

É possível uma tecnologia *made in Brazil*?*

CLÁUDIO DE MOURA CASTRO **

O Brasil encontra-se em um nível razoavelmente maduro industrialmente, já se podem perceber ilhas de competência no sistema educacional e uma boa tradição de ensino industrial, havendo, ainda mais, o início de institucionalização de uma comunidade científica. Diante desses avanços, cabe perguntar: O País tem condições de gerar sua própria tecnologia? O artigo defende a posição de que existem condições para uma indústria de serviços tecnológicos se houver mecanismos que a protejam da concorrência externa, que ofereça tecnologia barata e confiável. Os argumentos são semelhantes àqueles utilizados para a proteção da indústria nascente. Essas proposições são ilustradas com os casos das indústrias farmacêutica, automobilística, informática e bélica, buscando-se demonstrar que nos casos onde não houve proteção — natural ou criada — não se observou a criação de tecnologia nacional. Nesse sentido, sugere-se que é mais importante aquela ação do Governo que cria condições de proteção do que os mecanismos de apoio e financiamento à atividade tecnológica.

1 — Introdução

Quais as perspectivas de que o Brasil produza tecnologia? No presente ensaio, tenta-se mostrar que isto é possível, mas apenas de forma seletiva e se houver políticas públicas adequadas. O desenvolvimento tecnológico somente terá sucesso quando barreiras naturais ou artificiais protegerem o esforço nacional da competição externa.

Jamais deixaremos de nos maravilhar com as realizações tecnológicas dos países ricos. Em contraste, são ínfimas as perspectivas de que quaisquer inovações tecnológicas venham dos países mais pobres. Contudo, há alguns países de níveis intermediários de industrialização

* O autor agradece os comentários muito úteis de Paulo Lemos, João Batista de Oliveira, Anna Luiza Ozorio de Almeida, Hubert Schumitz, Manoel Fernando Louzada Soares, A. Benachenou e de dois comentaristas anônimos desta revista, sendo, todavia, o único responsável pelo texto final.

** Do Centro Nacional de Recursos Humanos do IPEA.

em que a situação é nebulosa. Alguns se tornam progressivamente mais viciados em transferências tecnológicas dos países ocidentais. Mas, ao mesmo tempo, a experiência industrial e uma crescente capacidade de pesquisa e desenvolvimento parecem gerar as precondições para uma geração local de tecnologia própria nesses países.

O Brasil é um excelente exemplo de um país que se torna industrialmente maduro. Já adquiriu significativa experiência com treinamento técnico, bem como gerou uma comunidade acadêmica de tamanho razoável e que produz um fluxo crescente de artigos e publicações de nível internacional. Portanto, ao mesmo tempo em que se torna um ávido consumidor de tecnologia (próximo de US\$ 300 milhões foram oficialmente pagos em *royalties* e assistência técnica nos anos recentes), o País estaria adquirindo todas as condições necessárias para a produção de tecnologia.

O presente ensaio é uma tentativa de examinar as condições de desenvolvimento tecnológico do Brasil, utilizando como ilustração quatro setores industriais, escolhidos pela sua importância (as indústrias farmacêutica e de transportes, dois dos setores escolhidos, respondem por 12,7% do produto industrial total) e porque exibem um crescimento rápido e apresentam resultados sumamente diferenciados em termos de seu êxito em gerar tecnologia.

2 — As precondições para pesquisa e desenvolvimento

2.1 — O desenvolvimento industrial

Tal como medido pelos indicadores usuais, o Brasil vem exibindo taxas elevadas de crescimento econômico nas últimas décadas. De fato, de 1967 a 1973 o produto bruto cresceu a uma taxa anual de 11% e a indústria a 13%. Até mesmo em 1981 o produto cresceu a 8%, enquanto a participação da indústria no PNB foi de aproximadamente 30%.

A escassez de divisas durante a Depressão e a II Guerra Mundial parece ter criado incentivos para o processo de substituição de importações, representando uma expansão considerável no então incipiente parque industrial. Algo já se havia feito no século XIX, ocorrendo alguns esforços dispersos de industrialização desde esse período.

Mas o Brasil sempre foi muito dependente de produtos importados. Sapato e manteiga eram importações comuns antes da II Guerra, assim como pentes e brinquedos de plástico ainda foram importados após a Guerra. Não obstante, por esse tempo a indústria de bens de consumo estava começando a amadurecer. Mais adiante, consideráveis esforços foram concentrados na indústria de bens de capital.

O crescimento da indústria de bens de consumo, de certa forma, foi errático, sendo protegido por grandes desastres como a Depressão e a Guerra e encontrando sempre a oposição dos defensores da "vocação agrícola" do Brasil. Já o desenvolvimento da indústria pesada requeria um esforço muito mais deliberado e bem focalizado, dadas as suas necessidades de energia, transportes e vínculos inter-industriais. Para tanto, foi criada uma rede complexa de tarifas protecionistas e institui es financeiras. E, a fim de que pudesse ser mobilizada a vontade política para esse esforço, uma polariza o social muito intensa – em termos de doutrinas desenvolvimentistas e industriais – foi necessária. Esta última observa o torna-se muito pertinente, já que situa o muito parecida ocorre hoje com respeito   prote o da tecnologia brasileira.

O processo de substitui o de importações brasileiro sofreu severas críticas em termos de seus custos sociais, pelo abandono em que foi deixada a agricultura, pelo agravamento da concentra o espacial da economia e pela fra o modesta de benefícios auferidos pelos níveis mais baixos. N  obstante, julgado dentro de seus méritos e objetivos, foi um resultado impressionante. Em algumas décadas, o Brasil tornou-se auto-suficiente na manufatura de praticamente tudo, restando apenas algumas maquin rias e instrumentos sofisticados ainda não produzidos aqui. Nas importações, passaram a predominar as matérias-primas (petróleo, carvão, trigo e produtos químicos), enquanto que as exportações de 1982 incluíram 58,4% de produtos manufaturados.

De fato, máquinas-ferramenta de controle numérico, aviões, carros blindados, foguetes, sapatos, têxteis, automóveis e eletrodomésticos são alguns produtos das linhas de exportação recentemente desenvolvidas. Em resumo, o Brasil converteu-se na sétima economia industrial do mundo, exibindo um amplo espectro de produção de bens de consumo e capital, assim como níveis elevados de complexidade tecnológica.

2.2 — Educação ¹

As realizações do Brasil na educação têm sido bastante medíocres, quando aferidas pelas estatísticas agregadas. Não obstante, como o País é imensamente heterogêneo, as médias não têm maior significado. Considere-se apenas que o Estado de São Paulo tem um produto bruto maior do que quase todos os estados norte-americanos. Ao mesmo tempo, um Estado como o Piauí compara-se ao mais pobre dos países latino-americanos.

Um sucesso considerável tem sido obtido em atrair as crianças para a escola. De fato, nas regiões mais prósperas, a proporção de crianças que se matriculam atinge 90% da faixa etária, embora o sistema falhe horripelantemente ao não conseguir mantê-las na escola por um período suficiente. Cerca de metade abandona a escola antes de chegar à segunda série e apenas um quarto termina a quarta série. Não mais do que 10% terminam a escola secundária.

Mas o que realmente interessa do ponto de vista da industrialização e dos problemas que discutimos aqui não são os analfabetos do Nordeste rural, mas a força de trabalho razoavelmente bem educada no eixo Rio de Janeiro-São Paulo.

É interessante registrar a presença de uma dualidade dentro do sistema de educação superior. Logo após o explosivo crescimento entre 1968 e 1975, quando a matrícula passou de 278.295 para 772.800, a educação torna-se cada vez mais heterogênea. Modestís-

¹ Os dados numéricos sobre a pós-graduação provêm de um ensaio inédito de Aldemir Gracelli e Cláudio de Moura Castro.

simas instituições privadas e municipais coexistem com universidades públicas caras e sofisticadas. Note-se que muitas dessas instituições privadas cobram anuidades menores do que algumas pré-escolas, enquanto que o orçamento da USP compara-se com o de Harvard.

Naturalmente, toda a pesquisa básica é feita nas universidades ou em instituições que operam cursos de pós-graduação. Daí estar mais próxima dos interesses deste ensaio a evolução da educação pós-graduada, que passou de 1.532 para 38.748 estudantes entre 1979 e 1981. O número de mestres e doutores formados em 1981 foi de 5.368 e, mais ainda, a cada ano quase mil alunos terminam seus doutorados no exterior.

Se definimos pesquisadores de alguma estatura intelectual pelo seu currículo acadêmico e tipo de emprego, é interessante observar que, em 1980, havia 7.787 doutores nas escolas de pós-graduação. Se adicionamos os pesquisadores de instituições não acadêmicas, bem como outros formalmente menos qualificados, esse número facilmente se triplica.

As publicações constituem-se num bom indicador da atividade científica. Em 1981, havia 900 periódicos científicos ativos, dos quais cerca de 600 eram considerados aceitáveis por uma avaliação realizada pelos consultores da CAPES. A contagem total de artigos esse ano foi de 13.074, dos quais 3.587 publicados no exterior. Se supomos que os autores potenciais são os doutores das universidades, isso significa quase dois artigos por pesquisador/ano. Tal desempenho é adequado pelos padrões internacionais, particularmente considerando que uma boa proporção dos programas ainda está lutando com questões básicas de organização e um número significativo ainda não completou seu primeiro ciclo de pesquisa-relatório-publicação.

De fato, a concentração de publicações num pequeno número de instituições é notável. A USP é responsável por cerca de 30% de todas as publicações internacionais, enquanto 10% dos programas publicam 80% dos artigos. Os coeficientes de concentração de Gini para a maior parte das áreas estão entre 0,6 e 0,7, isto é, entre 60 e 70% dos programas vêm de 10% dos programas.

Provavelmente, a qualidade dos artigos não é menos heterogênea do que o sistema que o gera. Seria difícil, contudo, dizer que pro-

porção atinge padrões internacionais, talvez uma fração pequena dos 13.000 e, certamente, muito menos do que metade.

Apesar de alguns êxitos maiores, a educação pós-graduada padece de alguns problemas sérios. Mil programas é demasiado, pulverizando excessivamente os recursos e o talento. Há disparidade na qualidade e na produtividade. Ademais, os mecanismos de financiamento ainda são precários e excessivamente dependentes de recursos não orçamentários ou projeto a projeto, estando alguns programas ainda severamente subfinanciados. Em grau maior do que nos países cientificamente maduros, a definição de linhas de pesquisa refletiria fatores aleatórios ou a influência dos temas de tese mais do que o esforço concentrado para definir temas prioritários. Não se trata aqui de advogar "mais pesquisa aplicada", mas sim da necessidade de maior foco e premeditação do esforço coletivo dos cientistas. É necessária massa crítica para que resultados significativos possam ser obtidos. Não obstante todos esses desencontros, o setor exhibe enorme vitalidade e uma estrutura essencialmente sadia.

O que realmente interessa em nosso argumento é que *enclaves* de qualidade muito elevada podem ser virtualmente encontrados em todos os níveis e disciplinas, constituindo-se numa proporção diminuta da população total. Contudo, dado o tamanho do País, os números absolutos dentro desses *enclaves* são muito significativos, comparando-se com os países mais avançados de dimensões menores.

Em qualquer país, as atividades de pesquisa e desenvolvimento absorvem uma proporção muito pequena do talento disponível. Tomemos a situação dos engenheiros brasileiros. A cada ano, 18.000 novos engenheiros são lançados ao mercado.² Quando consideramos que não mais de 10.000 dedicam-se às atividades de pesquisa e desenvolvimento, podemos ver que as ordens de magnitude são muito diferentes. O que realmente interessa ao desenvolvimento tecnológico é o pequeno número que se gradua nas poucas instituições de altíssimo nível, como o ITA, o IME e a USP. Eles certamente são em número menor do que seria desejável, mas esse é um problema diferente. A tentativa de aumentar o número de engenheiros de

² MEC, dados da SEPLAN/SEINF/SEEC, 1981.

altíssima qualidade tem pouco em comum com o problema de decidir o que fazer com a enorme massa de engenheiros e técnicos que se formam em instituições mediócras (o Brasil forma anualmente mais engenheiros que a Alemanha Ocidental). A qualidade deficiente do engenheiro médio provavelmente tem um efeito negativo na produtividade do setor manufatureiro. Não obstante, a tecnologia moderna está sendo desenvolvida por subconjuntos elitizados de origem muito concentrada em algumas poucas instituições.

Na verdade, é preciso entender o limite dos argumentos aqui propostos. Como será discutido mais adiante, o grande ponto de estrangulamento na produção de tecnologia nacional é a ausência de incentivos econômicos para as empresas. Se isso é verdade, quaisquer que sejam os estoques de cientistas e técnicos do País, estes estarão ociosos como produtores de tecnologia. Todavia, sempre e quando condições favoráveis prevalecem, dada a estreiteza desses estoques de pessoal, a redundância pode transformar-se em escassez. Por exemplo, a informática represou por muito tempo seus melhores figurantes na universidade, dada a total ausência de possibilidades de seu uso criativo na indústria. Todavia, o desenvolvimento de uma indústria brasileira de computadores rapidamente transformou esse excedente em escassez. Portanto, falar de escassez de pessoal para tecnologia significa falar de áreas onde foram resolvidos os problemas de motivar economicamente a produção tecnológica.

