos de seus pioneiros. Foi uma solução natural. É preciso que os jovens de boa formação estão mais aptos a enfrentar.

Resumindo, não só o engenheiro e o contexto foram criados pelo CTA/ITA no aparecimento da indústria aeronáutica, mas, também, foi formado o *industrial aeronáutico*.

APOIO GOVERNAMENTAL

É conhecida a magnitude dos investimentos diretos e indiretos que os países desenvolvidos fazem no sentido de manter e desenvolver as suas indústrias tecnológicas de ponta. É patente o apoio dos EEUU a estas indústrias através de subsídios e outras formas. Isto, em especial, acontece com a indústria aeronáutica, chegando a ser, muitas vezes, motivo de honra nacional. Aqui no Brasil, a indústria aeronáutica também teve o seu apoio governamental, inicialmente feito através do Ministério da Aeronáutica, e hoje, complementado por outras organizações brasilei-

ras. Esta atitude é ainda mais válida dentro do contexto brasileiro, porque além da infra-estrutura básica ser carente, tem-se que enfrentar a competição externa, muitas vezes desigual e incontrolável.

O apoio do Governo não se restringiu ao aspecto financeiro somente. Houve também, antes de mais nada, um apoio de atitudes para vencer as resistências, horizontais e verticais, pressões e interesses internos e externos da época e, principalmente, a coragem de enfrentar o risco inerente ao empreendimento. Houve uma determinação clara e resoluta por parte do Governo.

Convém, no entanto, notar que o apoio à indústria aeronáutica não foi "paternalista", no sentido pejorativo da palavra. Exigiu-se a produtividade da empresa e grande parte dos incentivos foram através de encomendas parcialmente garantidas. Ela foi amparada como um filho na infância para, quando chegasse a fase adulta, ser posto no mundo para andar com seus próprios passos. Este é um ponto relevante do modelo: apoio direto governamental no início, deixando claro que este apoio continuaria indiretamente (regime de encomendas e incentivos), se a indústria se mostrar produtiva, o que exige métodos e disciplinas da iniciativa privada. O termo "produtivo", aqui usado, não significa lucro a curto prazo, mas a longo. É produzir no sentido amplo da palavra, isto é, ser um bem necessário à economia ou à segurança nacional e, principalmente, *contribuir para a enraização do conhecimento tecnológico dentro de nosso País*. A adoção de métodos e da disciplina da iniciativa privada garante que, ao longo do tempo, quando o interesse do Governo nesta área tecnológica declinar, o que longinquamente poderia acontecer, esta indústria poderá se privatizar e caminhar por si mesma.

OPORTUNIDADE PARA OS JOVENS

Outra característica interessante do modelo da indústria aeronáutica brasileira é que, tanto nos escalões superiores como no operacional, suas posições foram preenchidas predominantemente por elementos jovens. Os jovens precisam de horizontes e desafios para concretizarem seus ideais. Eles também têm suas ambições válidas. Se a EMBRAER fosse criada de cima para baixo, preenchendo todas as posições da direção da empresa por empresários arregimentados, casuisticamente ou politicamente de outras áreas (o Brasil é carente de empresários na área aeronáutica), sem que os jovens engenheiros que batalharam no setor tático vislumbrassem uma oportunidade para participar futuramente na direção da empresa, tenho as minhas dúvidas se a EMBRAER seria tão bem sucedida como hoje é.

Um bom estrategista vem a ser aquele que procura descobrir os vetores de interesses individuais dos componentes da equipe e compô-los na direção do vetor de interesse coletivo, apoiando esse sistema como um todo, sem violentar os interesses e aspirações individuais. No entanto, os interesses e aspirações individuais também poderão ser mudados, quando existir o idealismo. Porém, não se pode exigir idealismo de um indivíduo, sem que por ele seja consentido.

Em nossa opinião, os fatores e valores mencionados acima, consciente ou

inconscientemente, resguardando as devidas proporções, condicionaram o modelo que resultou no aparecimento da EMBRAER.

Finda esta parte histórica, tentaremos, na próxima seção deste artigo, depreender do material apresentado até este ponto, seus pontos relevantes, na forma de aspectos estratégicos.

