

NACIONES  
UNIDAS



CEPAL

# ILPES

INSTITUTO LATINOAMERICANO  
DE PLANIFICACION  
ECONOMICA Y SOCIAL

## PROGRAMA DE CAPACITACION

Documento CT-4

40

PESQUISA, DESENVOLVIMENTO EXPERIMENTAL E INOVACAO: MOTIVACOES  
DA EMPRESA PRIVADA E INCENTIVOS DO SETOR PUBLICO \*

Descartes de Souza Teixeira

El presente documento que se reproduce para uso exclusivo de los participantes de cursos de Programas de Capacitación, fue tomado de Administracao em Ciencia e Tecnologia, Edgar Blucher Ltda. Sao Paulo, 1983.

84-11-1962

## CAPÍTULO 2

# Pesquisa, Desenvolvimento Experimental e Inovação Industrial: Motivações da Empresa Privada e Incentivos do Setor Público

*Descartes de Souza Teixeira*

### 1 — INTRODUÇÃO

A atividade de pesquisa e desenvolvimento realizada pela indústria constitui o tema central deste trabalho, que em sua essência examina dois aspectos da chamada "Pesquisa & Desenvolvimento/Inovação Industrial (P&D/I)", situando-se, de um lado, os mecanismos e instrumentos aplicados pela indústria na criação e/ou melhoria de seus produtos e processos de produção e, de outro, o papel do Governo, estimulando, inibindo ou controlando o desenvolvimento de uma tecnologia industrial. No primeiro aspecto, pretende-se avaliar com certa atenção os diversos fatores ambientais, mercadológicos e tecnológicos que motivam o empresário a investir em projetos de P&D/I, enquanto no segundo caso a ênfase é dada ao impacto relativo que os diferentes instrumentos governamentais têm sobre os investimentos privados em P&D/I. Em cada aspecto estudado destacam-se a situação da indústria brasileira e o papel dos programas governamentais voltados para o desenvolvimento tecnológico, onde se busca, em particular, comparar com a experiência brasileira a de outros países, tendo-se o cuidado de ressaltar não só as distinções em termos de estágio do desenvolvimento, como as de natureza cultural, de prioridades, etc.

A metodologia usada na execução deste estudo baseou-se no exame de extensa literatura sobre a matéria, incluindo os recentes relatórios de pesquisas realizadas em países do hemisfério norte e no Japão<sup>1</sup> e outros acerca da situação nacional. Ao lado

---

(1) Listadas na bibliografia que está elaborada em quatro grupos: o primeiro dedicado ao aspecto micro da análise; o segundo ao aspecto macro; o terceiro às relações Governo-indústria e o último à inovação industrial em países em desenvolvimento.

disso, as entrevistas com mais de 40 pessoas ligadas à indústria e ao Governo no Reino Unido,<sup>2</sup> e a experiência adquirida pelo autor atuando desde 1974 em órgão do Governo Federal vinculado à tecnologia industrial, contribuíram para a formulação de algumas idéias aqui discutidas. Vale dizer, entretanto, que a experiência adquirida no exame da situação no Reino Unido, que tem tradição em lidar com programas e políticas da área de ciência e tecnologia, embora tenha sido de relevante importância e ser usada no texto em muitos exemplos, não é essencial nem a única usada neste estudo. O acesso que se teve aos relatórios, estudos e levantamentos da Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) e da Comunidade Econômica Européia (CEE) são suficientemente abrangentes para permitir um enfoque mais global dos problemas da inovação industrial e suas relações com as políticas governamentais.

A atividade de pesquisa e desenvolvimento conduzida no seio da indústria é inserida numa perspectiva de subsistemas de atividades às quais a empresa industrial se lança como parte de sua estratégia de crescimento ou simples sobrevivência. Entende-se que a chamada atividade P&D não pode ser vista isoladamente, mas analisada como parte de um complexo de atividades que também envolve planejamento, produção, *marketing*, engenharia, etc. Desta consideração nasce naturalmente a necessidade de se examinar o processo de inovação — ou, como prefere chamar Jones (1972), a “cadeia de inovação” — e é dentro desse “processo” que se observa então o posicionamento de P&D, suas interfaces com as outras atividades e os pontos críticos que são encontrados quando uma empresa aloca recursos de investimentos para execução de projetos de lançamento de novos produtos, para simples alteração dos já existentes ou ainda para criação ou melhoramento dos processos de fabricação. Parece não existir dúvida entre os economistas de que uma tal perspectiva é mais apropriada à análise de P&D no seio da indústria, não somente de um ponto de vista microeconômico como também a nível da macroeconomia (Jones, 1972 e Haffner, 1973).

Com o objetivo básico, o texto procura responder algumas questões ligadas à P&D industrial. Entretanto, a questão fundamental é: *que motivações levam o empresário privado a comprometer parte de seus recursos com a Pesquisa e Desenvolvimento?* Esta questão é fundamental porque seu exame permite a análise de outros importantes problemas subsidiários, como, por exemplo: como é, normalmente, a estrutura-função de P&D no seio da indústria; quais são as estratégias empresariais frente às incertezas que surgem nos processos decisórios; em que a pesquisa industrial difere da que é conduzida pelas universidades e instituições governamentais de investigação científica e tecnológica, etc. Mas, ao lado disso, o caráter básico da questão acima dá margem ao exame de outra indagação que, dentre as questões subsidiárias, é a mais relevante: *quais os mecanismos governamentais que, direta ou indiretamente, influem no processo de decisão da empresa privada no que diz respeito aos seus compromimentos com P&D?*

Assim, o texto enfatiza a análise das motivações empresariais *vis-à-vis* P&D/I e usa os resultados como elementos para examinar o papel que os programas governamentais de incentivo à tecnologia industrial têm sobre a empresa privada. A hipótese básica levantada é que a partir do entendimento das motivações que levam o empresário a investir em P&D/I será possível analisar o potencial impacto que os diferentes instrumentos governamentais podem ter sobre o processo de inovação industrial. E quanto à palavra “impacto” cabem aqui algumas conotações: pode representar incentivos, inibição ou, ainda, controle da tecnologia industrial. Não obstante os diferentes setores

---

(2) Durante a participação do autor no “Team Fellowship Programme” (janeiro/maio de 1979).

industriais reagirem diferentemente a diferentes ações governamentais, parece existirem alguns comportamentos empresariais de caráter geral, do qual se faz um exame neste estudo (Hagedoon e Prakke, 1979; Gerstenfeld, 1979; Allen, 1978 e Kawase, 1977).

Parece não existir muita dúvida sobre a relevância dessas questões *vis-à-vis* a situação brasileira, tendo em vista dois aspectos. Primeiro: o setor de bens manufaturados tem crescido em importância frente ao agrícola em nossa pauta de exportações (em 1978 exportamos US\$ 12.6 bilhões, dos quais US\$ 7.4 bilhões em produtos manufaturados) e, ao lado disso, de 1970 até 1978, o crescimento da exportação de manufaturados foi de 146%, enquanto o crescimento global das exportações foi de 139%, no mesmo período.<sup>3</sup> Existe, pois, a tendência de que o produto manufaturado brasileiro venha galgar padrão internacional de qualidade, o que é imprescindível à sobrevivência no mercado internacional. Daí ser quase natural um reforço à capacitação técnico-gerecncial, a nível de empresa, para geração, adoção e adaptação de tecnologias. Segundo: o Governo brasileiro tem-se pronunciado através de muitos órgãos, acerca do anseio nacional por uma autonomia tecnológica em alguns setores da sua economia, principalmente naqueles considerados estratégicos (telecomunicações, computação, energia, armamentos, entre outros). Uma autonomia tecnológica requer, a médio e longo prazo, a criação de um corpo de gerentes, cientistas e engenheiros qualificados que capacitem a empresa privada a lidar com projetos de P&D/I nos seus mais variados aspectos (planejamento, monitoramento, controle, avaliações, etc.). Estas capacitações se revelam ainda incipientes no Brasil, onde a atividade de P&D industrial, ou é virtualmente inexistente nas firmas nacionais ou essencialmente conduzida pelas matrizes, no caso das multinacionais. Estas duas razões por si só reforçam a oportunidade e a relevância do estudo que este trabalho descreve, bem como das questões nele suscitadas.