2.3 — A educação técnica e vocacional

Três estruturas diferentes oferecem a maioria do ensino técnico e vocacional brasileiro: a rede de escolas técnicas federais, o sistema secundário — com suas escolas polivalentes — e o sistema vocacional do SENAI.

O Governo Federal começou a desenvolver suas escolas técnicas no início da década de 50. Por volta de 1970, praticamente todos os Estados tinham pelo menos uma dessas escolas e, em 1981, já se podiam contar 57, matriculando cerca de 100.000. Essas escolas desenvolveram-se com muita atenção para o equipamento e a qualidade, e o próprio currículo acadêmico tem merecido bastante atenção.

Elas tendem a ser de entrada difícil e competitiva, e os exames de admissão chegam a ter cerca de 15 candidatos por vaga.

A grande ironia, no caso das escolas técnicas, é que ao aumentar todas as dimensões de qualidade e *status* — incluindo a equivalência acadêmica ao secundário — elas acabaram por parcialmente frustrar seu objetivo essencialmente vocacional. Ao aumentar o *status* social dos estudantes e ao elevarem-se os padrões acadêmicos, encoraja-se implicitamente uma proporção mais ampla a tentar o vestibular e com isso desinteressar-se da profissão de técnico. Os empregadores percebem em muitos técnicos uma falta de comprometimento com a carreira e reagem definindo o seu mercado de trabalho de forma mais estreita do que se esperaria inicialmente.

Em última análise, o resultado é que temos um sistema sólido de escolas técnicas, mas que se confunde em uma ambigüidade de papéis. No todo, tiveram um papel significativo mas modesto no suprimento dos quadros intermediários.

Do ponto de vista das atividades de pesquisa e desenvolvimento, o argumento apresentado ao fim da seção anterior é também aplicável. De fato, algumas poucas escolas técnicas de alta qualidade fazem diferença, como, por exemplo, a Escola Suíço-Brasileira de Mecânica de Precisão, as Escolas Técnicas Federais do Paraná, do Rio de Janeiro e de Minas Gerais.

Em 1970, foi aprovada uma lei que tornava polivalente todas as escolas secundárias, as quais, além do seu currículo acadêmico, deveriam introduzir disciplinas técnicas e vocacionais. O objetivo último seria oferecer habilitações profissionais para todos os graduados do secundário.

A conseqüência prática desta lei foi bastante insignificante. As escolas que atendiam às clientela de nível social mais baixo — que estariam mais interessadas na preparação vocacional — não tiveram os meios, bem como o *know-how*, para implementar o lado prático do currículo. As melhores escolas poderiam fazê-lo, mas descobriram que seus alunos de classe mais alta não estavam interessados nessas habilitações.

Em suma, a reforma de caráter nacional, que deveria oferecer conteúdo prático a todos os estudantes, foi uma grande decepção. Tratou-se de um exercício de formalismo destituído de conteúdo, realismo e meios.

Em termos de formação de recursos humanos, a espinha dorsal da industrialização brasileira tem sido o sistema SENAI, criado em 1942. Contrastando-se com os sistemas equivalentes de outros países, que tendem a estar ligados ao ministério do trabalho ou da educação, o SENAI é uma instituição semiprivada ligada à Confederação das Indústrias, e cuja fonte de fundos é o imposto de 1,5% na folha de pagamento de todas as indústrias.

Diferenciando-se do sistema formal, que tende a estruturar seu ensino com base em imperativos pedagógicos, o SENAI está muito mais voltado para atender às condições existentes de mercado de trabalho. Daí ser a maior parte do seu treinamento oferecido ao nível pós-primário, já que este é o nível modal de escolarização daqueles que entram nas profissões manuais qualificadas. De vez que a organização responde às necessidades dos empregadores que formalmente a financiam e, de fato, têm que conviver com seu produto final, a qualidade tem sido uma tradição religiosamente respeitada. O sistema vem-se mostrando razoavelmente aberto para mudanças tecnológicas, como, por exemplo, no Rio de Janeiro, onde a Escola Euvaldo Lodi já tem robô em operação e começa a oferecer cursos de manutenção de robôs industriais.

Trata-se de um sistema bastante grande. Em 1981, havia 203 escolas em operação e, nesse mesmo ano, graduaram-se 520.899 estudantes, dos quais 186.336 fizeram cursos de longa duração (mais de 500 horas). Em 1978 — ano de taxa elevada de crescimento industrial — o número de novos empregos qualificados criados no Estado de São Paulo foi menor do que o de graduados em cursos de longa duração.

Uma significativa maioria dos graduados do SENAI nos Estados industrializados encontra trabalho suficientemente relacionado com sua formação. Nos Estados não-industrializados, as escolas preparam pessoas para um mercado mais difuso e inespecífico. Vários estudos mostraram que é muito elevada a eficiência econômica do SENAI e, mais ainda, que há poucas dúvidas de que deve ter tido papel significativo na preparação da força de trabalho qualificada brasileira. De fato, o sistema tem sido imitado por mais de meia dúzia de países latino-americanos, estando hoje particularmente ativo em alguns países africanos.

3 — Tecnologia e política pública: o elo crítico

Na seção anterior tentamos demonstrar que o Brasil adquiriu experiência manufatureira, tem um bom sistema vocacional e *enclaves* de qualidade em seu sistema de educação, dispondo também de um parque científico significativo e de crescimento rápido.

Mas será que o Brasil pode desenvolver tecnologia?³ O argumento defendido no presente ensaio é que pode, apenas de forma seletiva e se as políticas públicas forem adequadas. O desenvolvimento tecnológico depende de um sistema de incentivos que tende a ser complexo e requer inúmeras condições necessárias.

Pode ser útil contrastar o desenvolvimento tecnológico com o científico. Seria inadequado dizer que as regras do desenvolvimento científico são fáceis. Isto, na verdade, não se comprova, como fica implicitamente demonstrado pelo fato de que pouquíssimos países produzem ciência. Não obstante, são simples de serem formuladas e razoavelmente homogêneas entre diferentes áreas e disciplinas. Outra posição que também defendemos neste ensaio é que o desenvolvimento científico pode ser uma pré-condição para a produção de alta tecnologia e que há muita contigüidade entre os quadros que produzem um e outro. Daí valer a pena explorar um pouco mais os caminhos que levam à ciência. Em outras palavras, nos próximos parágrafos exploraremos algumas características do desenvolvimento científico brasileiro, progressivamente relacionando a ciência com o contexto emergente de desenvolvimento da produção tecnológica. Essas proposições referem-se ao Brasil, que ainda tenta alcançar os outros muito mais do que com o desenvolvimento histórico da ciência nos países que fizeram a Revolução Industrial.

O primeiro estágio do desenvolvimento científico tem a ver com seleção e treinamento. Uma cuidadosa busca de talentos e um sólido programa de bolsas de estudo parecem ser as chaves desse processo. O sistema de incentivo desse nível é bastante simples: basta encontrar

³ Tecnologia neste ensaio significa a criação e adaptação de tecnologia *moderna*. Em alguns momentos pode também se referir a variáveis de processo, como investimento em pesquisa e desenvolvimento.

as pessoas mais talentosas e oferecer-lhes os incentivos financeiros para que sigam cursos de pós-graduação — necessariamente no exterior, nesse momento. Também críticos são os talentos individuais e coletivos necessários para selecionar as instituições mais adequadas no exterior. A Brasil começou esse processo na década de 50, com a criação do CNPq e da CAPES.⁴

O período seguinte tem como foco o desenvolvimento institucional. À medida que retornam os mestres e doutores, é necessário criar e financiar instituições. Os elementos óbvios e fáceis são as construções e os equipamentos. A decisão brasileira de concentrar a pesquisa nas escolas de pós-graduação determinou também uma agenda óbvia para o início: organizar os currículos, contratar os jovens graduados e selecionar estudantes. O elemento crítico aí é a dinâmica social do grupo. A instrução sempre pode ser oferecida sem maiores complicações, mas a pesquisa depende de uma atmosfera, de um *ethos* grupal, o que sempre é muito frágil e difícil de obter. As lideranças têm um papel muito importante. Grupos que são excessivamente pequenos não têm a massa crítica para operar. Não obstante, o crescimento sem coesão interna leva à anomia do grupo, à perda de motivação para o trabalho e à produtividade reduzida. A criação indiscriminada de escolas de pós-graduação no Brasil resultou numa proporção muito grande de grupos que, apesar do número significativo de professores com as credenciais formais, apresentam uma produtividade absurdamente reduzida.

O ímpeto inicial para criação de grupos de pesquisa implicitamente gera os seus próprios incentivos na forma de bolsas, dotações de pesquisa e apoio institucional. Contudo, mais adiante a estrutura de incentivos necessária para a continuação do processo requer, pelo menos, que os salários estejam ligados às credenciais acadêmicas e que a produtividade científica seja, de alguma forma, recompensada.

Abrindo um parêntese, note-se que a natureza desses incentivos é o que diferencia ciência de tecnologia. Já que o aprendizado da ciência cada vez mais tende a se estruturar em torno da escolari-

⁴ Sistematizações como essas deixam de lado o que acontecia na Universidade de São Paulo, onde esses progressos ocorreram em período anterior.

zação formal, os diplomas constituem-se em um indicador aceitável de preparação para o trabalho. Eles não são suficientes para a produtividade ou para a criatividade, mas, dada a ausência quase completa de formas de preparação no local de trabalho, são uma condição necessária. Assim, condicionar incentivos financeiros aos diplomas parece uma solução apropriada, o que, de fato, foi feito no Brasil a partir de 1970. Requerer mestrados e doutorados para as posições de professor, assistente e adjunto foi uma providência drástica e pouco realista, mas criou, não obstante, um poderoso incentivo para que se matriculassem na pós-graduação milhares de jovens professores. Contudo, se as disciplinas acadêmicas se beneficiaram destes incentivos, as áreas mais aplicadas ficaram impedidas de utilizar professores bastante talentosos, mas que não teriam as credenciais formais.

As exigências de diploma, todavia, não são o incentivo suficiente para o trabalho árduo de fazer pesquisa, requerendo-se ainda outras recompensas. Algumas instituições vinculam publicações à promoção e aos incentivos salariais, mas esse sistema não tem sido usado com frequência no Brasil.

Alguns dos incentivos mais poderosos, contudo, tendem a ser não-pecuniários, ou, pelo menos, apenas indiretamente pecuniários, como, por exemplo, o reconhecimento pelos pares. A pesquisa que é reconhecida como boa traz mais oportunidades de pesquisa e mais recursos, os quais trazem melhores laboratórios e mais assistentes, e estes, por sua vez, trazem mais pesquisas. Em última análise, as recompensas são: poder, prestígio e reconhecimento.

A pesquisa é consumida por outros pesquisadores. Pesquisadores individuais não necessitam de reconhecimento ou de demonstrações de utilidade para a sociedade. Eles trabalham em circuito fechado com seus pares. A comunidade de pesquisadores, como um todo, de fato, necessita dessa legitimação da sociedade para garantir os recursos necessários. Não obstante, isso não se aplica ao pesquisador individual, que apenas necessita de um local para publicar e um grupo organizado de pares para reconhecer o seu trabalho.

Em contraste, a tecnologia é um processo aberto, dependendo de circunstâncias específicas de um setor e requerendo um sistema muito complexo e aberto de incentivos.

As invenções críticas da Revolução Industrial foram o resultado de esforço individual, como, por exemplo, o desenvolvimento dos teares, a máquina a vapor, etc. Contudo, a complexidade crescente da tecnologia moderna requer o esforço concentrado de um grande número de indivíduos. Portanto, as atividades de pesquisa e desenvolvimento tornam-se institucionalizadas, mobilizando os talentos organizacionais dos cientistas, técnicos e burocratas. Os elos requeridos entre os diferentes atores tornam-se mais complicados. E, de fato, eles são diferentes daqueles encontrados na ciência organizada.

Vale a pena rever em maior profundidade essas diferenças. Há uma parte significativa do processo de geração de tecnologia onde a experiência prática pode ser mais importante do que as credenciais acadêmicas. Por exemplo, a suspensão dos blindados Urutu e Cascavel (mais de 1.000 unidades exportadas) constituiu-se na inovação crítica do veículo, inventada por uma pessoa que não tem qualquer credencial acadêmica. As instituições ligadas às atividades de pesquisa e desenvolvimento tecnológicos necessitam, portanto, de uma estrutura de carreira mais flexível do que aquelas instituições acadêmicas.