V — ASPECTOS ESTRATÉGICOS DO MODELO DE DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIAS AVANÇADAS FUNDAMENTADO EM SISTEMAS EDUCACIONAIS

Na primeira parte deste trabalho tentamos evidenciar algumas das distorções e barreiras que, no desenvolvimento de certos setores tecnológicos mais avançados, têm dificultado atingir um nível satisfatório. Cada um de nós, que labuta nestes setores, está direta ou indiretamente comprometido com o problema e carrega uma parcela deste ônus.

A seguir, foram mencionados alguns modelos adotados para suprir o país com tais tecnologias mais avançadas, e comentários foram feitos baseados na mentalidade vigente e nas condições atuais da educação brasileira. Então, foram descritos exemplos de desenvolvimento tecnológico recentes, tanto no Brasil como no exterior. Desse material descrito, tentaremos depreender algumas linhas-mestras que comporiam o modelo de desenvolvimento, fundamentado em um sistema educacional realista e orientado para as necessidades do País.

Desejamos lembrar que não são as formas, a disposição dos organogramas, a composição das organizações, o que se pretende inovar. O importante é o conteúdo das mesmas. Portanto, para este trabalho, formas conhecidas como "privatização", "estatização", e outras mais — para as quais é importante definir o nível de educação e cultura em que elas se aplicam — são irrelevantes. O importante são os recursos humanos e como conseguir mecanismos que permitam às pessoas evoluírem, respeitando as suas individualidades, a níveis de educação, tais que o processo tecnológico seja uma extensão natural dos referidos mecanismos.

Cabe também, um alerta. Não poderemos esperar sair deste impasse espontaneamente. Cabe-nos assumir uma atitude. Nenhuma assistência técnica externa, governamental ou privada, por melhor que sejam as suas prerrogativas, preencherá o vácuo daquilo que não formos capazes de realizar com o *nosso próprio esforço*, trabalho e inteligência. Nenhum desenvolvimento tecnológico será incorporado ao nosso acervo, se não formos capazes de construí-lo, conscientemente, por nós mesmos. A cada dia que passa está ficando *mais valorizado o conhecimento, a competência, a tecnologia* como fatores de produção, em relação ao *próprio capital*.

Portanto, precisamos, antes de mais nada, de uma atitude firme e resoluta, aliada ao conhecimento, ao esforço, ao trabalho e ao bom-senso que poderão ser viabilizados, não com meia dúzia de profissionais e sim quando se atingir uma *massa crítica* de recursos humanos. E esta massa crítica só poderá ser atingida através de um *esforço nacional* para o desenvolvimento tecnológico, com bases numa educação voltada para os interesses brasileiros. As linhas-mestras e as idéias que poderiam fazer parte de uma estratégia de desenvolvimento tecnológico estão distribuídas nos comentários a seguir.

LINHA-MESTRA I — *O processo de desenvolvimento tecnológico só ocorre a longo prazo e, conseqüentemente, deverão existir mecanismos eficientes que lhe assegurem a continuidade.*

Embora esta linha-mestra pareça óbvia, ela é difícil de ser implantada. O processo de desenvolvimento que traz resultados duradouros, somente poderá ser realizado a longo prazo. As dificuldades das previsões orçamentárias e aquelas advindas das futuras alterações do contexto político são seus primeiros fatores adversos. Incluem-se também, aqui, os problemas de natureza imediatista que interferem nas tomadas de decisões. Não é tarefa fácil para o tomador de decisão saber contornar os interesses e pressões imediatistas. É pouco atraente ao Administrador fazer grandes esforços e investimentos naqueles setores, cujo retorno somente virá após seu mandato expirar. Ele não colherá os frutos que plantou e talvez nem os verá. O Administrador terá que estar inteiramente convicto de suas decisões, ser perseverante para mantê-las e suportar as pressões das áreas de conflito oriundas do setor operacional, que, muitas vezes, põem em risco a sua própria posição. Todos nós conhecemos exemplos de homens públicos dessa estirpe, que em suas épocas chegaram a ser mal interpretados, e somente décadas mais tarde, após terem passado as paixões e as disputas humanas, tiveram reconhecidos seus méritos.