O trabalho se inicia com uma taxonomia, enfatizando conceitos como pesquisa básica, pesquisa aplicada, desenvolvimento experimental, tecnologia, invenção e inovação (Seção 2), objetivando uma definição clara do chamado processo de inovação industrial. As duas seções que se seguem são uma apresentação da inovação industrial, suas características e motivações, a nível micro e macro (Seções 3 e 4), enquanto a Seção 5 é dedicada aos mecanismos governamentais de incentivo a P&D/I, concluindo-se com um exame do caso brasileiro.

Um objetivo subjacente deste estudo é o de suscitar questões para debate, principalmente no que se refere ao caso do Brasil, na certeza de que o debate ensejará novas indagações e frentes de pesquisa para os que se preocupam com o desenvolvimento de uma tecnologia autóctone, o que constitui, talvez, o alvo mais importante ou a essência deste trabalho.

## 2 — CONCEITOS FUNDAMENTAIS

Como os termos pesquisa, desenvolvimento, invenção, tecnologia e inovação são constantemente usados na literatura especializada com uma variedade muito grande de definições, como ocorre, por exemplo, no caso de tecnologia, optou-se por defini-los preocupando-se mais com a criação de uma nomenclatura adequada ao texto do que

(3) *Conjuntura Econômica* (maio de 1979).

com a instituição de uma taxonomia de uma ciência ou teoria (como normalmente fazem os compêndios).

## 2.1 — PESQUISA E DESENVOLVIMENTO (P&D)<sup>4</sup>

Os dois termos estão geralmente juntos e designam um conjunto de atividades de natureza criativa, realizadas normalmente de forma sistemática com o fim de aumentar o acervo de conhecimentos técnico-científicos e usá-lo no projeto e realização de aplicações práticas. Considera-se a P&D composta de três subsistemas de atividades: pesquisa básica, pesquisa aplicada e desenvolvimento experimental.<sup>5</sup>

A *pesquisa básica*, também denominada pura ou fundamental, é a investigação original, cujo objetivo se resume na expansão do conhecimento científico, excluindo a aplicação dos conhecimentos obtidos. Os resultados da pesquisa básica são, via de regra, veiculados em publicações especializadas, comunicados em congressos e seminários, liberalmente divulgados em âmbito universal, constituindo-se patrimônio de todos. Ela tende a se concentrar nas universidades e institutos governamentais de investigação, mas no mundo ocidental observam-se alguns casos de grandes corporações privadas, como a American Telephone and Telegraph (ATT), IBM, Du Pont e outras, que tradicionalmente têm mantido grande número de cientistas e engenheiros em seus quadros de P&D dedicando-se à investigação de natureza básica sem, aparentemente, qualquer preocupação com aplicações a curto prazo.

A *pesquisa aplicada* pouco difere da pesquisa básica em termos de procedimentos e metodologias, distinguindo-se, entretanto, nos objetivos. A atividade de pesquisa aplicada é uma investigação original conduzida com o propósito de se ganharem novos conhecimentos técnico-científicos, tendo em vista uma aplicação prática, e caracteriza-se, em geral, pela utilização de conhecimentos auferidos da pesquisa básica na solução de problemas práticos existentes. De um modo simples, pode-se dizer que, enquanto o objeto da pesquisa básica é a expansão do conhecimento, o da pesquisa aplicada é o emprego desses conhecimentos na solução de problemas práticos específicos. A pesquisa aplicada é divulgada com amplitude de abrangência menor do que a da pesquisa básica. A este fato se deve, em muitos casos a capacidade desta última em gerar interesses comerciais (principalmente quando conduzida por empresas privadas), e ter a comunicação de seus resultados controlada em certos casos.

Por *desenvolvimento experimental* entende-se a atividade que objetiva a construção de protótipos e/ou a montagem de um processo experimental de produção, a partir de um amplo acervo de conhecimentos e técnicas oriundos de pesquisa e/ou de experiência prática pregressa. Assim, o desenvolvimento experimental é um trabalho sistemático criativo fundado em conhecimentos, práticas e técnicas diversas e dirigido à obtenção de algum produto e/ou processo de produção. Entende-se, entretanto, que a atividade de desenvolvimento experimental cessa quando um protótipo ou uma linha-piloto de produção é concluída e testada, pois daí em diante, até a obtenção de uma

---

(4) Esta seção segue de perto as definições preconizadas pela OECD, aceitas pela UNESCO e descritas em C. Freeman, *The Economics of Industrial Innovation* (Middlessex: Penguin Books, 1974).

(5) A qualificação *experimental* é usada apenas para diferenciar de *desenvolvimento*, termo de mais amplo sentido na economia, *ibidem*.

produção definitiva e/ou produto acabado, a atividade é definida como de *engenharia* (de produto e/ou processo).

Os três exemplos que se seguem pretendem ilustrar as definições acima apresentadas.

a) O estudo metalográfico de ligas de alumínio e o correspondente comportamento elástico é uma atividade que pode ser identificada como de pesquisa básica. O estudo de uma dessas ligas que apresentam propriedades incomuns na fase de plasticidade, com o fim de usá-la na conformação de objetos, é uma pesquisa aplicada. O desenvolvimento experimental resultante é o de um processo que permite a produção de objetos de alumínio diversos, de forma mais rápida, mais barata e com menor dispêndio da energia necessária à deformação do que os até então existentes.

b) O estudo de determinados materiais semicondutores frente à variação de temperatura é uma pesquisa básica. A investigação de determinados materiais semicondutores, tendo em vista a maximização da sua sensibilidade a variações de calor com a finalidade de serem usados como detetores de temperatura, é uma pesquisa aplicada. O desenvolvimento de sensores de infravermelho usando tais materiais é um exemplo de desenvolvimento experimental.

c) O estudo de uma certa classe de reações de polimerização sob condições diversas, os produtos resultantes e suas propriedades física e química, é uma pesquisa básica. A tentativa de otimizar tal reação com a finalidade de produzir um polímero com certas propriedades físico-químicas preestabelecidas é uma pesquisa aplicada. O desenvolvimento experimental neste caso consistirá no *scaling up* do processo otimizado a nível de laboratório e na avaliação dos potenciais métodos de produção do polímero e valores dos artigos a serem produzidos a partir dele (Freeman, 1974).

Deve ser ressaltado que, não obstante as definições de pesquisa básica, pesquisa aplicada e desenvolvimento experimental serem universalmente aceitas, em alguns casos elas servem mais para fins didáticos e teóricos do que práticos, pois na prática nem sempre é possível estabelecerem-se claramente as fronteiras entre cada atividade. Embora seja verdade que as motivações podem estabelecer as diferenças, ou mesmo o perfil das pessoas envolvidas pode distinguir o tipo de pesquisa que conduzem, modernamente está cada vez mais difícil o estabelecimento de tais distinções. Um projeto de pesquisa, que nas suas origens tenha sido motivado à semelhança da pesquisa básica, pode evoluir para aplicações, resolver problemas práticos específicos e até mesmo gerar produtos e/ou processos de fabricação sem que se possa claramente definir os instantes em que as motivações mudaram ou em que, de fato, as características do projeto foram alteradas.