O segundo ponto, de resto, mais importante, é a posição do destinatário final do produto. A ciência pode sobreviver durante algum tempo num circuito fechado — os cientistas seguem produzindo para outros cientistas. Em contraste, a tecnologia tem seus consumidores significativos do lado de fora do sistema. Em outras palavras, ela só se torna efetiva se atores fora dos quadros de pesquisa e desenvolvimento decidem-se a adotá-la. Daí a necessidade de articular dois focos decisórios: o laboratório de pesquisa e desenvolvimento que irá decidir-se por algum projeto e o usuário potencial dos resultados que tem de se decidir por utilizá-los. Um terceiro foco poderia ser incluído se considerássemos a decisão do consumidor final de comprar o produto.

Esta abertura do sistema traz enormes dificuldades e complicações. A articulação é a principal fonte de dificuldades. A decisão de alterar um produto ou processo de fabricação usualmente é tomada pela indústria. Se a tecnologia necessária não está disponível, essa decisão deverá desencadear um processo de pesquisa e desenvolvimento. Segue-se daí que os outros focos de decisão (universidades, institutos de pesquisa aplicada, laboratórios industriais) terão que

ser também mobilizados. Para que isto seja conseguido, incentivos financeiros fazem-se necessários, o que não é um processo simples. O fluxo de informação é crítico, já que o perfil técnico dos potenciais participantes tende a ser bastante específico. Os meios para remunerar as atividades de pesquisa e desenvolvimento são também complexos. Não apenas a apropriação de custos é precária e mal definida, mas os arranjos administrativos não são óbvios (pagamentos fixos, *royalties*, *joint ventures*). Mais ainda, o território entre a adoção e as pesquisas básicas necessárias pode ser extenso ou inadequadamente mapeado, e talvez uma única instituição não possa cobrir todo o caminho. Tipicamente, as universidades não têm vantagens comparativas além de protótipos. O tempo tem um significado diferente em distintas etapas deste processo. A pesquisa básica tende a operar com um calendário bastante frouxo; de fato, "quando" não importa tanto como "o que" é produzido. Não obstante, mais próximo do estágio de adoção, as atividades de pesquisa e desenvolvimento têm que estar sincronizadas com os calendários complexos do processo de manufatura, onde as decisões dos competidores têm que ser levadas em consideração.

As instituições de pesquisa e desenvolvimento tecnológico são, portanto, uma variedade híbrida entre fábrica e universidade. O seu sentido de criatividade e liberdade tem que se casar com as necessidades de organização e cronogramas, havendo uma incongruência essencial na compatibilização do *ethos* característico dessas duas alternativas, o que não é uma dificuldade trivial.

O empresário, ao sentir a possibilidade de alguma mudança tecnológica, avalia o mercado e seus competidores e decide-se a buscar o auxílio de algum laboratório que desenvolva o que ele necessita. Esse grupo deverá estar motivado pela idéia, receber os incentivos financeiros necessários e, mais ainda, ter disponível uma base de ciência básica e aplicada.

Isso, naturalmente, é uma visão excessivamente simplificada. Tais decisões são usualmente baseadas em algum conhecimento sobre os desenvolvimentos tecnológicos prévios. De fato, as instituições de pesquisa e desenvolvimento poderão liderar e seguir à frente da demanda. Não obstante, a gama de direções potencialmente abertas é imensamente maior do que as possibilidades concretas de utilização, limitando severamente, desta forma, a possibilidade de fazer projetos

que fiquem esperando nas prateleiras. É necessário que o usuário ofereça algumas pistas. De fato, nos países industrializados não mais do que 1 ou 2% dos desenvolvimentos tecnológicos chegam a ser utilizados.

Tais dificuldades retardariam drasticamente a mudança tecnológica em um país que resolvesse tornar-se auto-suficiente em tecnologia. De maneiras diferentes, a União Soviética e a Índia pagam preços elevados por sua tentativa de autonomia. Em contraste, em países como o Brasil, que têm uma atitude bastante aberta com relação à transferência de tecnologia, o risco é ter uma tecnologia moderna e atualizada a um custo de tolher as possibilidades de produção doméstica de tecnologia.

De fato, a competitividade das exportações de países como o Brasil apóia-se fortemente em manter-se em dia com a tecnologia, mas não necessariamente ultrapassar os países tecnologicamente mais fortes. A mão-de-obra qualificada barata é a fonte das vantagens comparativas. Daí, a maior parte da tecnologia necessária estar disponível, já ter sido provada e ser confiável. É também barata porque os investimentos de pesquisa e desenvolvimento foram amortizados nos países de origem. Tem sido estimado [cf. Iido (1984)] que essa segunda geração de utilização paga apenas 20% dos custos originais de pesquisa e desenvolvimento.

Talvez a Índia esteja encontrando problemas com a falta de competitividade e aceitação de alguns dos seus produtos industriais de tecnologia endógena. Mas o Brasil está pagando um preço muito caro, em termos de pesquisa e desenvolvimento, por sua disposição de encorajar o livre trânsito das multinacionais.

O desenvolvimento tecnológico tem que fazer sentido a partir da perspectiva do empresário individual. A livre competição entre esforços ainda imaturos de geração de tecnologia doméstica e aquela importada por baixo preço e apresentando baixos riscos é, em geral, devastadora para a primeira. Na ausência de manipulações domésticas de preços, ou outros incentivos, a preferência pela tecnologia importada é quase inevitável. Vale a pena notar algumas exceções:

a) As firmas estrangeiras podem não estar dispostas a abrir mão de uma tecnologia crítica que lhes proporciona — ou às suas subsi-

diárias — uma vantagem no mercado. A firma doméstica, assim, seria forçada a investir em tecnologia para que pudesse competir. A tecnologia necessária, nesse caso, não estaria à venda, ou teria que ser cedida por concorrentes de quem se teme má fé (atrasos, entrega incompleta, etc.). A indústria química oferece muitos exemplos de tais manipulações. Recentemente, a ameaça de que os italianos venham a patentear seus produtos farmacêuticos oferece outro exemplo. De fato, parece que indústrias brasileiras que habitualmente consomem matérias-primas italianas estão-se preparando para investir na sua produção local.

b) Os processos ou produtos podem ter vínculos ecológicos muito fortes. Nesses casos, a tecnologia estrangeira não existe ou é inapropriada. A agricultura é o exemplo óbvio: meteorologia, solo e topografia podem ser diferentes. Por exemplo, algumas variedades de soja tiveram que ser desenvolvidas para as condições do Sul do Brasil, enquanto outras são requeridas para as regiões Centro-Oeste e Norte.

c) Razões estratégicas ou de segurança nacional podem ter um papel importante. Alguns países não querem permanecer dependentes de uma tecnologia externa, cujo fluxo pode não ser confiável, em áreas que são muito críticas para a soberania nacional ou mesmo para a sobrevivência. As armas são um exemplo típico. A relutância norte-americana em oferecer combustíveis nucleares empurrou o Brasil, de certa maneira, em direção a um acordo com a Alemanha, a fim de desenvolver os seus próprios suprimentos.

O resultado das considerações acima é que países em nível intermediário, como o Brasil, tendem a terminar com realizações mínimas na geração tecnológica, na ausência de uma política protecionista vigorosa e seletiva. (Entenda-se aqui protecionismo em sua acepção mais ampla, isto é, qualquer circunstância que funciona como proteção.) Bem sabemos que os países industrializados são altamente protecionistas no que tange à sua tecnologia de ponta. Desde que Ricardo formulou sua teoria das vantagens comparativas, os países ricos pregam o livre comércio para os outros e praticam alguma forma de protecionismo nas áreas críticas onde suas vantagens não são tão claras assim.

Dois exemplos ilustram a questão: a FUNBEC — uma instituição industrial apoiada na Universidade de São Paulo, que produz materiais educacionais e científicos — vendeu 25 milhões de *kits* de ciência na Europa, até descobrir que as vendas não poderiam ser consumadas devido a políticas restritivas do Mercado Comum Europeu [cf. Teixeira Jr. (1981)]; a EMBRAER lutou por quase cinco anos para certificar o Bandeirante nos Estados Unidos (e note-se que os problemas não eram técnicos, já que o certificado, mais adiante obtido, não requereu modificações).

A proposição central deste ensaio, portanto, tem a ver com os determinantes da geração doméstica de tecnologia. *Na ausência de fortes incentivos, a tecnologia estrangeira será preferida. Esforços domésticos somente encontrarão sucesso quando barreiras naturais ou artificiais os protegerem da competição externa.* Essas barreiras podem constituir-se através da inexistência de uma tecnologia adequada no exterior ou por meio de incentivos e proteção. Ilustraremos a proposição acima através de quatro casos. Torna-se mais fácil entender o raciocínio se considerarmos a tecnologia nacional como uma indústria de serviços que tem que competir com iniciativas mais maduras no exterior. Todos os argumentos convencionais acerca de protecionismo e indústria nascente se aplicam no caso. Naturalmente, aplicam-se também todas as considerações sobre a utilização incorreta ou canhestra desses instrumentos (*e. g.*, proteção que dura demasiado, ausência de vantagens comparativas a longo prazo, proteção de uma incompetência ou ineficiência inventável, etc.).

Uma outra advertência é no sentido de que a proteção não pode ser indiscriminada ou concedida a setores demais, pois é limitado o número de áreas que podem ser objeto de esforço frutífero em qualquer momento. A proteção tem que estar focalizada em algumas poucas áreas e em objetos ou processos específicos, e esta não é uma questão trivial, dadas as grandes dificuldades de se escolher essas áreas.

Foram escolhidos quatro exemplos de desenvolvimento tecnológico — ou de sua ausência. Os critérios para a escolha foram: *a)* todos os casos deverão ser importantes em termos de seu papel estratégico e do valor adicionado; *b)* deverão ser áreas de rápido cresci-

mento (não haveria sentido em se examinar indústrias estagnadas); c) os casos deverão representar uma ampla gama de situações; e d) dados e análises prévias deverão estar disponíveis (note-se, todavia, que a interpretação não se prende necessariamente àquela da fonte consultada).

3.1 — A indústria farmacêutica: tecnologia importada ou doença nacional?⁵

O Brasil tem uma indústria farmacêutica muito dinâmica e próspera, que obteve entre 1953 e 1975 um crescimento de 5,5 vezes em termos reais. Comparada com o crescimento industrial entre 1950 e 1973, a relação é de 8,89, havendo também evidências de lucros significativos no setor.

Não obstante, as outras dimensões desse extraordinário desenvolvimento podem ser questionadas. De fato, têm sido considerados inadequados os efeitos das vendas de uma enorme quantidade de drogas, da perspectiva de uma política de saúde. A predominância de drogas de efeito terapêutico amplo, assim como daquelas que tratam dos sintomas, ou são não específicas, tem sido severamente criticada pela CEME.

Outro aspecto mais próximo dos objetivos deste ensaio tem sido a penetração progressiva das multinacionais farmacêuticas, levando a uma forte perda de posição das empresas nacionais. Entre 1958 e 1972, 43 empresas brasileiras foram compradas por multinacionais e, já em 1973, 78% dos ativos do setor já eram estrangeiros. Entre 1962 e 1975, as vendas das firmas domésticas reduziram-se de 26 para 12%. A situação de hoje é de pequenas firmas domésticas e grandes multinacionais.

Com respeito à geração de tecnologia, as circunstâncias são igualmente desfavoráveis. Gastos em pesquisa e desenvolvimento são muito pequenos e as realizações insignificantes.

⁵ Esta subsecção está baseada em duas fontes principais: Frenkel *et alii* (1978) e Cordcero (1980).

Que razões haveria para esta situação? A fim de explorar esta questão, pode ser útil examinar a natureza das atividades de pesquisa e desenvolvimento em drogas. Há muitos níveis em que se pode pensar em inovações na indústria farmacêutica.

O desenvolvimento de novas drogas, certamente, é o objetivo último, o que, não obstante, é muito difícil, caro e arriscado. Uma droga nova custa entre US\$ 1 e US\$ 1,5 milhão, levando, em média, 16 meses para ser desenvolvida. Tomando o custo médio europeu e expressando em gastos anuais, terminamos com uma cifra de US\$ 6 milhões.

Atualmente, uma grande empresa farmacêutica gastaria cerca de 10% de sua receita em pesquisa e desenvolvimento, o que representa uma cifra mais alta do que a receita de qualquer uma das 460 empresas brasileiras. Entre as 69 multinacionais, as poucas que têm receitas mais elevadas não teriam interesse em tais gastos, considerando a sua política usual de concentrar as atividades de pesquisa e desenvolvimento nas matrizes.

Copiar drogas é uma alternativa mais viável. Os custos médios de algumas tentativas brasileiras são cerca de 1/4 de milhão de dólares,⁶ o que representa menos do que 10% do faturamento de muitas empresas brasileiras. Não obstante, somas insignificantes têm sido investidas na síntese de drogas conhecidas.