Os objetivos a atingir pelo setor tático são predominantemente imediatistas, *não deixando também de serem importantes*. Este setor está preocupado com a sobrevivência, as disputas e os objetivos do dia-a-dia, que muitas vezes entram em choque com os objetivos a longo prazo, almejados pelo setor estratégico. Para minimizar os efeitos deste atrito e alcançar continuidade, mecanismos deveriam ser estimulados para que houvesse *uma regeneração continuada de líderes, oriundos do setor tático*, que continuassem a carregar, com o passar dos anos, os mesmos *objetivos estratégicos* de seus antecessores. Daí, resumirmos as idéias:

Os procedimentos estratégicos para atingir o desenvolvimento tecnológico deverão ser esquematizados tal que minimizem, tanto quanto possível, as áreas de atrito com o setor operacional.

Mecanismos devem ser adotados ou estimulados no sentido de que as decisões estratégicas, dentro da dinâmica natural da conjuntura, não sofram descontinuidades marcantes, e, concomitantemente, sejam evolutivas ao longo do tempo.

Este último critério, como se pode depreender, deverá ser respaldado por um sistema educacional bem fundamentado e realista que será assunto das próximas linhas-mestras. Dos exemplos historiados anteriormente, nota-se que o desenvolvimento tecnológico, baseado predominantemente em decisões não imediatistas, pode demorar a chegar, porém, quando chega, traz em seu bojo toda a infra-estrutura necessária e devidamente enraizada no País.

LINHA-MESTRA II — *O processo de desenvolvimento deverá estar intrinsecamente associado a um sistema educacional realista.*

De passagem, foi mencionado que o fator continuidade do processo de desenvolvimento deveria ser respaldado em um sistema educacional realista, de boa qualidade e especializado em seus diversos níveis. A Linha-Mestra II torna explícita a sua importância.

O processo de desenvolvimento, de uma maneira geral, se fundamenta, desde as suas origens, na educação. E isto se torna crucial no setor científico e tecnológico. Necessário se faz que o conhecimento tecnológico se difunda na juventude, em maior escala, para aumentar a *capacitação técnica instalada* em nosso país. É este *contingente humano* que formará a *infra-estrutura necessária* para a elaboração dos projetos, sua absorção e sua produção industrial. Mesmo para as soluções mais imediatistas, como copiar os "pacotes" tecnológicos, exige-se para a sua absorção um grande esforço educacional: o Japão, no início do século, fez um investimento maciço em educação, devidamente orientado para suas necessidades, que se reflete até os dias de hoje.

Um esforço especial deverá ser feito no sentido de que *cada componente* envolvido no processo de desenvolvimento esteja *consciente do seu papel* para atingir o objetivo final. Desde o início, e tanto quanto possível, as razões e os objetivos deveriam ficar bem claros e explícitos, para que as pessoas envolvidas, naturalmente os possam aceitar. Ilustrando, o ideal seria conseguir, de cada pessoa envolvida no processo, resposta semelhante à do pedreiro que assentava tijolos numa construção, quando lhe perguntaram o que fazia: "Estou construindo uma catedral", respondeu com orgulho. O exemplo é um pouco simplista, porém quando extrapolado, mostra claramente qual deveria ser o estado de espírito de cada indivíduo envolvido diretamente ou indiretamente no processo desafiante do desenvolvimento tecnológico brasileiro.

CONCLUINDO AS IDÉIAS:

O sistema educativo deverá ser auto-regenerativo, tal que estimule a participação espontânea dos seus componentes, fazendo com que esta participação se propague aos seus sucessores.

LINHA-MESTRA III — *Envidar todos os esforços para aprimorar o sistema educacional.*

Esta linha-mestra é uma extensão natural da anterior. Uma primeira reação, por parte de algumas pessoas, contra a idéia de se basear predominantemente na Universidade brasileira o processo de desenvolvimento tecnológico, vem a ser a forma como ela está estruturada e concebida, hoje em dia. Este fato não é relevante para este trabalho, pois o enfoque é dado aqui nas estratégias que induzem à mudança de comportamento e de atitudes *das pessoas*, e não nas formas organizacionais. Estas decorrem de como elas se comportam. Dentro deste espírito de aprimoramento, faremos algumas assertivas ideais que induzam tais mudanças de comportamento.

Inicialmente, desejaríamos que:

O ensino nas Escolas ou Institutos de Engenharia e sua Pós-Graduação possuíssem melhores padrões possíveis.