Se alguma regra pode ser estabelecida, pode-se dizer que a chamada pesquisa básica tem sido tradicionalmente missão do Estado, através das universidades, dos centros de pesquisas governamentais e do apoio a instituições sem fins lucrativos, que se proponham a desenvolvê-la, ao passo que o desenvolvimento experimental de produtos e/ou processos é normalmente executado pelo setor privado, como se observa nos países de economia de mercado. Dentro de empresas privadas e públicas, atividades de pesquisa têm sido observadas.

Em 1967/68, o Governo britânico, através do então Ministério da Tecnologia e do Ministério da Educação e Ciência, estimou que as empresas privadas do país gastaram um total de 507 milhões de libras esterlinas em P&D, correspondendo 395 milhões ao *desenvolvimento experimental*, 96 milhões à pesquisa aplicada e 16 milhões à pesquisa básica (Freeman, 1974). Um resumo das estatísticas levantadas para aquele período

do, correspondentes a aplicações nas empresas privadas e nas corporações públicas, é apresentado na Tabela 1.

**TABELA 1**  
DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DOS GASTOS TOTAIS EM P&D ENTRE PESQUISA BÁSICA (PB), PESQUISA APLICADA (PA) E DESENVOLVIMENTO EXPERIMENTAL (DE), OBSERVADOS NA INDÚSTRIA BRITÂNICA NOS ANOS DE 1967/68

Setores	Empresa Privada			Empresa Pública		
	PB	PA	DE	PB	PA'	DE
• Fumo, Bebida e Alimentação	10,0	40,0	50,0	14,0	73,3	13,7
• Farmacêutico	3,6	65,0	31,4	2,0	46,0	52,0
• Plásticos	7,7	44,9	47,4			
• Químico e Carvão	8,0	38,0	54,0			
• Ferro e Aço	1,8	20,4	77,8	4,4	50,6	45,0
• Mecânico (total)	1,0	18,7	80,3	5,6	54,7	39,7
• Eletrônica e Telecomunicações	3,2	14,0	82,8	0,5	41,2	58,3
• Elétrico (total)	3,2	14,7	82,1	5,0	50,7	44,3
• Aeroespacial	0,8	3,8	95,4	—	—	—
• Instrumentos Científicos	7,1	17,6	75,3	8,4	62,5	29,2
• Manufatura (Total)	3,1	19,0	77,9	4,8	51,7	43,4

Fonte: Department of Education and Science and Ministry of Technology (1970).

No caso das empresas públicas, as aplicações totais em P&D montaram a 34 milhões de libras no mesmo período. O que importa observar na Tabela 1 é o maior envolvimento das empresas públicas com a pesquisa (básica e aplicada), chegando a 56% do total investido em P&D, ao passo que as empresas privadas aplicaram apenas 22,1%. Ao lado disso, deve-se ter em mente que a maior ou menor preocupação da empresa, (privada ou pública) com a pesquisa depende, entre outros fatores, do setor da indústria. Observa-se, por exemplo, que os setores farmacêutico e químico são intensivos em pesquisa, ao passo que o aeroespacial é mais concentrado em desenvolvimento experimental. O maior ou menor envolvimento da empresa em P&D depende de muitos fatores, internos e externos, aspectos estes que serão objeto de exame na Seção 3.

## 2.2 — CIÊNCIA E TECNOLOGIA (C&T)

Não faz sentido explorar a filosofia, ou a sociologia das ciências, para tentar conceituar *ciência*. Mas para os fins deste texto, parece importante distinguir as duas idéias: ciência e tecnologia. *Ciência* está intimamente ligada ao conhecimento dos fenômenos, das relações, das teorias, da investigação *vis-à-vis* o teste de hipóteses e/ou a comprovação de teorias, etc.; *tecnologia* está associada com resultados econômicos, com impactos sociais e econômicos sobre uma comunidade, resultantes da aplicação de novos materiais, novos processos de fabricação, novos métodos e novos produtos nos meios de produção. A ciência, não obstante influa sobre a comunidade, não

tem por escopo impactos sócio-econômicos, ao passo que a tecnologia fica destituída de sentido se não estiver sincronizada com as preocupações econômicas e de bem-estar de uma sociedade. As nações investem em ciência tendo em vista a expansão do conhecimento humano, o aprimoramento do seu corpo de técnicos e cientistas e, a longo prazo, a possível exploração de novos princípios, propriedades, materiais, etc., enquanto os investimentos em tecnologia visam ao aprimoramento do parque industrial e à melhoria da qualidade dos produtos, tendo em vista a competição e, tradicionalmente, o prestígio político-militar internacional. A ciência está, via de regra, associada a publicações de *papers*, teses, livros, tratados, etc. e seus resultados, ou seja, os conhecimentos por ela gerados, são livremente veiculados, por serem considerados patrimônios da civilização, e não objetos de propriedade particular.

A tecnologia vem sendo sistematicamente vinculada a um *bem*, de natureza privada, passível de ser negociado, amparado por leis especiais (patente) contra indesejadas transações, e por isto ela pode "gerar" riqueza e associar-se a um bem tangível. Há, entretanto, economistas que associam tecnologia com um acervo de conhecimentos como, por exemplo, Mansfield,<sup>6</sup> que a conceitua como um acervo de conhecimentos de uma sociedade relacionada com as artes industriais, e Galbraith, que a define como uma aplicação sistemática da ciência, ou outros conhecimentos organizados, nas tarefas práticas (Galbraith, 1974). Neste texto considera-se a *tecnologia industrial* como um acervo de conhecimentos técnico-científicos que, de maneira organizada e sistemática, é usado nas múltiplas atividades industriais. Assim, entende-se que a tecnologia permeia a engenharia, a produção, a concepção de produtos, o *marketing*, os métodos e processos administrativos, etc.

É importante ainda assinalar que tecnólogos e cientistas têm, via de regra, perfis profissionais diferentes. Conforme observam Price,<sup>7</sup> Gibbons e Johnston,<sup>8</sup> as atitudes, os padrões de valores, e até mesmo o tipo de treinamento dos tecnólogos e cientistas permitem, de certa forma, distinguir a atividade científica da tecnológica em muitos casos.

Embora caracteristicamente distintas, é bom sublinhar que isso não implica *independência*, pois ciência e tecnologia andam juntas na moderna sociedade. Schmookler<sup>9</sup> usa a "figura" da lâmina de dois gumes para ilustrar sua percepção da relação entre ciência e tecnologia, enquanto Price<sup>10</sup> assinala que, embora com características e motivações distintas, as duas caminham lado a lado e, citando Arnold Toynbee, sustenta que esse caminhar é como o do par de dançarinos: cada um tem seus próprios passos, embora dançam a mesma música. Parece que esses dançarinos estão cada vez mais juntos em nossos dias. O aparecimento da indústria chamada *intensiva em tecnologia*,<sup>11</sup> a complexidade dos procedimentos de produção e a sofisticação

(6) Como citado por Freeman, *op. cit.*

(7) D.J. S. Price, *Science since Babylon* (2.<sup>a</sup> ed.; Londres: Yale University Press, 1975).

(8) M. Gibbons e R. Johnston, *The Roles of Science and Technological Innovation, Research Policy*, 3 (1974), pp. 220-242.