De fato, a indústria brasileira é muito fortemente dependente de matérias-primas importadas. Apesar do amplo potencial de substituição de importação, esse processo tem sido lento na indústria farmacêutica. As firmas estrangeiras preferem comprar de suas próprias matrizes: o superfaturamento de tais importações é uma das maneiras usuais de transferir lucros. Algumas empresas brasileiras teriam os meios técnicos e financeiros para empreender algumas dessas substituições. Todavia, o investimento só se justificaria se as empresas estrangeiras comprassem esse produto, o que evidentemente elas não farão com a permanência da estrutura de preços e tarifas existentes, que torna as matérias-primas importadas relativamente baratas. O único investimento usual em pesquisa e desenvol-

⁶ A lista inclui aspirinas, sulfas, antibióticos, etc.

vimento é na combinação de drogas já bem conhecidas para o lançamento de novos medicamentos. As combinações podem requerer alguns testes e controle de qualidade. Outro gasto significativo, oficialmente considerado pesquisa e desenvolvimento, são as pesquisas de mercado, freqüentemente utilizadas para orientar a política de comercialização das empresas.

Assim, estamos diante de uma indústria que exibe uma elevada taxa de crescimento, mas torna-se cada vez mais dominada pelas multinacionais, ao mesmo tempo em que tem um desempenho lamentável em pesquisa e desenvolvimento. Mas é preciso afirmar que as atividades de pesquisa e desenvolvimento não fracassaram com o processo de desnacionalização, pois na verdade jamais existiram de forma significativa. A explicação fácil é associar a penetração das multinacionais com a falta de pesquisa e desenvolvimento ou tomar uma visão fatalista do avanço das multinacionais, o que em ambos os casos é uma visão simplista.

A penetração estrangeira foi o resultado de uma legislação que favoreceu os investimentos das multinacionais. Em áreas em que houve uma política deliberada de proteger a indústria brasileira, a desnacionalização foi muito mais limitada. O BNDE adotou políticas vigorosas em muitos setores, permitindo, de fato, uma distribuição mais equilibrada entre firmas brasileiras e estrangeiras. No entanto, a indústria farmacêutica sempre esteve à margem desta ação mais enérgica, apesar da retórica oficial.

É instrutivo comparar esta situação com a da Argentina, onde também tem havido muito investimento estrangeiro. Entretanto, o maior apoio do governo permitiu que a indústria farmacêutica retivesse uma fração maior do mercado do que nós conseguimos.

É interessante notar que as firmas brasileiras não são necessariamente lentas, apáticas ou atrasadas. Em geral, esse não é o caso, pois algumas são mesmo muito agressivas e alertas, como a Aché, que vem aumentando a sua participação no mercado. Não obstante, suas estratégias não incluem pesquisa e desenvolvimento, possivelmente porque não faz muito sentido econômico como investimento.

A lógica é muito simples: as estruturas de preço e mercado não criam os incentivos para as inovações tecnológicas, sejam as firmas brasileiras ou estrangeiras.

A CEME poderia ter feito a diferença, pois foi criada em 1971 com uma proposta que incluía pesquisa e desenvolvimento, controle de qualidade, desenvolvimento de laboratórios governamentais e apoio à indústria doméstica. Não obstante, vemos que, após todos esses anos, tornou-se apenas um atacadista de drogas para instituições públicas.

A CEME sofreu fortes pressões dos *lobbies* e não conseguiu mobilizar a vontade política para implementar sua proposta. Mas é instrutivo verificar que ela fez algumas tentativas de encomendar a síntese de algumas drogas conhecidas, cujos resultados parecem ser amplamente compensadores. Mais ainda, simulações de custo indicam que o mercado brasileiro justificaria a escala de operações requeridas para a produção econômica de muitas matérias-primas e drogas. Note-se, também, que o Brasil não está preso aos acordos de patentes da indústria farmacêutica, já que sua lei de patentes exclui a indústria farmacêutica.

A CEME tem uma visão muito clara do que deve ser feito, mas, até agora, a indústria farmacêutica brasileira permanece mutilada em sua dimensão de pesquisa e desenvolvimento.

3.2 — Automóveis: o sonho da classe média com tecnologia importada ⁷

Em contraste com o desenvolvimento da indústria farmacêutica, que foi sempre discreto, o da indústria automobilística brasileira tem sido de público e notório sucesso. Os automóveis tornaram-se símbolo de *status* individual tão poderosos que a sua manufatura constitui-se em questão de prestígio nacional.

Aqui e ali, começaram a aparecer, após a II Guerra, tentativas de fabricar veículos. Em geral, tratavam-se de empreendimentos individuais com mais entusiasmo do que *know-how* ou apoio financeiro. De forma mais tímida, porém mais sistemática, começaram a aparecer os esforços dos representantes locais das marcas conhecidas,

⁷ A fonte principal para esta subseção é Guimarães (1980).

que pouco a pouco passaram a nacionalizar algumas das peças dos veículos importados. Assim, a indústria de autopeças nasce justamente da necessidade de repor peças importadas.

Durante o período de Juscelino Kubitschek foi criado um grupo de trabalho (GEIA) com a função deliberada de iniciar a indústria de automóveis. A estratégia básica seria aumentar dramaticamente as tarifas (que chegaram até 400%), encorajar algumas empresas estrangeiras a investir na fabricação doméstica e conceder isenção tarifária para as peças importadas. Metas de substituição de importação foram estabelecidas baseadas no peso do veículo. A cada ano, a quota de peças isentas de imposto era reduzida, atingindo-se 80% de nacionalização em 1960.

Para todos os efeitos, tratava-se de uma reserva de mercado para aqueles que decidissem produzir no Brasil. As empresas Vemag, Willys, Simca, Alfa Romeo, Volkswagen e Mercedes-Benz receberam inicialmente franquias para produzir veículos. A primeira a produzir um automóvel foi a Vemag, uma empresa brasileira que fabricava automóveis DKW sob licença da Auto Union e que foi, subsequentemente, comprada pela Volkswagen. Uma segunda onda de empresas inclui a General Motors, a Ford e a Chrysler, sendo a Fiat a última a entrar no mercado. No presente, todas as fábricas brasileiras de alguma importância são subsidiárias das empresas líderes mundiais da indústria automobilística.

A Argentina havia adotado um esquema similar antes do Brasil, mas, ao que parece, teve problemas com excesso de firmas, muito mais do que o mercado argentino poderia justificar.

O modelo brasileiro teve bastante êxito do ponto de vista econômico. A produção cresceu de 130.000 veículos em 1960 para o máximo de 1.165.198 em 1980. Fábricas tais como a Volkswagen e a General Motors vêm produzindo mais de 1.000 veículos por dia, o que está claramente próximo das escalas ótimas.

As exportações começaram por volta de 1970, atingindo US\$ 1,5 bilhão em 1981 e incluindo automóveis, caminhões e ônibus, assim como peças para outras subsidiárias e matrizes.

Claramente, trata-se de uma indústria relativamente madura e competitiva. Os controles de qualidade são suficientes para competir

em mercados externos e os modelos aceitavelmente modernos. Por exemplo, “os carros mundiais” da General Motors, da Ford e da Fiat entraram no mercado, o que significa um atraso de apenas um ou dois anos com relação a Detroit ou Turin. A tecnologia parece ser aceitavelmente atualizada. De fato, alguns robôs já estão em operação na Ford e várias empresas estão em processo de instalação.

E o que dizer das atividades de pesquisa e desenvolvimento? A situação aqui é totalmente diferente. Parece que a tecnologia brasileira não apenas está praticamente ausente dos carros, mas também as coisas não estão melhorando. Os carros mundiais significam uma contribuição de pesquisa e desenvolvimento das subsidiárias locais ainda menor.

Automóveis como o Corcel e o Brasília foram essencialmente desenvolvidos no Brasil: o primeiro partiu de um modelo abandonado da Renault para terminar como um dos carros brasileiros de maior sucesso; e o segundo utilizou uma modificação da tradicional plataforma e do motor do “Fusca”. A interrupção da linha deveu-se, sobretudo, ao elevado consumo do antiquado motor refrigerado a ar. O desenho foi também exportado com êxito para o México. Engenheiros brasileiros, sobretudo da Universidade de São Paulo, que trabalham nas equipes das fábricas, vêm sendo os responsáveis pela maioria desses projetos.

Mas ainda é insignificante o esforço, uma vez que os automóveis brasileiros utilizam-se de uma tecnologia praticamente toda importada. Até os desenhos de pisca-pisca são protegidos por patentes externas e pagam *royalties*.

Talvez a única exceção de nota seja o motor a álcool. Qualquer motor operará precariamente com álcool. Não obstante, não é uma questão trivial desenvolver um motor a álcool eficiente e de funcionamento seguro. Os fabricantes brasileiros investiram pesadamente no desenvolvimento dos motores a álcool. Taxas de compressão foram ajustadas e, além de outras mudanças, materiais resistentes à corrosão tiveram que ser desenvolvidos para tubulações e carburadores.

Os carros a álcool estão, certamente, bem além do estágio experimental. O pequeno tempo decorrido desde as primeiras versões sugere que ainda há muito espaço para melhorias nos motores. A

Honda lançou uma motocicleta a álcool, e motores diesel operando com óleos vegetais estão sendo desenvolvidos. Um trator a álcool foi recentemente lançado no mercado. Cerca de 80% dos carros vendidos em 1983 eram movidos a álcool.

Nenhum outro país no mundo produz veículos operados por combustíveis vegetais em números significativos. De certa maneira, essas não são realizações triviais.

Que lições podemos derivar desta experiência? A pressão inicial para criar uma indústria automobilística veio do GEIA, onde se concentrava um esforço deliberado e enérgico para estabelecer políticas industriais. Uma reserva de mercado foi criada, encorajando-se o processo de substituição de importações através de uma legislação tarifária rígida. Nenhum esforço específico foi feito para proteger ou estimular as atividades de pesquisa e desenvolvimento no Brasil. Os resultados foram previsíveis em ambas as direções: a manufatura protegida desenvolveu-se e a tecnologia não protegida atrofiou-se. De fato, a pressão adicional para a exportação tem requerido uma internacionalização crescente dos modelos, com a conseqüente perda do esforço doméstico de pesquisa e desenvolvimento que já não era muita coisa.

A única irregularidade neste quadro tão homogêneo foi o motor a álcool. A crise do petróleo provocou uma escassez de combustíveis minerais, levando o Governo a encorajar o desenvolvimento do álcool e de outros combustíveis vegetais. Sendo forçados pela escassez de combustível a produzir um motor a álcool, os fabricantes tiveram que investir em pesquisa e desenvolvimento, dada a inexistência de tecnologia estrangeira. Dados os preços reduzidos do álcool, o valor de mercado de um carro a álcool eficiente forçou todos os fabricantes a investirem em pesquisa e desenvolvimento. Os princípios básicos desses motores são, hoje, bem conhecidos, mas um esforço considerável foi necessário para obter bons resultados. Os esforços casuais da Volkswagen produziram motores a álcool ineficientes para os seus motores refrigerados a ar, o que talvez possa mesmo ter contribuído para o seu baixo desempenho nos últimos anos.

Em suma, os esforços do Brasil para produzir automóveis não encontraram uma ênfase paralela na produção de tecnologia automotriz. A manufatura foi muito bem, ao passo que as atividades de

pesquisa e desenvolvimento andaram de mal a pior, sendo a única exceção o motor a álcool.

Quando foi criado o GEIA, as multinacionais da indústria automobilística viram-se confrontadas com duas opções muito claras: produzir no Brasil ou abandonar de vez o mercado brasileiro. Decidiram produzir. A crise do petróleo e a disponibilidade de álcool criaram uma situação similar: continuar produzindo um carro para o qual não haveria combustível (ou seria demasiado caro) ou produzir um carro a álcool. Como a resposta era óbvia, mobilizou-se um significativo esforço de pesquisa e desenvolvimento, e estima-se que muitos milhões de dólares foram investidos no desenvolvimento dos motores.

Estímulos tarifários premeditados foram requeridos para produzir automóveis. E, na ausência de uma proteção equivalente para a tecnologia, a crise do petróleo ofereceu o único incentivo para as atividades de pesquisa e desenvolvimento. Parece claro que esse incentivo não deveria necessitar de uma crise do petróleo, sendo preciso apenas políticas públicas adequadas e vontade política. O mercado brasileiro é importante demais para que as multinacionais abram mão dele. Se a realização de pesquisa e desenvolvimento no Brasil é o preço para manter-se no mercado, o cálculo econômico possivelmente indicará que vale a pena investir. Se vai ser o desenho de limpadores de pára-brisas, de acendedores de cigarro ou de motores, isso é alguma coisa para se discutir mais adiante. Mas o fato é que as firmas reagem racionalmente aos estímulos econômicos. E, acima de tudo, se na ausência de incentivos não faz sentido econômico investir em tecnologia, as multinacionais não o farão.