Como os recursos são limitados seria quase impossível atingir globalmente esta meta ideal, dentro do quadro atual brasileiro. No entanto, parcialmente, esta meta poderia ser atingida se cada uma das Universidades Brasileiras se dedicasse, com maior profundidade, a um setor tecnológico, levando em conta os seus interesses específicos e os aspectos de regionalidade. Por exemplo, a Universidade A se dedicaria ao setor de mecânica fina, a Universidade B ao setor de energia nuclear, etc. Dentro deste espírito seria apropriado:

Catalisar a setorização tecnológica em algumas Universidades Brasileiras, levando em conta as necessidades regionais e globais do país, sem violentar os interesses peculiares universitários.

Deseja-se ressaltar que a setorização tecnológica deverá ser feita de uma maneira cuidadosa e abrangente, aproveitando-se os grupos que espontaneamente já se dedicam à pesquisa das tecnologias de vanguarda.

O que se visa atingir com esta assertiva é reunir *uma massa crítica* de recursos humanos (e materiais) especializados de um setor tecnológico, em local adequado. Só a partir desta massa crítica o processo de desenvolvimento tecnológico no setor estará em melhores condições de ser deslançado. (Veja observação 1, adiante.)

Associados a esta concentração de recursos humanos já disponíveis no Brasil, poder-se-iam adicionar aqueles de origem estrangeira. Poder-se-ia criar condições de atração para que cientistas e professores estrangeiros, altamente qualificados, residam no país por *longos períodos*, ou mesmo, que aqui se *radiquem*. Naturalmente deveriam haver critérios de seleção dentro dos setores tecnológicos de interesse brasileiro. Este seria um mecanismo de transferência de tecnologia muito mais barato e eficiente do que a simples compra de "pacotes" tecnológicos. Relembramos que isto aconteceu nos EE.UU., nos primórdios do desenvolvimento da energia nuclear e de sua indústria aeroespacial. Daí, concluímos:

Criar condições de atração para que cientistas e profissionais estrangeiros descomprometidos residam no país, vinculados aos Institutos ou Escolas de Engenharia Brasileiras.

A expressão "estrangeiro descomprometido" tem um sentido bem amplo. Significa que ele venha desligado de seus compromissos anteriores e deseje ser assimilado pela sociedade brasileira espontaneamente. O custo social deste homem especializado, para o Brasil, seria muito baixo. Todo o custo da sua formação, da acumulação de experiência e conhecimentos já foi pago por seu país de origem. Ele virá ao país para ensinar, produzir, no convívio do dia-a-dia, juntamente com os brasileiros. E, no momento, parece-nos que o mercado internacional, para este tipo de profissional, está saturado naqueles países em fase mais adiantada de desenvolvimento. Talvez seja o momento de ser explorada esta oportunidade histórica.

Conseqüentemente, esta acumulação setorial de recursos humanos daria maior rendimento às atividades de pesquisa. Dentro deste quadro, *para as condições atuais brasileiras* seria conveniente que:

A pesquisa aplicada, nos setores da tecnologia mais avançada, fosse convenientemente orientada para as necessidades nacionais, e em especial, objetivando o desenvolvimento do parque industrial brasileiro.

Inicialmente, seria feito um levantamento das necessidades regionais, dentro do quadro nacional, isto é, quais os problemas existentes e produtos tecnológicos carentes que mereceriam atenção por parte da pesquisa universitária. Então, seriam programadas as linhas de pesquisa dentro de cada setor adotado pela Universidade. Dentro desta idéia, como fator de incentivo, poder-se-iam estimular professores e pesquisadores a, novamente, desenvolverem *protótipos de laboratórios*, objetivando *patentes industriais*. Estes trabalhos poderiam ter o mesmo valor, ou até mais, comparados com os artigos publicados, hoje em dia, em revistas especializadas no estrangeiro, para contagem de pontos como mérito nas promoções dos professores, dentro da carreira universitária. Daí, a sugestão:

Incentivar a pesquisa aplicada para a elaboração de protótipos de laboratórios que resultem em produtos tecnológicos de interesse nacional, passíveis de serem fabricados pela indústria brasileira.

Vale a pena lembrar que este procedimento era adotado pelas Universidades americanas, nas décadas de 40 (quarenta) até 60 (sessenta), quando suas indústrias de tecnologias mais avançadas estavam nascendo e *não* estavam ainda em condições financeiras de *arcarem com seus próprios Departamentos de Pesquisa*. A Universidade americana foi a semente do seu atual parque industrial.