(9) Conforme citado por Freeman, *op. cit.*

(10) D. J. S. Price, *Little Science, Big Science* (Columbia University Press, 1963).

(11) Na literatura da língua inglesa é chamada de "High Technology Industry" e é usada para designar empresas em setores como eletrônica, semicondutores, computadores, químico, instrumentação, energia nuclear, aeronáutica, etc.

dos métodos de gerência e administração de projetos bem ilustram a situação onde a ciência (não só da engenharia, mas também da química, sociologia, psicologia, matemática, etc.) interage muito fortemente com a tecnologia no âmbito industrial.

### 2.3 — INVENÇÃO E INOVAÇÃO

Os grandes clássicos da economia, como Adam Smith,<sup>12</sup> J. Schumpeter, K. Marx, foram talvez os primeiros a reconhecerem a forte vinculação existente entre o progresso científico e o desenvolvimento da tecnologia industrial. Uns poucos exemplos clássicos podem perfeitamente ilustrar tal vínculo. Na primeira metade do século XIX, observou-se excepcional desenvolvimento no campo do conhecimento dos fenômenos eletromagnéticos, sendo deste período as descobertas de H. C. Ørsted (1820) e os trabalhos de A. M. Ampère e M. Faraday (1831). Em 24 de novembro de 1831, Faraday comunicava à Royal Society os resultados de suas descobertas, que haveriam de influir fortemente na tecnologia industrial:<sup>13</sup> em setembro de 1831, pela primeira vez, usando alguns princípios já estabelecidos por Ampère, ele conseguiu demonstrar que era possível obter movimento a partir de um condutor, imerso num campo magnético e percorrido por uma corrente elétrica. E assim estabelecia as bases científicas que possibilitaram a transformação de energia elétrica em energia mecânica, e vice-versa.

Depois de Faraday, vários pesquisadores trabalharam na tentativa de construir algumas máquinas que, como o uso daquela descoberta, tivessem alguma aplicação prática. São conhecidos os protótipos de A. Pacinotti (1860) na Itália, Z. T. Gramme (1870) na França, W. von Siemens (1866) na Alemanha, e outros. Assim, o progresso científico da primeira metade do século XIX ensejou uma verdadeira revolução tecnológica já no meio da segunda metade do mesmo século, quando os primeiros geradores elétricos começaram a ser usados para iluminação pública e outras aplicações.<sup>14</sup> Porém, enquanto tal impacto social não se deu, os trabalhos dos técnicos e cientistas não passaram de um exercício intelectual e artesanal.

Um outro exemplo ilustrativo relaciona-se com a indústria de materiais sintéticos. Movidos por um temor quanto à escassez de matérias-primas, os alemães voltaram-se para a química dos polímeros como alternativa de fornecimento dos materiais de que necessitariam durante a segunda e terceira décadas do presente século. Neste período são observados avanços espetaculares no conhecimento da química das macromoléculas, em universidades alemãs como a de Freiburg, mas também em trabalhos experimentais significativos conduzidos por empresas como a Hoechst e a Bayer, entre outras. Cabe destacar, todavia, que o avanço da ciência química permitiu que um grande grupo de empresas alemãs, como também de outros países, lançasse, mais ou menos naquela época, produtos sintéticos como o PVC pela I. G. Farben em 1930, o náilon pela Du Pont em 1940 e o Polietileno pela I.C.I. em 1938. Vale citar que foram fundamentais os trabalhos experimentais conduzidos na Universidade de Freiburg pelo Pro-

(12) Ver, por exemplo, A. Smith, *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations* (1910), p. 8.

(13) T.K. Derry e T.I. Williams, *A Short History of Technology* (Oxford: Oxford University Press, 1960), Cap. 22, pp. 608-636.

(14) Uma das primeiras instalações de iluminação, usando um equipamento concebido por Z. T. Gramme, foi feita em Paris, na Gare du Nord, em 1875. Ver T. K. Derry, *op. cit.*, p. 617.

fessor Staudinger, descobridor de alguns dos mecanismos básicos das reações de polimerização de que se utilizou a I. G. Farben para desenvolver e lançar comercialmente o PVC (Freeman, 1974). Mas, como no caso das máquinas elétricas, os trabalhos do referido pesquisador não passariam de descobertas científicas, publicadas nos periódicos especializados, não fosse a decisão daquela empresa no sentido de examinar e lançar as aplicações práticas e comerciais do PVC.

Poderiam ser examinados alguns outros exemplos demonstrando a inter-relação do progresso científico e o desenvolvimento da tecnologia,<sup>15</sup> mas este é um estudo exaustivo que escapa ao escopo deste trabalho.<sup>16</sup> Entretanto, os dois exemplos permitem ilustrar um conceito que muitos economistas sustentam e que distingue a *inovação* da *invenção*. Quando uma *invenção* é concebida, fruto de uma atividade sistemática de P&D ou então resultante da experiência e da habilidade prática de alguém, ela não entra imediatamente no processo produtivo.<sup>17</sup> Em realidade, muitas invenções não ultrapassam sequer o estágio de concepção, enquanto outras não passam do estágio de desenvolvimento experimental, havendo ainda algumas que, mesmo materializadas sob a forma de um protótipo, são abandonadas sem posteriores conseqüências. Há, entretanto, invenções que traspassam estágios diversos e chegam a atingir o estágio final do processo produtivo, daí resultando certo impacto (direto ou indireto) sobre a sociedade — neste caso está-se diante de uma *inovação*, distinta da *invenção*, embora aquela possa incorporar uma ou mais invenções (ou descobertas científicas).

A *inovação* e o progresso técnico, nas economias de mercado, foram um dos carros-chefe da teoria econômica desenvolvida por Schumpeter, para quem o elemento básico deste conceito é a aplicação comercial, direta ou indireta, dos conhecimentos técnico-científicos. Charles Cooper descreve que “*inovação* é o empreendimento de tomar uma descoberta (ou invenção) e transformá-la em uma tecnologia comercialmente útil. Não existe retorno comercial de uma invenção, a menos que ela seja seguida por uma *inovação*”.<sup>18</sup> Schumpeter também sustenta que o *entrepreneur* é um *inovador*, na medida em que tomando invenções e/ou descobrimentos científicos os incorpora ao processo produtivo. Assim sendo, aceitando as conceituações de Schumpeter, Cooper e outros, o Prof. Standinger foi um inventor-descobridor, na mesma medida em que Ampère e Faraday o foram. Coube, porém, à I. G. Farben e à Siemens (entre outras) serem as *inovadoras*, já que usaram os resultados daqueles pesquisadores, incorporando-os aos seus sistemas, métodos e procedimentos de fabricação, o que lhes permitiam lançar no mercado o PVC, os geradores e os motores elétricos.

Assim, modernamente é aceito pelos economistas que a *invenção* se distingue da *inovação* pelo fato de um projeto ou um conjunto de ações não se constituir numa ino-

(15) Os dois exemplos parecem apontar para uma certa causalidade ciência-tecnologia, mas a história moderna tem indicado que existe mais interdependência do que causalidade. A tecnologia da informática é um exemplo onde novos campos científicos têm sido abertos como resultado de questões surgidas no âmbito da tecnologia dos computadores, telecomunicações e microeletrônica. A segunda metade deste século tem testemunhado, por exemplo, o nascimento de novos campos científicos como Teoria da Informação, Ciência dos Materiais Semicondutores, Ciências da Computação, entre outros.