Mas não nos esqueçamos de que a super-racionalidade das multinacionais pode também significar uma tentativa de manipular o sistema para evitar que sejam confrontadas com tais opções. De fato, *lobbies* e manipulações políticas são utilizados para evadir-se da lei, para gerar uma interpretação mais favorável, ou mesmo para impedir que esta sequer seja aprovada. Não é fácil criar políticas efetivas que de fato confrontem as multinacionais com escolhas que levem a mais investimentos em pesquisa e desenvolvimento. Em consequência, não se pode subestimar a importância de se ter um controle político sobre a situação.

3.3 — Computadores brasileiros, ou computadores feitos no Brasil? ⁸

A indústria da informática no Brasil é um dos casos mais fascinantes da luta entre a transferência de tecnologia e a geração de tecnologia nacional. O setor vem apresentando taxas de crescimento extraordinariamente elevadas, fazendo do Brasil um produtor já significativo no mercado mundial. É também interessante registrar a ativa participação de muitos figurantes, aí incluídos produtores nacionais, multinacionais, pesquisa universitária e uma participação especialmente enérgica do Governo.

O primeiro evento importante na história da informática do Brasil deu-se por volta de 1970, dado o interesse crescente da Marinha pelos computadores da Ferrante, que deveriam equipar suas novas fragatas. Neste momento, estava retornando ao Brasil a primeira leva de jovens Ph.D e engenheiros. A Universidade de São Paulo e a Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro estavam começando a montar os seus grupos de informática e ciência da computação, sendo então procuradas pela Marinha. O primeiro computador brasileiro resultou da associação de um grupo de trabalho da Marinha com o BNDE, que repassou às duas universidades financiamentos de US\$ 2 milhões.

Os anos que se seguiram foram marcados por muita pesquisa universitária e discussão sobre a política governamental com relação à área. Neste momento, criou-se uma aliança tácita entre o Conselho de Segurança Nacional e um grupo de jovens doutores nacionalistas, levando o Governo a tomar algumas posições bastante fortes que visavam defender a indústria brasileira e a pesquisa.

Em 1972, foi criada a CAPRE, com um mandato de encorajar o uso eficiente de computadores dentro do Governo. A EDP, subsequentemente chamada de DIGIBRÁS, foi criada no mesmo ano, como uma *holding* para empresas produtoras do ramo. Em 1979, a CAPRE foi sucedida pela SEI, uma agência ligada ao Conselho de Segurança Nacional.

⁸ Esta subseção está, sobretudo, baseada na tese de Tigre (1982).

Além de dar um crítico apoio aos laboratórios universitários (USP, PUC/RJ e UFRJ), a primeira prioridade seria criar uma empresa brasileira forte para liderar o setor. Inicialmente criada pelo Governo e por capitais privados, a COBRA deveria se tornar esta empresa, tendo a Ferrante como o sócio técnico mais importante. Subseqüentemente, o capital da Ferrante foi reduzido para apenas 3%, como uma tentativa de desvincular a COBRA de uma única fonte de tecnologia.

Neste momento, tiveram lugar alguns eventos muito curiosos dentro da empresa de processamento de dados do Ministério da Fazenda, o SERPRO, que, como empresa pública criada para processar informações sobre o Imposto de Renda, ao lidar com enormes massas de dados necessitava de dispositivos de múltipla entrada e terminais com especificações particulares. Não os encontrando no mercado, desenvolveu seu próprio grupo de pesquisa e desenvolvimento para trabalhar nesses projetos. Dois equipamentos resultaram desse esforço, um deles o chamado "concentrador de teclados" e o outro um teclado inteligente para transcrição de dados de Imposto de Renda.

O SERPRO, em seguida, equipou-se industrialmente e chegou a produzir 50 sistemas, ligados a 1.200 terminais. Mais adiante, o grupo de pesquisa e desenvolvimento deixou o SERPRO para agregar-se à COBRA. Esse é um caso clássico de *spin off*, mas que tem lugar em um setor onde menos se poderia esperar avanços tecnológicos.

O momento crítico para a informática foi quando se decidiu em 1977 criar uma reserva de mercado para os mini e os micro-computadores. Daí por diante, esse mercado passou a ser cativo para quatro empresas, licenciadas pela CAPRE dentre 16 candidatas. Os critérios para a seleção foram: propriedade nacional, disposição para nacionalizar ao máximo a produção e conteúdo de pesquisa e desenvolvimento brasileiro. Embora fossem toleradas associações com empresas multinacionais, a geração doméstica de tecnologia era preferida. Um balanço comercial favorável também se constituía em fator de seleção.

A reserva de mercado foram associadas quotas de importação fixadas a cada ano para a indústria. Tipicamente, as quotas eram

de um quarto do faturamento no ano correspondente. Preferência era dada para peças e componentes, de tal forma que poucos recursos sobrassem para a importação de produtos prontos. As tarifas para as importações, ultrapassando a quota, subiriam para 75%.

Esses incentivos revelaram-se bastante poderosos e, de fato, a resposta da indústria foi muito agressiva. Em 1984, o mercado brasileiro atingiu US\$ 1 bilhão. As firmas brasileiras cresceram 12 vezes entre 1978 e 1981. O Brasil situa-se hoje entre o 7.º e o 14.º país em termos de mercado para computadores (não há dados mais precisos), comparando-se aos mercados escandinavo e espanhol e correspondendo a dois terços do italiano e ao dobro do suíço. Em 1980 o número total de computadores era de 8.844 unidades, o que representava sete vezes o que havia em 1974.

Em 1975, o Brasil dependia exclusivamente de produtos importados. Em 1981, a quota de importações era de US\$ 200 milhões, isto é, um quinto do faturamento. Dessa quota, apenas US\$ 55 milhões foram usados para a aquisição de produtos prontos; os componentes passaram a constituir-se na rubrica principal, havendo crescido 28% ao ano.

Cerca de 15.000 pessoas trabalhavam na indústria da informática em 1980. Como resultado do crescimento dos produtores nacionais, as vendas da IBM reduziram-se para 60%, ao mesmo tempo em que a participação da Burroughs também está caindo. Em contraste, os fabricantes de minicomputadores estão crescendo, liderados pela COBRA, que tem 40% desse setor do mercado, EDISA (20%), LABO, SID e SISCO. A venda de microcomputadores produzidos por 15 firmas foi estimada em 1.500 em 1981, quando o faturamento das empresas brasileiras já atingia 20%.

O crescimento nos periféricos e equipamentos de contabilidade tem sido igualmente elevado. Três empresas fabricam seis modelos de sistemas de controle de processo, quatro comercializam oito modelos de máquinas de contabilidade eletrônicas, 21 oferecem terminais, oito fabricam impressores e um número equivalente produz unidades de disco.

A produção de *software* também está aumentando, já atingindo US\$ 244 milhões em 1981. Embora se registrassem 88 empresas do

setor em operação nesse ano, a principal expansão vem dos fabricantes, que cada vez mais desenvolvem seus próprios programas.

As exportações estão crescendo, já chegando a US\$ 244 milhões em 1984, a maioria como resultado do remanejamento de produtos e componentes entre filiais das multinacionais localizadas em diferentes partes do mundo. Não obstante, empresas brasileiras estão começando a exportar: a COBRA vendeu US\$ 1 milhão para a Argentina; a Polimax vendeu 1.000 micros para a China em 1981. As perspectivas de exportação são razoáveis, dadas as restrições em alguns contratos de licenças e a falta de reputação e cadeias de revendedores. O preço é o único argumento convincente no mercado exterior, e as escalas de produção ainda limitadas reduzem essas vantagens nos custos.

Em suma, o Brasil apresentou um desenvolvimento surpreendente na sua indústria informática, em termos de crescimento e substituição de importação. Em particular, as atividades de pesquisa e desenvolvimento doméstico separam esse setor da maioria dos outros, onde os esforços locais nessa direção têm sido nulos ou marginais. Cerca de 8,7% do faturamento têm sido usados em pesquisa e desenvolvimento, o que está acima das médias internacionais, e cerca de 1.000 pessoas, em 1980, estavam engajadas em pesquisa e desenvolvimento, sendo o ITA, a PUC/RJ e a USP os grandes fornecedores dos laboratórios de pesquisa.

As firmas estrangeiras não fazem muito mais do que importar tecnologia de suas matrizes. Já as empresas brasileiras utilizam-se de fontes muito mais variadas para a sua tecnologia. Como indicado, tem havido considerável investimento em pesquisa e desenvolvimento. *Joint ventures* têm sido tentadas, assim como licenciamento. Mais ainda, o crescimento explosivo dos micros é baseado, sobretudo, na mera cópia, sem quaisquer pejos.

O caminho escolhido, contudo, é controvertido, constituindo-se em um candente foco de disputa a reserva de mercado para as firmas nacionais. A decisão de substituir importação através de quotas está muito em linha com a tradição industrial brasileira e em si mesma não gera maiores ruídos. Algo similar ocorreu na década anterior com a indústria automobilística. O que gera conflito são os meios e modos para implementar essa política de informática.

Utilizou-se um sistema de quotas, que é um incentivo indireto. Mais ainda, havia uma preocupação explícita com pesquisa e desenvolvimento e o desenvolvimento de uma indústria genuinamente nacional, em oposição à localização em território brasileiro das multinacionais. As empresas brasileiras foram protegidas por uma reserva de mercado para minis e micros, sendo necessária uma licença da SEI para operar nesses mercados protegidos. Ser uma empresa verdadeiramente brasileira e o compromisso de desenvolvimento tecnológico próprio são críticos para obter essa licença.

Assim, criou-se um modelo de características bem demarcadas, que, entretanto, ainda é objeto de calorosa polêmica. Muitas desvantagens têm sido apontadas. As multinacionais, como a IBM, poderiam produzir no Brasil mais eficientemente, mais barato e oferecendo melhores produtos. Sem dúvida, os consumidores são penalizados na forma de maiores preços e piores produtos. As multinacionais talvez exportassem mais. De fato, os computadores "mainframe" e seus equipamentos periféricos são freqüentemente produzidos no Brasil por multinacionais, com a condição de que, para cada unidade vendida no mercado brasileiro, três sejam exportadas.

O próprio sistema de controles é terrivelmente complicado. A SEI tem que aprovar *cada* computador que é importado. E, para evitar abusos, qualquer equipamento incluindo microprocessadores cai nesta exigência. Na verdade, as complicações burocráticas constituem-se em uma forma deliberada de proteção não-tarifária.

Os defensores do sistema, contudo, apontam para os conflitos entre as provações e sacrifícios presentes e as perspectivas de longo prazo de desenvolver uma indústria vigorosa com capacidade para avanços tecnológicos e com centros de decisão localizados no País. Mais ainda, a nacionalização de componentes revelou-se maior nas firmas de capital brasileiro.

As reduções de preços nos últimos anos indicam que o hiato dos custos está sendo reduzido. Por exemplo, as cópias (não-licenciadas) do Sinclair Z81 foram oferecidas, inicialmente, por US\$ 400 e, em 1983, já estavam sendo vendidas por US\$ 120. Estima-se que em média os preços de venda correspondam aproximadamente ao dobro dos preços internacionais. Quando se considera que os preços de

computadores vêm caindo em 20% ao ano, isso significa um atraso para o Brasil de cerca de quatro anos.

As batalhas pelo mercado brasileiro de computadores têm sido muito ferozes. Os defensores da reserva têm contado com o apoio do Conselho de Segurança Nacional, um grupo agressivo e vociferante de jovens Ph.D em informática e, naturalmente, os fabricantes brasileiros, cada vez mais numerosos e organizados.

Os defensores de um mercado aberto, liderados pela IBM — a quem não falta experiência internacional de *lobbies* —, têm o apoio tácito ou explícito dos consumidores, que querem um produto barato, sem problemas e produzido por fabricantes confiáveis e experimentados. A eliminação da reserva de mercado é um assunto que a cada momento volta às manchetes. Teme-se que a crescente vulnerabilidade financeira do Brasil aos Estados Unidos possa mesmo ameaçá-la.

No dia-a-dia de aplicar as regras do jogo, as multinacionais tentam tirar o melhor partido da situação. Alguns dos computadores IBM de maior porte podem ser competitivos em preços com os superminis. A Hewlett-Packard encontrou um buraco na lei e fabrica um computador científico. Contudo, é difícil impedir a produção de *software* comercial para esse modelo HP-85, pouco dispendioso e eficiente. Dois terços das empresas brasileiras queixam-se de concorrência das multinacionais. Apesar de tudo, a reserva não é de todo impenetrável.

Outro ponto de discórdia é a política empregada pela IBM no sentido de impedir a compatibilização de seus equipamentos com os periféricos produzidos por outras firmas.

Seja como for, as empresas brasileiras parecem capazes de enfrentar a situação, tornando-se progressivamente mais maduras e competitivas, não apenas nas áreas econômicas mas na sua competição para defender seus interesses em um cenário político. Se é claro que não poderiam competir com as multinacionais em igualdade de condições, pelo menos responderam vigorosamente à estrutura dos incentivos criados.