Atualmente, os rumos da pesquisa nas áreas de Engenharia das Universidades americanas têm mudado. Existe uma tendência de elas se concentrarem nos aspectos puramente científicos e teóricos dos assuntos, propiciando uma avalanche e supervalorização dos artigos publicados. O desenvolvimento de produtos tecnológicos foi *repassado* para as indústrias que, hoje já consolidadas e fortes, possuem seus próprios Departamentos de Pesquisa e Desenvolvimento. *A indústria brasileira ainda não atingiu este estágio.* (Veja observação 2, adiante.)

De passagem, vale a pena mencionar que existe uma tendência, na Pós-Graduação de Engenharia brasileira, para adotar as regras atuais dos países mais

desenvolvidos, no que toca à contagem de pontos pelo número de artigos publicados por seus professores. Isso tem seu mérito acadêmico. No entanto, seria conveniente, *para as condições atuais brasileiras*, fazer uma revisão dessas regras, a fim de também valorizar os trabalhos de pesquisas aplicadas que objetivassem um produto tecnológico para a indústria nacional. *A nossa indústria tecnológica nascente não poderá arcar totalmente ainda com o custo do desenvolvimento tecnológico* de seus protótipos. A Universidade brasileira deverá ajudar neste processo, a exemplo do que fizeram suas irmãs estrangeiras, nos primeiros estágios do desenvolvimento tecnológico de seus países.

Observação 1:

Massa crítica de recursos humano não significa, de maneira alguma, massificação dos processos, massificação Universitária e abrir escolas desordenadamente. Significa conseguir um número apropriado de pessoas credenciadas, talentosas e vocacionadas para enfrentar o desafio futuro em assuntos tecnológicos. Elas apareceriam através de processos seletivos e naturais, pautados em padrões de excelência.

Observação 2:

É conveniente aqui fazer um esclarecimento relevante. As idéias apresentadas *não* colidem com os esforços no ensino e na pesquisa das ciências básicas em seus aspectos puramente teóricos. São estes importantes esforços que dão continuidade à ciência, possibilitando sua aplicação futura. O que se deseja é um melhor balanceamento das atividades de pesquisa, não se esquecendo que os recursos são limitados e a indústria das tecnologias de vanguarda, baseada em projetos brasileiros, ainda é incipiente. Em outras palavras, não esquecer as limitações impostas pela realidade brasileira.

LINHA-MESTRA IV — *Detectar, incentivar, apoiar os talentos e os valores naturais que poderão compor novas iniciativas empresariais.*

A indústria de produtos que utilizam tecnologias avançadas, no contexto atual brasileiro, é de alto risco. Isto é devido não somente à falta de infra-estrutura própria como, também, pela alta competitividade das empresas alienígenas que já possuem as suas tecnologias desenvolvidas no estrangeiro. Além de tudo, são indústrias que *dão retorno* somente a *longo prazo*. Portanto, isto representa um desafio àqueles brasileiros que desejam dedicar-se a estas novas atividades. Isto poderá envolver uma opção de vida. Nada melhor do que elementos jovens, de boa formação, para se incumbirem desta tarefa em sua plenitude. Em geral, é da natureza humana que o homem se dedique a atividades que lhe dêem retorno *dentro de seu horizonte profissional*. E o jovem tem este pré-requisito: seu horizonte profissional é de décadas, aliado ao fato de ser a juventude o período da vida humana mais marcado pelo idealismo e vontade de realizar.

O talento natural do jovem é predominantemente revelado nos bancos escolares e nos trabalhos de pesquisa. Nesta fase de sua vida ele se envolve em iniciativas que, se forem devidamente apoiadas e orientadas, poderão dar grandes frutos ao país. É preciso, portanto, que o educador esteja consciente destas possibilidades, e, em adição ao aspecto acadêmico da educação, também estimule e incentive os jovens naturalmente talentosos a levarem suas primeiras iniciativas *em direção ao vetor nacional*. É o termo vulgarmente chamado de "o olho clínico" para descobrir as vocações. E nada melhor do que a Universidade para o desabrochar destas iniciativas. Lembramos que o Brasil é carente de empresários com experiência nas áreas tecnológicas mais avançadas. Nesta fase embrionária de desenvolvimento, ele poderá aparecer, naturalmente, com a semente, isto é, entre as pessoas envolvidas com o desenvolvimento dos protótipos, ou com as primeiras tentativas de industrialização.