(16) Um interessante estudo do assunto é feito por D.J.S. Price, *op. cit.*, T. K. Derry, *op. cit.*, e Freeman, *op. cit.*

(17) Seja indústria de manufaturados ou de serviços.

(18) C. Cooper, *Economic Problems in Assessing the Patent System (University of Sussex, SPRU, setembro de 1973)*.

vação enquanto não atingir o mercado sob a forma de um produto ou processo. Ao lado disso, a crescente complexidade tecnológica, a sofisticação dos processos de produção e ainda, em consequência, a sistematização da divisão de trabalho (quer a nível "macro", quer a nível "micro") ressaltam que a inovação industrial é,<sup>19</sup> antes de tudo, um processo — a que denominam de *processo de inovação* — que consiste na utilização de um acervo de conhecimentos científicos, técnicas e procedimentos diversos, para a obtenção, comercialização ou utilização de novos produtos e/ou processo de produção. Se uma empresa se lança em alguma inovação, então é desencadeada uma seqüência de procedimentos que envolvem coleta de dados técnicos, definição e especialização de produtos/processos, P&D, engenharia e *marketing*, a que os economistas costumam chamar de cadeia de *inovação* ou processo de *inovação*. (Um detalhamento maior do processo de inovação será feito na Seção 3, a seguir).

### 3 — INOVAÇÃO INDUSTRIAL A NÍVEL MICRO

O processo de inovação não é um sistema ou uma seqüência bem definida e ordenada de procedimentos, decisões e veiculação de informações, pois há complexas interações e diversas variáveis em jogo. Tentativas para identificar um modelo conceitual têm esbarrado em dificuldades devidas às peculiaridades de cada projeto de inovação e de cada setor industrial, e também à natureza errática com que, na prática, as inovações ocorrem. Há, entretanto, tentativas de concepção de modelos que expliquem como e em que circunstâncias ocorrem as inovações. Estudos como os de Mayers, Langrish e do projeto SAPPHO,<sup>20</sup> entre muitos outros, são exemplos de tentativas para a elaboração de uma estrutura conceitual da matéria, cuja revisão sucinta consta desta seção.

#### 3.1 — O PROCESSO DE INOVAÇÃO: INOVAÇÃO É MAIS DO QUE P&D

Mayers e Marquis estudaram 567 projetos de inovação na indústria americana e formularam um modelo ilustrado na Figura 1, segundo o qual o processo de inovação, a nível da empresa, é composto de seis estágios. O primeiro deles, em que a empresa avalia oportunidades de mercado e tecnologias disponíveis, é o estágio decisório, que se caracteriza pela percepção de oportunidades e precede a decisão para desenvolver o produto ou o processo. Segue-se o estágio de formulação da idéia, onde o projeto é definido. Neste ponto a empresa deve ser capaz de avaliar os custos do projeto, os prazos de sua execução, a definição da equipe a ser envolvida, bem como as correspondentes responsabilidades. O estágio seguinte consta da solução do problema — é on-

(19) A literatura corrente é um tanto omissa ao explicar qualificativos como "industrial", "tecnológica" e "técnica", que se agregam ao termo inovação. Preferimos aqui usar o termo *industrial* como mera questão de identificação com o tema central do estudo, que está ligado à indústria, em particular a de transformação.

(20) S. Mayers, *Technology Transfer and Industrial Innovation* (Washington: National Planning Association, 1967); *Successful Industrial Innovations*, NSF 19-17 (Washington, 1969); J. Langrish, *Innovation in Industry: some Results of the Queen's Award Study*, Research Report No. 15 (Department of Liberal Studies in Science, University of Manchester, U.K., setembro de 1969); J. Langrish et al., *Wealth from Knowledge* (Londres: McMillan, 1972); Freeman, *op. cit.*; e S.P.R.U., *Success and Failure in Industrial Innovation* (Londres, 1972).

de se concentra a P&D.<sup>21</sup> O estágio que Marquis denomina de solução são os trabalhos de engenharia que, tomando os protótipos (ou processos-piloto de produção), os compatibiliza com a produção e os demais padrões de fabricação e *marketing*, dando-lhes “feições” de produto final (ou de processo de produção). Utilização e difusão pré-comercial é o primeiro teste do produto no mercado — o que permite um primeiro *feedback* à empresa quanto à inovação.<sup>22</sup>

FIGURA 1  
O MODELO PROPOSTO POR MARQUIS & MAYERS

Reconhecimento	Formulação de Idéia	Resolução do Problema	Solução	Utilização e Difusão Pré-Comercial	Utilização e Difusão Comercial
Percepção da Viabilidade Técnica e Demanda Potencial	Definição do Projeto de Inovação	Atividade de P & D	Engenharia	Testes	Produção

Quando se aceita o modelo de Marquis e Mayers para explicar o processo da inovação, aceita-se então a atividade de *P&D de fato como parte de um todo*. Em consequência, o sucesso de uma inovação passa a não depender apenas do êxito da pesquisa e desenvolvimento e o estímulo governamental a P&D no seio da empresa poderá não ter reflexos sobre a economia, se o processo de inovação em questão não for igualmente estimulado como um todo. O modelo de Marquis e Mayers, embora simplista e criticado por muitos,<sup>23</sup> é um ponto de partida válido para o exame do assunto, além de ilustrar que a *inovação é mais do que P&D*. O estudo de um modelo um pouco mais geral é assunto para a seção seguinte — onde se examinam outros estudos.

### 3.2 — A BUSCA DE UM MODELO: O PROJETO SAPPHO E OUTROS ESTUDOS

A literatura está repleta de estudos teóricos e empíricos realizados principalmente na Europa e Estados Unidos — mais de uma dezena são descritos e correntemente citados. A Tabela 2 lista seis dos principais estudos empíricos realizados nos últimos 20 anos, investigando casos de inovação na indústria de transformação e elaborando, sobre os pontos críticos, as características dos projetos que resultam em inovações bem-sucedidas, em contraste com as malsucedidas. Os referidos estudos lidaram com

(21) Em realidade, como será visto nas Seções 3.3 e 3.4, as empresas privadas concentram-se mais no desenvolvimento experimental do que na pesquisa (PB ou PA).

(22) É interessante sublinhar que, se a inovação é dirigida ao processo de produção da própria empresa, este *feedback* provém da sua engenharia de fabricação, e assim o processo de inovação fica virtualmente sob completo controle da firma.

(23) Ver, por exemplo, Bradbury (1978).

áreas tecnológicas as mais diversas: Mayers e Marquis levantaram 439 casos de inovações bem-sucedidas<sup>24</sup> no âmbito de equipamentos ferroviários, materiais de construção, computadores e insumos para as indústrias de computadores; o projeto HINDSIGHT constou do exame de 710 avanços tecnológicos incorporados a 20 diferentes sistemas de armamentos nos Estados Unidos; e Utterbach estudou o setor de instrumentos científicos naquele país através de 32 inovações.<sup>25</sup>

TABELA 2  
ALGUNS ESTUDOS EMPÍRICOS SOBRE O PROCESSO DE INOVAÇÃO

Estudos	Número de Casos
Carter V. Williams <sup>(a)</sup>	204
Goldhar <sup>(b)</sup>	600
Langrish <sup>(c)</sup>	84
Mayers e Marquis <sup>(d)</sup>	567
SAPPHO <sup>(e)</sup>	58
HINDSIGHT <sup>(f)</sup>	20

(a) C. Carter e B. Williams, *Industry and Technical Progress: Factors Governing the Speed of Application of Science* (Oxford University Press, U.K., 1957).