Há uma questão maior por trás dessa discussão. As multinacionais são entes racionais, maximizando suas funções objetivas de forma

deliberada e previsível. Fazem pouco sentido as afirmativas sobre os comportamentos e atividades das multinacionais definidos no abstrato. Não se pode dizer se investem ou não em pesquisa e desenvolvimento ou que agem desta ou daquela maneira. Em última análise, fazem o que é melhor para elas em um determinado contexto. Confrontadas com duas opções, escolherão friamente a que melhor atender seus interesses. Em um mercado livre, importarão. Dada a escolha de produzir localmente ou perderem o mercado, provavelmente decidirão que a primeira alternativa é melhor.

Todavia, o que farão se lhes for dada a alternativa de investir em pesquisa e desenvolvimento ou abandonar o mercado? Essa é uma questão central e, de resto, muito difícil de responder. Não podemos oferecer senão uma discussão muito superficial. Certamente, a primeira tentativa da multinacional será a de evitar que essas opções se coloquem de forma decisiva. Desde persuasão até suborno, não há canais, em princípio, fechados. Todos já foram usados. Mas esse não é o foco central do argumento.

Poderíamos pensar em quatro cenários de desenvolvimento para uma indústria da informática: no primeiro, tentar-se-ia "convencer" as multinacionais a investir em planta física e pesquisa e desenvolvimento; no segundo, teríamos a *joint venture* com firmas estrangeiras; no terceiro, haveria os contratos de licenciamento; e, finalmente, no quarto, se consubstanciaria o desenvolvimento doméstico.

Embora não sejam mutuamente exclusivas, essas alternativas tendem a ser algo conflitantes. Já se verificou que o comportamento dos concorrentes é um determinante crítico do próprio comportamento das empresas. De fato, pode ser mais forte do que o custo da pesquisa. Por exemplo, uma firma nacional que havia decidido investir no desenvolvimento de uma unidade de discos reviu a sua decisão quando verificou que os concorrentes obtiveram permissão para importar tecnologia. Como alegaram, não teriam tempo suficiente para desenvolver um produto competitivo.

E claramente, no caso das multinacionais, são colossais as vantagens iniciais em qualidade, preços, experiência comercial e disponibilidade de recursos para enfrentar as perdas de curto prazo durante o desenvolvimento e o lançamento. São ilustrativas as pala-

bras de um executivo da Wang, um dos fabricantes americanos de microcomputadores de maior êxito:

Sobrevivemos como empresa porque respeitamos a IBM. Sempre nos asseguramos de que, quando eles entram em um mercado, nós saímos do caminho; desta forma, apenas levamos o golpe de raspão, ao invés de um impacto frontal na cabeça.⁹

Em essência, é muito difícil para o pequeno competir com o grande, para o local competir com a multinacional e para a tecnologia não testada competir com a já amplamente experimentada. Note-se que os minis e os micros foram desenvolvidos por pequenas firmas americanas, devido ao fato de que as grandes empresas subestimaram o potencial dos computadores pequenos. Quando a IBM entrou no mercado dos minis e micros, a Apple já estava faturando meio bilhão de dólares e as rotinas de pesquisa e desenvolvimento no setor já se haviam consolidado.

Minha própria percepção é que a reserva de mercado foi uma decisão sábia no longo prazo. A julgar pelo que aconteceu até agora, o hiato tecnológico e de custos está-se reduzindo rapidamente. Mais ainda, não estamos mais falando de empresas públicas artificiais, rodeadas por aventuras irrealistas de professores universitários. De fato, empresas como o ITAÚ e as Docas de Santos estão nesse mercado e investindo pesadamente na informática — tanto em *soft* quanto em *hardware*.

Ao mesmo tempo, a estrutura de incentivos para as multinacionais tem que ser permanentemente monitorada. Se essas empresas respondem de forma alerta ao sistema de sinalização que altera o seu cálculo econômico, é imperativo que este conduza à nacionalização máxima dos componentes e à expansão da pesquisa tecnológica. E bem sabemos que estamos lidando com homens de negócio alertas e argutos que somente serão persuadidos pela ação de administradores públicos competentes e calejados, jamais amadores bissonhos e bem-intencionados.

⁹ Citado por Tigre (1982).

3.4 — Os armamentos: segurança nacional ou apenas bons negócios? ¹⁰

Poucos países podem exibir um nível tão reduzido de ameaças militares como o Brasil. Suas últimas pendências de fronteiras foram resolvidas ao princípio do século. A Guerra do Paraguai foi a última confrontação militar de maiores proporções — a participação na II Guerra Mundial foi limitada e longe do território brasileiro. Nossos vizinhos são pacíficos, mais fracos, ou ambos, sendo o único rival potencial a Argentina, que não tem com o Brasil conflitos ou pontos de discordância significativos.

De fato, o Brasil tem um exército muito pequeno em termos *per capita*. Os gastos militares somam 12% do orçamento federal, o que é bastante limitado, comparado com outros países. Menos de meio bilhão de dólares é gasto anualmente com o equipamento militar das três armas.

Não obstante, o Brasil tornou-se o 6.º maior exportador de armamentos. Apesar de não haver estimativas oficiais, calcula-se que o faturamento dessa indústria arrecadaria por volta de US\$ 5,5 bilhões, o que corresponde a 2% do PNB. Seja em termos de produção ou de realizações em pesquisa e desenvolvimento, a indústria bélica brasileira pode ser considerada um sucesso digno de nota.

O Ministério das Relações Exteriores publicou em 1983 um folheto bastante ilustrativo da abrangência e dos tipos de armamentos oferecidos no mercado. Vale a pena tabular o conteúdo desse catálogo, que foi preparado para o mercado de exportação e onde estão presentes 14 firmas que responderam ao convite do Itamaraty em tempo para a sua edição:

	Número de empresas
Blindados	2
Pneus e lagartas para veículos militares	1
Mísseis de "superfície-superfície" e "superfície-ar"	1

¹⁰ Não há fontes muito sistemáticas ou bem organizadas a respeito da indústria bélica. Chamamos apenas a atenção para o trabalho de Roberto Dagnilo, da UNICAMP. A maioria das fontes provêm de periódicos não-acadêmicos e entrevistas pessoais.

Aviões	1
Barcos e navios	2
Armas leves	3
Munição	3
Equipamentos de comunicação	1

Algumas empresas como a EMBRAER, a ENGESA e a IMBEL são de grande porte, empregando cada uma ao redor de 5.000 pessoas. Na verdade, a ENGESA é o maior fabricante mundial de veículos blindados sobre rodas fora do mundo socialista. O emprego total no setor bélico é da ordem de 100.000.

O número de empresas total ou parcialmente voltadas para a produção militar está próximo de 350. Já existem 35 países comprando armas do Brasil. Somente a AVIBRAS vendeu mais de US\$ 1 bilhão em 1984. A EMBRAER converteu-se na sexta empresa produtora de aviões do mundo. As exportações de armamentos geram uma receita maior que a do café.

Cerca de 15.000 engenheiros e técnicos trabalham na indústria bélica, dentre os quais 3.000 estão dedicando-se às atividades de pesquisa e desenvolvimento, o que representa uma cifra enorme para os padrões brasileiros. Note-se aí o forte peso do ITA e do IME no preenchimento desses quadros.

Novamente, é interessante contrastar esse superlativo desenvolvimento com a modéstia do consumo doméstico. Cerca de 90% da produção são exportados. Veja-se que os pilotos brasileiros — que voam com 65% de equipamento feito no Brasil — têm quotas de voo e munição muito menores do que o indicado pelos padrões internacionais. Claramente, é tudo para “uso externo”.

Para competir com os grandes exportadores tradicionais, o Brasil especializou-se em armas “intermediárias”. Incorpora a tecnologia mais atual mas evita as soluções caras ou que requerem sofisticação dos soldados. Um dos fortes apelos de vendas dos blindados da ENGESA é o fato de incorporarem um grau não atingido por nenhum outro fabricante de peças convencionais e vendidas comercialmente (como, por exemplo, o motor diesel Mercedes-Benz). Esses blindados tornaram-se conhecidos quando, em uma confron-

tação entre a Líbia e o Egito, os carros de combate Saladin (ingleses) e T-26 (russos) não conseguiram ser preparados e trazidos ao *front* com a presteza do Cascavel.

Após esse sucesso militar, mais de 1.000 unidades do Cascavel foram exportadas. Suas características principais são a suspensão “bumerangue”, pneus à prova de bala, canhões modernos com telemetria *laser* e blindagem de chapa única com seções de resistência variável. Mas, além disso, é a simplicidade de operação e manutenção que os torna muito atraentes. Por outro lado, custam um terço do preço de um blindado europeu sobre lagartas.

Outro grande sucesso foram os *kits* de conversão para os carros de combate americanos M-41. Estima-se que cerca de 6.000 unidades ainda estejam em operação pelo mundo afora. Embora se trate de um blindado rápido e bem armado, eles queimam, no entanto, sete litros de gasolina azul por quilômetro. A Bernardini, que anteriormente se especializava em cofres e equipamentos de escritório, desenvolveu uma adaptação do motor SAAB-Scania que consegue fazer um quilômetro por litro de diesel.

A maioria das firmas brasileiras ligadas à indústria bélica algum dia foram empresas com linhas civis de produção, como, por exemplo, a Biselli, que fabricava veículos para transportes de valores e passou a fabricar blindados, a Vigorelli, que passou de máquinas de costura para metralhadoras, e a Gurgel, que passou de veículos utilitários para veículos militares.

Novos produtos incluem bombas *cluster*, bombas para destruição de pistas de pouso, miras infravermelhas e telemetria *laser*. A AVIBRÁS, que firmou sua reputação com munições e mísseis, está desenvolvendo o Piranha — um concorrente para os mísseis ar-ar Sidewinder e Matra —, provido de sensores térmicos para seguir o escape de aviões inimigos.

Paralelamente à pesquisa, estratégias de comercialização foram desenvolvidas. Os primeiros compradores vieram da América Latina, Oriente Médio e África, um mundo de fácil acesso para os brasileiros que não têm um passivo histórico de colonialismo, paternalismo ou disputas territoriais. A estratégia tem sido operar discretamente e apenas por via oficial. Não se vende exceto governo a governo.

Todavia, dentro desses limites, técnicas de vendas agressivas são utilizadas.

As incursões mais recentes incluem os países industrializados. A EMBRAER vem tendo sucesso nessa direção. Todavia, a *joint venture* da ENGESA com a Bell-Textron não deu certo, devido às práticas protecionistas da indústria americana. O Urutu — rebatizado de Hidrocobra — não foi autorizado a entrar nas licitações.

Uma das razões mais centrais para o sucesso técnico-econômico da indústria bélica parece residir no adequado relacionamento entre as firmas e o principal consumidor doméstico — as forças armadas. Nas políticas de compra dos militares para a modernização de seu equipamento, parece estar a chave desse êxito. As forças armadas anunciam com alguns anos de antecedência suas intenções de comprar algum equipamento e explicitam claramente as características que terá e as quantidades a serem compradas. Com base em tais definições, os fabricantes podem proceder com seus investimentos em pesquisa e desenvolvimento, sabendo com segurança que, se atenderem aos critérios especificados, conseguirão os pedidos. Desde que o produto local seja de boa qualidade, terá preferência sobre importações. E não é difícil entender que as práticas de *dumping* e as pressões de fabricantes estrangeiros podem ser mais facilmente contidas pelas forças armadas.

Já datando da década de 60, está embutido um esforço deliberado de adquirir alguma independência tecnológica. O que soaria como retórica oficial ou prioridade de segunda ordem, torna-se uma questão de segurança nacional nos assuntos militares. Não são claras as bases em que se definem estas necessidades de armamentos, embora seja certo que sem eles o Brasil estaria mais dependente de outros países. É também certo que os países têm grande relutância em ceder suas tecnologias militares. De fato, não se compra por tão pouco e tão facilmente como em outras áreas.

A EMBRAER pode ser tomada como exemplo para ilustrar o desenvolvimento da tecnologia militar brasileira.¹¹ Apesar dos sucessos brasileiros na história da aviação, é só a partir de 1942 que a

¹¹ A maior parte dos dados aqui citados foram tirados de Silva (1982).

produção de aviões realmente se consolida com o lançamento do “Paulistinha” pela Companhia Aeronáutica Paulista. Note-se que 700 unidades chegam a ser fabricadas. No mesmo período, outras empresas também iniciam a fabricação de aviões, muitas delas tendo vida bastante curta. Com altos e baixos, criou-se uma tradição de manufatura de aviões.

Todavia, o evento mais crítico foi a criação do ITA, a partir de um projeto ambicioso e sofisticado e que desde o início estava voltado para a engenharia aeronáutica. Mais adiante, o CTA (Centro Tecnológico da Aeronáutica) inicia as suas atividades de pesquisa e desenvolvimento, que culminam com o projeto do Bandeirante, cujo primeiro protótipo voou em 1968.