A Universidade não deveria ficar somente no processo de descobrir os talentos e vocações naturais dos futuros profissionais e empresários. Deveria avançar um pouco mais no terreno prático. Para o contexto atual brasileiro, no qual a indústria de tecnologias avançadas está começando a brotar, a Universidade poderia apoiar diretamente estas iniciativas em suas fases embrionárias. Poderia, através do apoio dos órgãos financiadores, arcar com o desenvolvimento dos projetos, fornecer a cooperação técnica de seus professores e proporcionar às referidas indústrias o uso das horas ociosas de seus equipamentos de laboratórios para testes e medidas, naturalmente, sob condições regidas por convênios que resguardassem seus interesses mútuos. Este cordão umbilical seria aos poucos desligado, à medida que a indústria crescesse e se consolidasse e, atingindo a fase adulta, pudesse andar pelos seus próprios passos. Desse ponto em diante, talvez, a Universidade se beneficie diretamente com os bons frutos da árvore que plantou.

Não é fato inusitado, indústrias, já consolidadas e bem sucedidas, fazerem contribuições educativas e fornecerem recursos financeiros para financiar a pesquisa e desenvolvimento de interesse da própria Universidade. Dentro desta linha, resumimos:

Para as condições atuais brasileiras, a Universidade, além da sua contribuição educacional e de estímulo às vocações naturais, poderia apoiar as iniciativas embrionárias de indústrias de tecnologias avançadas, utilizando-se de mecanismos que aproveitassem os espaços vazios universitários — recursos humanos e materiais — sem que isto violentasse outras atribuições específicas e acadêmicas da própria Universidade.

Ainda dentro do apoio de pesquisa da Universidade à Indústria, principalmente nos primeiros estágios de formação desta última, mecanismos deveriam existir para torná-la mais eficiente. Uma estratégia seria comprometer parte das responsabilidades dos trabalhos da pesquisa com a futura industrialização de seus resultados. Isto minimizaria as possibilidades dos resultados da pesquisa ficarem inacabados, ou mesmo, simplesmente arquivados nas prateleiras. Isto faria também com que os projetistas não esquecessem de incluir nas especificações do projeto os

problemas inerentes à industrialização, como, por exemplo, a logística das componentes nos mercados interno e externo e a simplificação dos procedimentos de manutenção e montagem. Numa fase pioneira esta estratégia poderia ser ampliada um pouco mais: permitir que uma *parte do grupo*, envolvido na pesquisa, vislumbresse uma oportunidade de *participar*, não somente na *industrialização* de seu protótipo de laboratório como, também, na direção do futuro empreendimento, como aconteceu com Hewlett, Packard, e na EMBRAER, etc. Um dos motivos que levou o CTA a criar o seu Instituto de Fomento Industrial, foi institucionalizar o esforço que aquele Centro vinha fazendo, como um todo, no sentido de levar os resultados da pesquisa aplicada a um melhor aproveitamento pela indústria brasileira. Com estas idéias em mente, resumimos:

Criar mecanismos para que exista uma forte interligação entre os resultados da pesquisa aplicada e a industrialização.

Felizmente, já existe para a Universidade brasileira uma abertura para se institucionalizar a premissa acima. Ela é dada pelo Art. 10 do Decreto-lei 252, que diz:

"A Universidade, em sua missão educativa, deverá estender à comunidade, sob forma de cursos e serviços, as atividades de ensino e pesquisa que lhe são inerentes" — explicitados no seu parágrafo único "... e devem ser desenvolvidos mediante a plena utilização dos recursos materiais e humanos da Universidade...". O que falta é a aplicação mais generalizada deste instrumento para o desenvolvimento das tecnologias de ponta.

O leitor deverá estar pensando: com os inúmeros problemas que enfrenta a Universidade brasileira, desde as motivações salariais, as carreiras dos docentes, e aqueles peculiares de sua organização, como se pode querer exigir ainda mais da Universidade? No entanto, somos de opinião que problemas de ordem geral *não invalidam esforços concentrados em alguns de seus setores tecnológicos*, visto que, a longo prazo, talvez tragam estímulos e motivações que levem a resolver estes problemas. Se ficarmos à espera da solução dos problemas de ordem geral, para só então tratar dos setoriais, possivelmente permaneceremos, ainda por muito tempo, no estágio atual de nosso desenvolvimento tecnológico.