(b) J. Goldhar, citado por N. Ruzic em *Industrial Research* (Estados Unidos, dezembro de 1969).

(c) J. Langrish, *Innovation in Industry: Some Results of the Queen's Award Study*, Research Report n° 15 (Department of Liberal Studies in Science, University of Manchester, U.K., setembro de 1969). Também em Langrish, *op. cit.*

(d) S. Mayers, *op. cit.*

(e) Ver Freeman, *op. cit.* e S.P.R.U., *op. cit.*

(f) R. Isensen, *Technological Forecasting Lessons from Project Hindsight* (paper read at Harvard University's Technology and Management Conference, 22 de maio de 1967). Ver também Freeman, 1974, *op. cit.*

No Reino Unido considera-se importante o projeto SAPPHO,<sup>26</sup> que na sua primeira versão estudou inovações nos setores químico e de instrumentação, e cujos resultados, em certa medida, confirmam outros estudos e permitem descrever algumas singularidades de inovações bem-sucedidas até então, aparentemente não questionadas. Este projeto, concebido em 1968 na University of Sussex — Science Policy Research Unit, pelo Prof. R. Curnow, teve por objetivo identificar características de projetos de inovação que diferenciariam casos de *sucesso* aos de *fracasso*. Foram escolhidos 58 casos grupados em 29 "pares", cada um deles constituído de uma inovação bem-sucedida (S) e de outra que resultou em fracasso (F).<sup>27</sup> Os membros, dentro de cada par, foram escolhidos tão semelhantemente quanto possível, em termos do mercado atingi-

(24) Sucesso, em inovação, é associado com sucesso comercial, isto é, retorno do capital investido com lucro. Para os economistas, inovações bem-sucedidas resultam em progresso econômico.

(25) OECD/TNO, 1978.

(26) Freeman, *op. cit.* e S.P.R.U., *op. cit.*

(27) Dos 29 "pares", 12 foram em instrumentos científicos e 17 em química.

do, tipo de produto/processo em questão, estrutura do projeto e da empresa, época do lançamento do produto, etc., resultando daí um elenco de estatísticas grupadas em três conjuntos: um que assinalava as características mais acentuadas nos projetos bem-sucedidos; outro apresentando as características mais significativas nos casos de fracasso e o terceiro cujas características não permitiam distinguir sucesso de fracasso. A Tabela 3 dá um sumário dos mais importantes resultados do projeto SAPPHO, resumindo aspectos estatisticamente significativos que permitem distinguir entre sucesso e fracasso.

Embora muitos críticos tenham levantado objeções ao projeto SAPPHO,<sup>28</sup> há resultados (que podem ser examinados à luz da Tabela 3) confirmados em outras pesquisas,<sup>29</sup> dos quais vale aqui destacar os seguintes:

- 1) Nos casos de projetos bem-sucedidos, a organização detém melhor conhecimento sobre as necessidades do usuário e dá maior atenção à atividade de *marketing*.
- 2) No caso de sucesso, os trabalhos de desenvolvimento experimental são realizados com mais eficiência.
- 3) Ainda no caso de inovações bem-sucedidas, há um melhor uso de tecnologias e consultorias científicas externas. Há melhor rede de comunicações com o meio externo à organização.
- 4) Os responsáveis pelo projeto de inovação são usualmente mais *seniors* no caso de sucesso, além de terem maior autoridade e responsabilidade do que seus correspondentes nos casos de fracasso.

Os resultados acima, aliados a outras conclusões de pesquisas e levantamentos semelhantes, apontam para uns poucos pontos-chaves do processo de inovação. De um lado puramente gerencial, o desencadeamento do processo é função da percepção da empresa (ou indivíduo responsável pela inovação) quanto à *viabilidade técnica* de uma inovação e à *demand*a para ela existente. O processo é iniciado quando o inovador percebe a existência de uma demanda (ou potencial demanda) e combina esta avaliação com a sua percepção quanto à tecnologia e as informações técnico-científicas disponíveis. Há então, pelo menos, dois canais de informações que estimulam o processo: um com informações sobre mercado e outro sobre a tecnologia disponível.<sup>30</sup>

E nesta altura poder-se-á indagar: diante destes dois estímulos, a qual deles a empresa é em geral mais sensível? O projeto SAPPHO mostra um interessante aspecto diante desta questão. Às perguntas (f), (g) e (i) (ver Tabela 3), todas relacionadas com maior ou menor aproximação da organização com o mercado, as respostas mostraram um significativo grau de percepção das necessidades do mercado nos casos de sucesso, sendo que outros trabalhos confirmam esta observação. A Tabela 4 resume resultados empíricos destes diferentes estudos, relacionados à maior ou menor sensibilidade

(28) Uma das mais freqüentes objeções é a de que a amostra é estatisticamente insignificante, além de apenas examinar dois setores da indústria. Freeman é um dos que chamam atenção para o caráter preliminar dos resultados do projeto SAPPHO. Freeman, *op. cit.*

(29) Como em outras versões do projeto SAPPHO realizadas na Inglaterra e na Hungria (*sic.*)

(30) Cf. OECD/TNO, 1978.

dos inovadores quanto a um ou outro tipo de estímulo. Embora abordando diferentes setores industriais, em ocasiões diversas e em países distintos (Estados Unidos e Inglaterra), as referidas pesquisas indicam que existe uma propensão, por parte dos inovadores bem-sucedidos, a serem mais sensíveis aos estímulos de mercado do que às oportunidades tecnológicas: em cada quatro casos de sucesso em três o reconhecimento da demanda tinha sido o principal elemento motivador da inovação (OECD/TNO, 1978).

TABELA 3  
PROJETO SAPPHO: ALGUNS ASPECTOS DA INOVAÇÃO  
QUE DIFERENCIAM FRACASSO DE SUCESSO

Pergunta/Resposta	S > F	S = F	S < F	Teste Binomial
(a) Houve oposição ao projeto, dentro da organização, como um todo, com base em argumentos comerciais? <i>/Sim</i>	2	16	11	0.0112
(b) O envolvimento dos engenheiros de desenvolvimento no orçamento e planejamento da produção foi maior em um caso do que no outro? <i>/Maior envolvimento</i>	9	17	3	0.073
(c) Uma das organizações teve melhor rede de comunicação com o meio externo do que a outra? <i>/Melhor rede de comunicações</i>	10	17	2	0.0193
(d) O diretor de P&D em um dos casos era mais <i>senior</i> do que no outro? <i>/O diretor de P&amp;D era mais senior</i>	10	12	5	0.105
(e) Houve algum problema com o produto após as vendas iniciais? <i>/Sim</i>	1	6	22	0.000005
(f) Houve iniciativa de treinar ou instruir o usuário final? <i>/Sim</i>	14	14	1	0.00049
(g) Quanta atenção foi dada à publicidade e promoção? <i>/Maior atenção</i>	10	17	2	0.0193
(h) A inovação teve que ser adaptada pelo usuário? <i>/Sim</i>	—	17	12	0.00024
(i) As necessidades do usuário foram, de uma maneira global, melhor percebidas num caso do que em outro? <i>/Melhor percebida</i>	24	5	—	0.0000001
(j) O inovador teve maior <i>status</i> na organização num caso do que no outro? <i>/Maior status</i>	13	12	4	0.0245
(l) O inovador teve maior ou menor <i>autoridade</i> (poder) num caso do que no outro? <i>/Maior</i>	15	11	3	0.000656
(m) O inovador teve maior grau de responsabilidade gerencial em um caso do que no outro? <i>/Maior</i>	14	12	3	0.00636