As tentativas de atrair investimentos privados para a sua produção se revelaram mal-sucedidas. O principal redator do jornal *O Estado de São Paulo* conduziu uma série de discussões com empresários sem obter qualquer êxito. A estratégia alternativa consistiu então em mobilizar os contatos militares do grupo. Através do Ministro da Aeronáutica, convenceram o Presidente Médici a visitar o CTA. As conseqüências desta visita foram imediatas e de fortes resultados práticos. Criou-se a EMBRAER, com o formato de empresa, capital inicial do Governo e uma cláusula de isenção de imposto de renda para os primeiros investidores privados.

O segundo passo, mas talvez o mais crítico, foi a compra antecipada de 80 Bandeirantes, sendo também encomendados 112 Xavantes. Esses pedidos permitiram à EMBRAER lançar-se à produção. Todavia, vendas adicionais permitiram uma expansão adicional, e hoje, ao invés dos 400 ou 500 funcionários previstos, a empresa possui 5.000. Em termos de ritmo de produção, é considerada a primeira empresa em todo o mundo, excetuando-se as dos Estados Unidos e da União Soviética. Em confronto com as empresas americanas, coloca-se em quinto lugar.

O Bandeirante tem 29 mil peças, das quais 23 mil são produzidas no Brasil. Mais de 200 aeronaves desse tipo já foram exportadas (cerca de 60 para os Estados Unidos), e hoje em dia ele pode ser considerado o terceiro avião turboélice no mundo. Além das 13 configurações civis e militares, diferentes variedades do projeto original estão sendo desenvolvidas, como o Brasília, maior e de cabi-

ne pressurizada. Há também outros avanços a se registrar, como o Tucano, um novo avião de treinamento avançado, que está em suas fases finais de produção, com perspectivas consideráveis nos países industrializados (Inglaterra e França, particularmente).

As estratégias de mercado da EMBRAER são muito bem focalizadas, pois a empresa não pode competir em um mercado de grandes aviões de transporte ou de aviões de combate mais avançados, mas sim na classe *comuter* e nos aviões de treinamento.

Um projeto mais ambicioso está sendo desenvolvido com a Itália mediante o acordo EMBRAER-AEROMACHI-AERITÁLIA. Trata-se do AMX, que é um avião de caça subsônico e moderno. Um terço do esforço de pesquisa e desenvolvimento e fabricação estarão a cargo da EMBRAER.

Finalmente, resta lembrar um curiosíssimo contrato de importação de tecnologia entre a PIPER e a EMBRAER. No início da década de 70, o Brasil era o mercado externo número um para aviões de pequeno porte. Somente a CESSNA vendeu 400 aviões em 1973.

O Governo brasileiro ofereceu uma reserva de mercado para uma das seguintes três empresas: CESSNA, BEECHCRAFT e PIPER.¹² Após alongadas negociações, a reserva foi finalmente dada à PIPER, que obteve assim um virtual monopólio no mercado brasileiro. Todavia, as condições de contrato exigiam que: *a)* os aviões passassem a ser fabricados pela EMBRAER; *b)* esta escolhesse a tecnologia e os modelos; *c)* tivesse acesso aos desenvolvimentos futuros, bem como a modificações dos projetos originais; e *d)* não seriam pagos *royalties*, mas apenas assistência técnica. Naturalmente, a PIPER venderia os componentes não fabricados no Brasil.

O contrato com a PIPER ilustra um caso de uma escolha deliberada de não investir em tecnologia. Há duas razões para tal: em primeiro lugar, a EMBRAER já tem toda a sua capacidade de pesquisa e desenvolvimento comprometida com outros projetos; e, em segundo, este é um mercado muito competitivo e fortemente explorado por empresas muito experientes e onde se requer grande variedade de tamanhos e modelos. A EMBRAER não poderia jamais

¹² Cf. Baranson (1981, Cap. II).

desenvolver algo equivalente aos seis modelos que a PIPER está fabricando.

Em suma, a EMBRAER constitui-se em um bom exemplo do que caracteriza a indústria bélica: uma clara especificação do produto a ser desenvolvido ou produzido e uma definição com bastante antecedência do número de unidades a ser comprado. Mas, claramente, também faz diferença a disponibilidade de recursos para pesquisa e desenvolvimento, e o poder político necessário para defender-se de interesses externos e dos *lobbies* e para lutar contra a indiferença de muitos. A proximidade dos vínculos e a confiança recíproca entre o Governo e as empresas diferenciam um setor dos outros.

De fato, as forças armadas têm agido como um estoque amortecedor ou regulador para as empresas. Os pedidos de exportação podem até ser atendidos por estoques já encomendados pelo Governo. Alternativamente, quando falha a demanda, os pedidos do Governo podem ser usados para absorver a capacidade ociosa ou cobrir os períodos de entressafra.

4 — Conclusões

O Brasil atingiu um estágio de desenvolvimento onde se tornou possível a geração de tecnologia própria. Há bastante experiência industrial, há *enclaves* de qualidade no sistema educacional e consolida-se uma comunidade científica.

Não obstante, se estão presentes as condições necessárias, isto por certo não é suficiente. Tratando-se de uma economia aberta para o exterior e muito afeita à importação de tecnologia, ao mesmo tempo que inexperiente na geração de sua própria tecnologia, o Brasil requer condições adicionais para que possa fazer alguma coisa nessa direção.

A maior dificuldade tem a ver com a disponibilidade imediata de tecnologia estrangeira, que, em geral, é adequada, barata e de baixo risco. Mais ainda, esse *know-how* tende a ser vendido agressivamente por empresas interessadas em reter sua fatia do mercado. Na prática, isso significa pacotes fechados que impedem qualquer mobilização de

pesquisa e desenvolvimento doméstico. De fato, muitas empresas estrangeiras oferecem franquias de suas tecnologias e marcas registradas, ao mesmo tempo que as multinacionais que operam no País raramente trazem a produção de tecnologia de seus quartéis-gerais.

Assim, em condições de concorrência relativamente livre, não se gerará tecnologia no País. A consequência inevitável será uma dependência tecnológica permanente, com todo o risco de dependência econômica daí decorrente. Pode mesmo ser possível desenvolver-se sem capacidade de geração tecnológica, como alguns países do Sudeste asiático parecem demonstrá-lo. Mas será realmente um caminho prudente? Quais serão as consequências de longo prazo?

Duas exceções devem ser mencionadas: em primeiro lugar, quando a tecnologia simplesmente não existe, como no caso da agricultura e outras situações em que há condicionante de natureza geográfica; e, em segundo, quando a tecnologia não está à venda, como no caso dos segredos militares, ou quando controlada por grupos que dela dependem para manter o poder de monopólio sobre o mercado.

Tais casos oferecem proteção natural ou incentivos para a inversão em pesquisa e desenvolvimento. Como mencionado, o motor a álcool e os armamentos são bons exemplos. Naturalmente, a agricultura oferece a situação mais comum em que a tecnologia gerada em uma região tem aplicabilidade limitada em outras. De fato, pesados investimentos em pesquisa e desenvolvimento têm sido realizados para o desenvolvimento da agricultura brasileira com considerável sucesso. Mas é instrutivo notar que, enquanto a manipulação genética com a soja, a cana-de-açúcar e o café apenas pode ocorrer no Brasil, o desenvolvimento de variedades comerciais de aves tem sido feito no exterior.

Mas mesmo quando não se faz presente a concorrência externa, não são triviais os problemas de acoplar os diferentes ingredientes necessários para desencadear a geração de tecnologia. A pesquisa pode fracassar, as recompensas podem ser inadequadas, podem não estar disponíveis os mecanismos de apropriação de custos e contratação de serviços. Daí a necessidade de subsídios e dotações e a existência de organização sem fim lucrativo.

Algumas lições adicionais podem ser derivadas da discussão anterior. Analisamos, inicialmente, o papel do apoio governamental para

as atividades de pesquisa e desenvolvimento; em seguida, comentamos sobre a política tecnológica; e, por fim, avaliamos as implicações para o setor educacional.

4.1 — O que se quer do Governo: dinheiro ou proteção?

Ao longo do texto, a participação do Governo tem sido repetidamente mencionada. O que pode ser dito em retrospecto?

Claramente, as ações mais críticas são aquelas que resultam no aumento do preço da tecnologia importada, tornando o seu acesso mais difícil e mais caro ou criando uma reserva de mercado para a tecnologia doméstica. Naturalmente, não há política garantida para coisa alguma. Sempre será possível — e freqüentemente provável — cometer erros. Todavia, parece que estamos diante de casos em que se aplicam os argumentos da indústria nascente.

Mais controversas são as políticas de apoio às atividades de pesquisa e desenvolvimento, sejam diretas ou indiretas. Esse apoio pode estar em recursos para laboratórios universitários, em programas de financiamento de projetos de pesquisa e desenvolvimento e na operação direta de instituições de pesquisa. Há um número preponderante de laboratórios universitários, muitos deles particularmente ativos. O problema é a natureza do seu produto, que com freqüência não é diretamente aplicável à indústria. Todavia, a pressão excessiva para uma aplicabilidade imediata dos seus resultados pode levar a trabalhos excessivamente rasteiros, que se constituem em péssima ciência e tampouco encontram qualquer uso prático. Entre o extremo inaceitável de uma ciência rarefeita que jamais terá relevância e o de uma aplicabilidade forçada, um caminho intermediário tem que ser encontrado. Isso não é fácil, mas mesmo a experiência do Brasil na informática mostrou que tudo começou em laboratórios universitários.

Alguns programas governamentais para financiar atividades de pesquisa e desenvolvimento, comuns nos países industrializados, já estão em operação no Brasil, e a experiência indica que são avidamente procurados pelas universidades. De fato, são muitas vezes usados para desenvolvimento tecnológico, mas freqüentemente tam-

bém disfarçam projetos de ciência básica, até mesmo alguns de excelente qualidade.

O desempenho das dotações para a pesquisa nas empresas é mais duvidoso. Os empresários freqüentemente se queixam de excesso de burocracia, papelório e atrasos nos recursos. Alguns preferem mesmo utilizar seus próprios recursos para contornar essas dificuldades.¹³ Claramente, as agências necessitam melhorar bastante o seu desempenho no gerenciamento dessas dotações, sobretudo se quiserem financiar empresas que têm calendários mais rígidos e menos incentivos para gastar muito tempo lidando com a burocracia pública.

Muitas instituições de pesquisa do Governo foram também criadas, algumas delas há muitas décadas. Os governos estaduais também já criaram diversas. Com a exceção de alguns poucos exemplos, como o IPT, essas são burocracias caras e improdutivas. Em geral, entraram em um beco sêm saída, distanciadas de contratos mais ambiciosos com empresas e alienadas das tradições científicas mais sólidas. Na melhor das hipóteses, realizam controles de qualidade e exames rotineiros para as empresas.

Já os laboratórios das estatais, inicialmente pródigos em equipamentos mas improdutivos, progressivamente parece que estão encontrando o seu caminho. A PETROBRÁS, a ELETROBRÁS, a SIDERBRÁS e outras empresas estão, cada vez mais, encomendando serviços mais nobres e mais importantes aos seus laboratórios, os quais, todavia, ainda são bem menos dotados de recursos humanos do que os das universidades.

Em síntese, enquanto uma proteção efetiva da concorrência estrangeira parece ser um elemento indispensável para uma política tecnológica, o patrocínio público de gastos com pesquisa e desenvolvimento apresenta resultados mais ambíguos. Dados os incentivos corretos, as firmas chegam a investir seus próprios recursos em pesquisa e desenvolvimento. Por outro lado, tem havido muito desperdício e desencontro no financiamento público de pesquisa e desenvolvi-

¹³ Três casos são mencionados por Tigre (1982) e O'Keefe (1981).

mento. Mas não nos esqueçamos de que os desenvolvimentos mais críticos em áreas como aeronáutica, informática, fibras óticas, energia e química de produtos naturais não poderiam sequer ser concebidos sem um longo período de gestação nos ambientes difusos e pouco empresariais das universidades. Note-se que essas atividades difusas e aparentemente ineficientes das universidades operam a um custo cuja ordem de magnitude é muito menor do que as alterações nos níveis de faturamento causadas pelas pesquisas que realizam. Estimativas rudimentares mostram que, por exemplo, o aumento de receitas gerado por variedades de soja melhor adaptadas ao solo é uma cifra maior que os orçamentos anuais da Universidade de Viçosa, de onde se originaram.

4.2 — Política tecnológica: sistemas de planejamento, ou mais vale vontade política e *lobbies* poderosos?

O exame dos fatores que historicamente protegem a indústria brasileira mostra alguns traços bem marcados. Nas primeiras fases, a proteção é freqüentemente um produto não intencional de eventos como crises industriais e restrições no balanço de pagamentos. Mas, progressivamente, ela adquire uma natureza mais deliberada e torna-se capaz de resistir em situações onde desaparecem as causas iniciais que a geraram. Nutrem-se os mecanismos de defesa, desenvolvendo e explicitando doutrinas que justificam a sua existência. Adquirem poder político alguns grupos e os *lobbies* são estruturados. Em contraste com o que aconteceu na Argentina e no Chile, parece politicamente mais inviável a aceitação das políticas livre-cambistas que sério dano causaram ao setor industrial desses países.