VI — CONCLUSÕES

Repetiremos as principais idéias e sugestões espalhadas neste trabalho, tentando resumi-las nos itens a seguir:

a. O desenvolvimento sadio das tecnologias de vanguarda somente ocorrerá a longo prazo. *O transporte tecnológico feito a curto prazo corre o risco de sofrer rejeição.*

b. Para um primeiro estágio, o desenvolvimento das tecnologias de ponta deverá estar respaldado *em sistemas educacionais* convenientemente orientados para as necessidades brasileiras, não se esquecendo de aproveitar a experiência comprovada de instituições nacionais ou estrangeiras. Estes sistemas deverão estimular e incentivar a participação espontânea de seus componentes, para que os objetivos iniciais não sofram solução de continuidade e se propaguem aos seus sucessores.

c. No processo de desenvolvimento das tecnologias de ponta, é necessário apoiar os talentos e valores naturais de elementos jovens, que poderão compor novas iniciativas empresariais. Em outras palavras, descobrir o futuro industrial ou empresário em potencial, nos grupos incumbidos do desenvolvimento tecnológico nas Universidades ou Institutos de Pesquisas. Esta estratégia tem duas vantagens principais:

1. Evita-se criar empresas de "cabeça pronta", com diretores arregimentados na última hora, possuindo experiências heterogêneas e sem tradição no setor específico. A formação do *futuro industrial* de áreas tecnológicas mais avançadas, *originando-se dos grupos incumbidos de desenvolvimento tecnológico* dos Institutos de Pesquisa, já é um fato conhecido nas Universidades americanas, que têm como exemplo típico o pólo industrial criado ao redor da Universidade Stanford, e repetiu-se aqui, no Brasil, no modelo CTA — ITA — EMBRAER. Segundo esse modelo, o industrial vem com as sementes iniciais. É moldado nos bancos escolares em sua especialidade. Na fase de pesquisa desabrocha a sua capacidade para a industrialização e, finalmente, adquire o controle da empresa. A Universidade catalisa este processo. O controle decisório da empresa nascente, seja ela estatal ou privada vem de modo natural para as mãos do grupo inicial engajado no empreendimento, grupo este que mais facilmente possuirá a dedicação imprescindível para o cumprimento da missão.

2. Outra vantagem é gerar um maior comprometimento entre a pesquisa tecnológica e a industrialização. A disposição que o grupo de profissionais que desenvolveu o protótipo tenha para industrializá-lo, ou melhor, de se envolver no empreendimento industrial, será uma *demonstração de confiança no produto* desenvolvido por eles próprios. Esta confiança, que decorre do comprometimento entre a pesquisa e a industrialização, se *transmitirá naturalmente* a toda Organização e aos Órgãos de fomento do Governo, sem os quais o novo empreendimento não teria condições de sobrevivência. A confiança gerada em torno do "Bandeirante" foi contagiante e transferiu-se também a outros produtos de nossa indústria aeronáutica. Um grupo de pesquisa que desenvolve um projeto e se esquiva diante de um comprometimento mais rigoroso com a industrialização ou com a *sua execução*, corre o sério risco de deixar transparecer uma dúvida, dele próprio, em relação ao produto desenvolvido, condenando-o a tornar-se mais um produto a permanecer nas "prateleiras".

Para tentar atingir os objetivos sugeridos nos itens acima, um esforço especial deverá ser feito para aprimorar o sistema educacional atual nos setores das tecnologias de ponta, enfocando os seguintes pontos:

a. Elevar os padrões de ensino das Escolas de Engenharia e sua Pós-Graduação.

b. Catalisar a setorização tecnológica em algumas Universidades brasileiras, levando em conta as necessidades regionais e globais do País, sem violentar os interesses peculiares universitários, aproveitando os grupos que espontaneamente já se dedicam à pesquisa e desenvolvimento das tecnologias de vanguarda. Isto propiciará a formação de uma massa crítica de recursos humanos e materiais, para se dar a partida do processo de desenvolvimento tecnológico no setor específico.

c. Criar condições de atração para que cientistas e profissionais estrangeiros, descomprometidos, venham residir no País, vinculados aos Institutos ou Escolas de Engenharia brasileiras.