Fonte: Freeman, *op. cit.*

Outro ponto-chave do processo de inovação que se pode observar no projeto SAPPHO (ainda do lado gerencial), é a importância atribuída pelos inovadores bem-sucedidos, às interfaces P&D-Produção e P&D-Marketing. As perguntas (g) e (i) (ver Tabela 3), relacionadas com a gerência da interface P&D — Marketing, os inovadores bem-sucedidos parecem ter um maior grau de eficiência em tal gerência.<sup>31</sup> A questão (a) é também significativa neste particular pois no caso de inovações fracassadas, houve forte oposição interna ao projeto, com base em argumentos comerciais. A importância de interface P&D-Produção é, numa primeira aproximação, sublinhada pela resposta à

(31) Observe-se, inclusive, que no caso da pergunta (i), o maior grau de significância estatística foi encontrado (0.0000001).

indagação (b). O inovador bem-sucedido tende a desenvolver, com maior eficiência, a cooperação entre engenheiros de desenvolvimento e de produção desde a definição do projeto. Mas, a importância da capacidade gerencial em lidar com interfaces no processo de inovação parece ser mais clara quando se observa que, nos casos de sucesso, os responsáveis detêm maior poder-autoridade-responsabilidade.<sup>32</sup> Isto parece denotar que os gerentes estão nesses casos, em posições gerenciais tais que lhes permitem administrar o processo como um todo, coordenando ações nos diferentes estágios.

**TABELA 4**  
**IMPORTÂNCIA RELATIVA DA VIABILIDADE TÉCNICA VERSUS**  
**RECONHECIMENTO DE NECESSIDADE DE PRODUÇÃO OU**  
**DE MERCADO COMO ESTÍMULOS DE INOVAÇÕES: COMPARAÇÃO**  
**ENTRE ALGUNS ESTUDOS EMPÍRICOS**

Autor	Tipo de Inovação	N	Porcentagem de Inovações onde o Principal Fator Foi:	
			V.T.	Nec.
Marquis e Mayers (1969)	Inovação bem-sucedida no setor ferroviário, equipamentos ferroviários, materiais de construção, computadores e seus insumos	439	22	78
Carter e Williams (1957)	Indústrias inglesas de transformação	137	27	73
Projeto HINDSIGHT (1967)	Avanços técnicos incorporados a 20 sistemas de armamentos	710	34	61
Baker <i>et alii</i> (1967)	Idéias concebidas em laboratórios de P&D	300	23	77
Langrish (1969)	Inovações na Inglaterra que receberam o "Queen's Award"	84	34	66
Materials Advisory Board (1966)	Inovações em C&T dos materiais — cada uma baseada em um número de avanços técnicos	10	1	9
Utterbach (1970)	Instrumentos científicos	32	25	75

Fonte: OECD/TNO, 1978.

Um outro ponto-chave no processo é o que chama a atenção para um aspecto ambiental que estimula a inovação. A pergunta (c) indaga sobre a eficiência dos canais de comunicação entre a firma e o ambiente externo. A resposta sublinha que, no caso de sucesso, o inovador parece ter mais eficiente comunicação com o meio exterior. Em particular, o projeto SAPPHO assinala que muitos instrumentos científicos lançados com sucesso no mercado resultaram de uma estreita cooperação técnico-científica entre universidades e empresas (Freeman, 1974). Esta observação assinala a im-

(32) Ver as questões (d), (j), (h), (m) na Tabela 3.

portância de um ambiente adequado como estímulo à inovação, representado por fatores como: disponibilidade de informações técnico-científicas, acesso a laboratórios de pesquisa governamental e universidades, e disponibilidade de informações sobre o mercado.<sup>33</sup>

Tanto o projeto SAPHO como os outros estudos empíricos citados destacam três aspectos básicos que estimulam o processo de inovação industrial: os estímulos de natureza mercadológica, os de ordem tecnológica e a existência de condições ambientais ou "clima" para a inovação. O processo de inovação é extremamente complexo e cheio de peculiaridades, para que, daí, se possa construir seu modelo conceitual. Em particular, vale assinalar que, conquanto a ênfase dos estudos tenha sido dada ao exame dos aspectos que presumivelmente induzem ao sucesso, omite-se, todavia, a análise de ações ou condições que, ao contrário, inibem o processo de inovação. É interessante assinalar-se, por exemplo, que a história registra muitos casos de inovações que atingiram o mercado, havendo sido observados, na execução do projeto, todos os caracteres que induziriam ao sucesso, mas que geraram vultosos prejuízos. Um caso interessante foi o projeto executado pela Du Pont, no fim dos anos 50, no lançamento de um novo material sintético na fabricação de sapatos, substituto do couro. A empresa realizou todos os estudos de mercado, concluindo que haveria elevada demanda de couro pela indústria de calçados, demanda esta que, conjugada com a prevista escassez do produto natural, ensejaria boas perspectivas para um material sintético. O mercado foi estudado em seus mínimos detalhes, para o que a empresa chegou a desenvolver até programas de computador que lhe permitiram prever o comportamento do mercado em diferentes situações. Esta oportunidade de mercado foi então "casada" com os conhecimentos que a empresa já adquirira no desenvolvimento de técnicas de materiais sintéticos em geral,<sup>34</sup> e no de filmes porosos, em particular, que apresentavam características e propriedades idênticas às do couro natural. De tal "casamento" resultou um projeto de desenvolvimento do novo produto, observadas todas as regras de uma boa gerência de inovação: uma instalação-piloto foi construída, o produto foi testado, cerca de 16 mil pares de sapatos de senhoras foram produzidos a título de teste no mercado, e a produção teve seu início em 1966, sob intensa propaganda. Entretanto, após a venda de alguns milhões de pares de sapatos feitos com o novo material (denominado corfam), a Du Pont anunciou, em 1970, a retirada do produto do mercado e o fechamento de suas fábricas. Não foram dadas explicações ao público, sabendo-se, porém, que a empresa verificou que não recobriria os investimentos feitos conforme antecipara. Alguns analistas estimam que os prejuízos da Du Pont com o "corfam" montaram a mais de 100 milhões de dólares.<sup>35</sup> Foi um caso de fracasso em um projeto de inovação, onde todos os aspectos da gestão apresentam características coincidentes com as de projetos bem-sucedidos. Este e muitos outros casos semelhantes apon-

(33) É óbvio que isto também enfatiza a importância da existência de um corpo técnico qualificado no seio da empresa, como elemento de ligação com o meio para fins de transferência das informações essenciais. Esses aspectos têm sido tratados por T. Allen em trabalhos diversos e, em especial, por V. M. H. Araujo, "Estudos de Canais Informais de Comunicação Técnica, seu Papel em Laboratórios de Pesquisa e Desenvolvimento, na Transferência de Tecnologias e na Inovação Tecnológica", dissertação submetida ao IBICT/CNPq/UFRJ (Rio de Janeiro, 1978).

(34) A Du Pont desenvolveu e lançou, em primeiro lugar no mundo, o náilon na década de 40. E este é um exemplo clássico de uma inovação totalmente conduzida por uma empresa privada, resultante de esforços próprios em pesquisa básica.

(35) Um breve histórico do projeto "corfam" é feito por Freeman, *op. cit.*

tam para outros pormenores da inovação industrial que devem ser enfocados na tentativa de se abordar um modelo conceitual.

Um outro pormenor que parece ser fundamental tem relação com os fatores que *inibem* a inovação, e, dentre eles, as incertezas inerentes à inovação industrial são os mais importantes. Este é o objeto da seção que se segue.