Argumento similar pode ser apresentado no caso da tecnologia. A proteção tem sido errática: segurança nacional, inexistência de tecnologia de motor a álcool nos países industrializados, dificuldades de balanço de pagamentos para a importação de computadores, etc.

O caráter reversível ou contingente de tais proteções está longe de haver sido superado. Os mesmos problemas de balanço de pagamentos que protegem também podem sufocar as atividades de pesquisa e desenvolvimento quando o país se vê forçado a comprar

pacotes tecnológicos fechados devido aos *supplier's credits* que os acompanham.

De fato, há planos, agências de ciência e tecnologia, retórica oficial copiosa e o que mais se queira, a nível formal. Todavia, há uma política mais forte nos bastidores, materializada, na prática, em facilidades para transferências tecnológicas do exterior e vantagens de variadas ordens para investimentos estrangeiros que nenhum incentivo trazem às atividades de pesquisa e desenvolvimento domésticos.

Se um ministro, pressionado por problemas na sua área, acha que pode solucioná-los através de alternativas lesivas ao desenvolvimento tecnológico, provavelmente estas alternativas podem ser escolhidas. Esse ministro é julgado com base em critérios outros que não a geração de tecnologia. Não obstante, é preciso fazer com que tais alternativas não sejam politicamente viáveis, seja porque há generais defendendo a independência militar ou, em casos mais raros, um grupo organizado e beligerante de cientistas de informática, em tácita aliança com o Conselho de Segurança Nacional.

O Brasil necessita de uma política científica, o que certamente não deve ser entendido como a necessidade de planos, documentos públicos ou um conjunto de regulamentos. O País precisa é de algo equivalente ao que se desenvolveu a partir da II Guerra Mundial visando proteger a nossa indústria. Em outras palavras, a presença explícita e politicamente vocal de preocupações com o bem-estar do parque de pesquisa e desenvolvimento nacional. A geração tecnológica terá que se tornar outra variável para ser contemplada por um ministro ao decidir-se. Uma vez que isso aconteça, não faltarão instrumentos ou engenho para lidar com os problemas cotidianos de proteger a tecnologia local. A nossa vivência prévia com a proteção industrial e um início de vivência com a geração de tecnologia já são suficientes para começar.

Seremos aqui excessivamente breves na explicitação do que seria a política tecnológica que nos convém. Vale mencionar que a experiência acumulada nos últimos 20 anos já nos ensinou bastante. Mais ainda, o aparato governamental de incentivo à indústria brasileira, além de suas lições facilmente extrapoláveis à tecnologia, pode, sem maiores dificuldades, ser parcialmente convertido para apoiar as atividades de pesquisa e desenvolvimento. Portanto, sem subesti-

mar os instrumentos de estímulo e proteção, preferimos enfatizar nesse ensaio a necessidade de uma vontade política de proteger, entendendo que, se esta estiver presente, os meios emergirão naturalmente.

Mas, como já mencionado, entende-se aqui proteção *lato sensu*, não nos prendendo a mecanismos clássicos tarifários ou coisas no gênero. Proteção definimos tautologicamente como tudo aquilo que protege: um inferno burocrático para a importação (*e. g.*, SEI?), ameaças, persuasão, leis, etc. O que vale é o efeito; o critério é pragmático.

Vale retomar a discussão do papel do Governo. Sugerimos que sua ação por meio de institutos de pesquisa tem sido medíocre (à exceção de alguns exemplos recentes de laboratórios de estatais). Sugerimos também que os financiamentos para as atividades de pesquisa e desenvolvimento nas indústrias não têm tido a agilidade e a ligeireza necessárias. Pela mesma forma, as universidades tendem a não ter vantagens comparativas nas fases mais próximas da implantação. Mas não se deve inferir daí que o papel do Governo é menor. De fato, a ciência brasileira — especialmente a *big science* — institucionaliza-se e consolida-se pela ação da FINEP. E, para ficar nos exemplos citados, a informática e a indústria bélica são geradas e nutridas no Governo. Este é, portanto, o grande orquestrador e empresário do processo — mas não o agente executor mais apto em todos os casos.

Há uma advertência necessária e óbvia. O excesso de proteção pode ser nocivo não apenas para outros interesses que também existem (exportação, interesses dos consumidores, etc.), mas também para o próprio sistema de pesquisa e desenvolvimento. Que a proteção não seja um valhacouto para a incompetência e a ineficiência, mas um razoável período de aprendizado. É fatal proteger o que não tem perspectivas de vir a ser eficiente. Ademais, as taxas de crescimento das equipes de pesquisa e desenvolvimento são severamente limitadas pela capacidade instalada de pessoas com talento e preparação adequada. Tampouco se adquire da noite para o dia a experiência e o *know-how*. Além disso, não vivemos em um mundo onde simplesmente se possa ignorar os interesses de outros países e de empresas multinacionais, sendo necessário negociar com eles dura e

persistentemente. Mas não podemos esperar ganhar todas as batalhas ou jamais ter que aceitar soluções conciliatórias.

As vantagens comparativas deverão ser avaliadas e algumas áreas escolhidas. A idéia aqui não é substituir *todas* as tecnologias estrangeiras, mas adquirir competência e experiência em uma gama seletiva de áreas. Em vários casos, a aquisição de massa crítica já em si aumenta o poder de barganha com respeito a outros países ou empresas. Mas é importante que não subestimemos as dificuldades de escolher corretamente o que proteger e o que estimular.

4.3 — Educação e tecnologia

O desenvolvimento tecnológico tem conseqüências inevitáveis para a educação. Afinal de contas, a evolução tecnológica requer a mobilização de pessoas com perfis de formação muito bem definidos, o que faz a educação ter um papel cada vez mais importante nessa formação. Portanto, a inter-relação entre educação e tecnologia torna-se um foco óbvio de interesse. No presente ensaio defendemos a proposição de que o passo mais importante no momento é gerar as condições que permitam utilizar plenamente o capital humano já existente. Como mencionado, é o atendimento a essas condições que transforma abundância em escassez. E é essa escassez justamente que marca o êxito da política de incentivos.

Não obstante, como primeira aproximação à questão educacional, podemos considerar três problemas que merecem preponderante atenção: em primeiro lugar, o intervalo de tempo entre as decisões educacionais e suas conseqüências para a tecnologia; em segundo, as necessidades específicas dos processos tecnológicos recentes; e, em terceiro, a crescente desigualdade que o desenvolvimento tecnológico engendra.

O primeiro tópico refere-se ao horizonte de tempo das decisões em tecnologia. Para que se conseguisse uma infra-estrutura tecnológica para o Brasil, muitos passos críticos tornaram-se imperativos. Era preciso uma força de trabalho bem formada. Nos locais onde ocorrem a produção e a pesquisa, é essencial uma bem preparada mão-de-obra. Bons operários, engenheiros e cientistas fizeram-se necessários, como já se discutiu anteriormente. Contudo, o tempo de antecipação reque-

rido para conseguir esses perfis de formação jamais poderá ser substituído. Falamos aqui de processos que levam várias décadas. Note-se que, ao longo do processo de desenvolvimento científico brasileiro, só agora — após três décadas — há alguma produtividade a se registrar.

Se esse é o caso, a configuração presente de educação e treinamento de nossa força de trabalho resulta de decisões e políticas adotadas muitos anos atrás. Pelo mesmo raciocínio, as ações presentes em educação têm mínimas conseqüências no curto prazo. O que acontece com as atividades de pesquisa e desenvolvimento tecnológicas hoje tem pouco a ver com a educação que hoje se oferece. As políticas atuais de educação criam as condições de contorno para os desenvolvimentos tecnológicos futuros, em um horizonte de tempo distanciado dos nossos horizontes de discurso usuais.

Claramente, isso deve constituir-se em uma forte razão para que nos preocupemos com educação e treinamento, já que falta a estes um sentido próprio de urgência. Daí, com a advertência de que estamos diante de providências que praticamente não afetam as condições presentes, algumas recomendações podem ser oferecidas.

O ensino de ciências requer melhorias dramáticas. Todas as denúncias de uma crise no ensino de ciências nos Estados Unidos apenas magnificam a percepção das nossas necessidades. Os padrões americanos, hoje lá execrados, constituiriam-se em metas inatingíveis para nós. Politicamente, o maior inimigo dessa meta de melhorar o ensino de ciências é a aspiração irrealista de que é possível melhorar o currículo de *todas* as disciplinas.

O impasse da educação técnica de nível secundário tem que ser enfrentado. As incompatibilidades do casamento da preparação técnica com o currículo acadêmico (e o seu passivo de diplomas, certificação, busca de *status*, etc.) têm que ser resolvidas.

O modelo francês da École Polytechnique para as engenharias pôde ser reproduzido nas escolas de elite, mas fracassou inelutavelmente quando imitado pelas instituições de segunda linha. Variantes mais práticas da educação tecnológica de nível superior terão que ser desenvolvidas, e sua expansão tem que ser viabilizada politicamente. Mais ainda, terão que adquirir papéis na pesquisa tecnológica de nível intermediário que não encontra espaço próprio na pós-graduação em engenharia.

A educação técnico-vocacional tem sido um dos ramos de maior sucesso no ensino brasileiro. Tal como se pode ver hoje, essa é uma área onde os problemas foram bem resolvidos. Não obstante, a automação, a microeletrônica e os desenvolvimentos tecnológicos subseqüentes poderão mudar significativamente o perfil de formação da mão-de-obra. Não está nada claro o que vai acontecer nessa área. No entanto, examinando as tendências já perceptíveis, tudo indica que uma atitude alerta e de prontidão para as mudanças será essencial.

Finalmente, cabe ainda um comentário acerca das conseqüências da tecnologia de ponta nas desigualdades educacionais. Uma tentativa séria e bem-intencionada para reduzir as desigualdades começou a adquirir algum peso. A extrapolar-se as conseqüências desse esforço, os recursos adicionais deverão ser canalizados para as regiões mais pobres e para os grupos mais carentes. Contudo, os imperativos do desenvolvimento tecnológico inevitavelmente requererão a continuação dos recursos e atenções nas áreas já hoje mais desenvolvidas e que precisam de escolas crescentemente caras e sofisticadas. Desde a operação de máquinas de controle numérico até à experimentação com a fabricação de *chips*, as exigências de treinamento e formação dispararam em complexidade e custos.

Por exemplo, limitações financeiras causaram reduções consideráveis nos fundos federais alocados para o ensino médio — que são distribuídos de forma razoavelmente eqüitativa entre os Estados. Em contraste, o novo empréstimo para ciência e tecnologia do Banco Mundial (o PABCT) inclui rubricas significativas para o desenvolvimento científico nas escolas secundárias. E, provavelmente, as regiões mais ricas terminarão com a maioria desses recursos.

Note-se que há no MEC uma disputa latente entre os que querem mais ênfase nos mais carentes e outros que preferem a instalação de computadores nas escolas. Mas é certo que os computadores virão, e certamente chegarão nas melhores escolas.

Dessa forma, e considerando a ênfase e a prioridade dadas ao desenvolvimento tecnológico de ponta no Brasil, é muito provável que isso venha a retardar ainda mais um processo já atrasado no sentido de reduzir algumas disparidades crônicas da educação brasileira.

Bibliografia

- BARANSON, J. *North-south technology transfers*. Maryland, Lound, 1981.
- CORDEIRO, Hésio. *A indústria da saúde no Brasil*. Rio de Janeiro, Graal, 1980.
- FRENKEL, Jacob, *et alii*. *Tecnologia e competição na indústria farmacêutica brasileira*. Mimeo. Rio de Janeiro, FINEP, 1978.
- GUIMARÃES, Eduardo A. A dinâmica de crescimento da indústria de automóveis no Brasil: 1957/78. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, Rio de Janeiro, 10 (3) :775-812, dez. 1980.
- IBO, Itiro. Política científica e tecnológica. *Revista Brasileira de Tecnologia*, abr./jun. 1984.
- O'KEEFE. Pesquisa, instrumento-chave para P + D: uma revisão crítica. *Revista Brasileira de Tecnologia*, abr./jun. 1981.
- SILVA, Osires. O vôo da EMBRAER. *Revista Brasileira de Tecnologia*, jan./mar. 1982.
- TEIXEIRA JR., A. S. Propriedade industrial, reserva de mercado e desenvolvimento. *Revista Brasileira de Tecnologia*, jul./set. 1981.
- TIGRE, Paulo. *Technology and competition in the Brazilian computer industry*. Tese de Ph. D. University of Sussex, 1982.

(Originals recebidos em abril de 1984. Revisos em agosto de 1984.)