d. A pesquisa aplicada, nos setores da tecnologia mais avançada, deverá ser incentivada com ênfase para as necessidades nacionais e, em especial, objetivando o desenvolvimento do parque industrial brasileiro.

e. Incentivar a pesquisa universitária aplicada para a elaboração de protótipos de laboratórios que resultem em produtos tecnológicos de interesse nacional, passíveis de serem fabricados pela Indústria brasileira.

f. Para as condições atuais brasileiras, a Universidade, além da sua contribuição educacional e do estímulo às vocações naturais, poderia apoiar as iniciativas embrionárias de indústrias de tecnologias avançadas, utilizando-se de mecanismos que aproveitam os espaços vazios universitários — recursos humanos e materiais — sem que isto violentasse outras atribuições específicas e acadêmicas da própria Universidade.

g. Criar mecanismos para que exista uma forte interligação entre os resultados da pesquisa aplicada e a industrialização.

Particularizando, no que tange aos problemas de industrialização das tecnologias de ponta, propõe-se atitudes equilibradas para evitar, de um lado, uma falsa euforia de auto-suficiência e, por outro lado, um completo desânimo e descrédito de nossa capacidade. Com estes propósitos em mente, para um primeiro estágio de desenvolvimento das tecnologias avançadas sugere-se:

a. Desenvolver projetos que resultem *produtos finais*, visando atender, em especial, ao mercado interno em expansão (levando em conta, naturalmente, os fatores da economia de escala).

b. Não tentar, de início, fabricar no Brasil todas as componentes que compõem o *produto final*. Não se vive isolado do mundo. O princípio das vantagens comparativas tem que ser respeitado no seu devido tempo. Caso contrário, se cairá em soluções xenófobas e irrealis.

c. As medidas sugeridas nos dois itens acima tendem a repassar a dependência tecnológica do produto final para as de seus componentes. Felizmente, pode-se mostrar que a dependência tecnológica de componentes, dos pontos de

vista econômico e de segurança, é muito menos crítica do que a dependência tecnológica de produtos finais.

A dependência tecnológica dos componentes pode ser minimizada com uma apropriada logística de aquisição. Felizmente, componentes são fabricados por *diferentes* fornecedores em *diferentes* países do mundo. É neste esquema de diversificação de fornecedores para componentes que funciona a maioria das empresas multinacionais.

d. Repetindo, o importante para o primeiro estágio de desenvolvimento das tecnologias avançadas é ter o *produto final projetado no Brasil* e industrializado por empresas brasileiras. As componentes seriam importadas, baseadas em uma logística de aquisição conveniente. Em um segundo estágio, à medida que a demanda pelo produto final aumentasse, e a economia de escala permitisse, as componentes começariam também a ser fabricadas, no Brasil, através de incentivos à indústria subsidiária.

FONTES CONSULTADAS

- Decreto-lei Nº 252, de 28 fev. 67 — H. Castello Branco e Raymundo Moniz de Aragão.
- Decreto-lei nº . . . de 28 nov. 68 — A. Costa e Silva e Tarso Dutra.
- Dados Históricos Sobre o IME-F. Agra-Lacerde de Almeida.
- Educação — Direito e Necessidade — Exposição feita à Comissão de Educação e Cultura do Senado Federal — Raymundo Moniz de Aragão.
- Report on Computer Technology for Development da ONU — 1970 — H. D. Huskey e outros.
- A Computer Oriented Economic Planning Model for a Country in Rapid Development — 1972 — Tese de Doutorado, Universidade da Califórnia, Tércio Pacitti.
- História da Força Aérea Brasileira — 1967 — Imprensa Nacional — Ten.-Brig. Nelson F. Lavanère Wanderley.
- Tecnologia e Transferência de Tecnologia — ECEME — 1977 — Ten.-Cel. Waldimir Pirró e Longo.
- Programa de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Ciência e Sociedade — Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, Vol. 2 — Nº 8 — Rio 1973 — José Pelúcio Ferreira.
- Desenvolvimento de Tecnologia — COPPETEC — COPPE-UFRRJ — Flávio Grynspan.
- Avaliação e Perspectiva do PBDCT — Área das Ciências de Computação — CNPq, 1976.
- A Universidade Católica Face ao Pluralismo Cultural — PUC/RJ 1977 — J. Augusto Mac Dowell.