### 3.3 — RISCOS E INCERTEZAS EM PROJETOS DE INOVAÇÃO

Qualquer decisão empresarial é calcada sob condições em que algum grau de incerteza está presente. As incertezas existem porque as informações que a empresa manipula são imperfeitas e os projetos jogam com condições a serem alcançadas no futuro; as recompensas avaliadas para cada alternativa de ação são probabilísticas por dependerem de variáveis aleatórias, e assim por diante. Em certos casos, o empresário pode avaliar (ainda que subjetivamente) as probabilidades e as respectivas recompensas para cada curso de ação possível, decidindo por aquele que minimiza seu risco. Mas, se decisões empresariais em geral são cercadas de incertezas, estas e os riscos, quando associados, passam a ser mais críticos em projetos de inovação, por serem, neste caso, de natureza de ordem diferente daquela que cerca outras situações de decisão. Em muitas oportunidades a empresa pode estimar probabilidades e construir um curso racional de ação tentando minimizar os seus riscos. Em inovação, porém, nem sempre é possível se avaliarem as probabilidades dos eventos. A grosso modo pode-se dizer, por exemplo, que é impossível se avaliar a probabilidade de aceitação de um produto no mercado se esse produto ainda não existe, ou se o produto de um competidor não é conhecido. A natureza dos riscos que a empresa assume ao se lançar em setor de inovação é tão complexa que, na maioria dos casos, nenhuma empresa seguradora estaria disposta a fechar com o fabricante um contrato de seguro contra possível fracasso.<sup>36</sup> Tais riscos não são “seguráveis”.

Freeman (1974) elabora sobre as incertezas na inovação industrial, assinalando que elas ocorrem em três diferentes âmbitos: incertezas nos negócios, incertezas técnicas e mercadológicas. As incertezas nos negócios estão sempre presentes nas decisões das empresas, como acima foi apontado e no caso da inovação elas também se fazem sentir, e de forma mais crítica, já que neste caso a firma joga contra o tempo — e nada é mais incerto do que o futuro, em se tratando de inovação. As incertezas técnicas são vinculadas tão-somente à probabilidade de que as especificações técnicas do produto sejam atingidas dentro de prazos e custos previstos. Ao iniciar o desenvolvimento de produto ou processo de produção, a empresa corre riscos de natureza técnica que são tão maiores quanto mais afastados os conhecimentos técnicos necessários estiverem da experiência acumulada pela instituição. Ao lado disso, quanto mais complexo for o produto ou processo em questão, mais difícil é a previsão de prazos de execução e, em conseqüência, os custos associados ao projeto. As empresas minimizam as incertezas técnicas executando a P&D, provendo adequada capacitação gerencial

(36) Alguns economistas distinguem *incertezas de incertezas verdadeiras*. As primeiras podendo ser mensuráveis por um esquema de probabilidades, ainda que subjetivas, enquanto que as últimas não podem ser mensuráveis.

e métodos sofisticados de avaliação e controle dos projetos.<sup>37</sup> As incertezas mercadológicas, por outro lado, têm conexão direta com a probabilidade de sucesso do produto no mercado a que se destina. Quando se trata do lançamento de um produto, esse tipo de incerteza assume aspectos críticos e pode até inibir totalmente o processo de inovação (segundo muitos autores e pesquisas realizadas, as incertezas mercadológicas são as mais importantes).

Os métodos mais sofisticados de estudos de mercado e as avançadas técnicas de *marketing* não podem minimizar tais incertezas ao nível conseguido no caso das incertezas técnicas, o que se explica pelo fato destas se circunscreverem, geralmente, ao domínio interno da empresa, ao passo que as de natureza mercadológica são ditadas por questões externas, escapando, via de regra, ao controle da firma. Freeman acrescenta ainda outras três razões que apontam para o alto nível de incerteza, do lado mercadológico, nos projetos de inovação: (1) o lançamento de um produto no mercado e o esperado crescimento nas vendas, é um processo que requer muito tempo, podendo chegar a uma ou mais décadas entre a concepção do produto até a satisfatória aceitação pelo mercado; (2) a previsão da renda com as vendas futuras depende da previsão da quantidade de produtos a serem vendidos e também dos futuros custos da produção, dos preços e da elasticidade do mercado; (3) a obsolescência tecnológica pode matar um novo produto antes mesmo do seu lançamento. A competição é em geral motivadora de tal obsolescência — a empresa pode cair em tal armadilha na medida em que não estiver suficientemente informada das capacitações dos seus competidores, ou pelo seu alheamento aos progressos da ciência e da tecnologia.

Objetivamente, pode-se dizer que projetos de inovação constituem classe não-homogênea de eventos — por isso mesmo o grau de incerteza varia de acordo com os tipos de inovação. Uma tentativa de classificar inovações por tipo, segundo as incertezas associadas, é feita por Freeman e reproduzida aqui na Tabela 5. Na realidade, esta classificação tenta estabelecer um espectro de tipos de inovação, enfatizando que, quanto mais radical é a inovação, mais arriscado é o projeto que objetiva seu lançamento. Firms em geral tendem a não assumir grandes riscos, preferindo orientar sua P&D para pequenas modificações em seus produtos, ou alterações significativas em seus processos de produção, visando a minimizar seus custos. Umhas poucas firms, mais ofensivas, dispõem-se a lançar inovações radicais. São exemplos disso as empresas americanas na área de semicondutores, em nossos dias, e as empresas químicas da Alemanha, principalmente entre os anos 20 e 40 deste século.

Em outras situações, é possível se encontrarem empresas dispostas a investir na P&D de inovações radicais, desde que o risco que vierem a correr possa ser compartilhado com outrem.<sup>38</sup> Este processo será examinado nos próximos capítulos.

(37) Métodos cada vez mais sofisticados de avaliação de projetos são correntemente objeto de pesquisas. Freeman, *op. cit.* tece algum comentário a respeito nas pp. 227-254. A aceitação da idéia de que a P&D é instrumento que minimiza incertezas técnicas é aceita por uns e rejeitada por outros. Para alguns economistas, a pesquisa é também fonte de incertezas; para esses, as incertezas que o homem percebe dependem de um acervo de conhecimentos de que ele dispõe num dado momento e, portanto, elas tendem a aumentar na medida em que os conhecimentos técnico-científicos são ampliados. Discussão a respeito é apresentada em N.M. Kay (1979).

(38) O compartilhamento do risco em tais casos pode ser assumido, por exemplo, pelo futuro usuário da inovação, que garante alguma encomenda ou então contribui com parte da P&D. Mas também pode ser representado pelo Governo, via contratos específicos de P&D, e/ou com a garantia de encomendas. Os melhores exemplos são oferecidos pela indústria de armamento, pela indústria aeroespacial e a nuclear, onde o Governo, via de regra, compartilha com a empresa privada a maior parcela do risco envolvido nos projetos.

TABELA 5  
TIPOS DE INOVAÇÕES CONFORME O NÍVEL DE  
INCERTEZA CORRESPONDENTE

Nível de Incerteza	Tipo de Inovação
1 Verdadeira Incerteza	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pesquisa Básica</li> <li>• Invenção Fundamental</li> </ul>
2 Muito Alto Grau de Incerteza	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inovação Radical em Produtos</li> <li>• Inovação Radical em Processos (realizada fora da empresa usuária)</li> </ul>
3 Alto Grau de Incerteza	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inovação Significativa em Produtos</li> <li>• Inovação Radical em Processos (realizada no seio da empresa usuária)</li> </ul>
4 Moderado Grau de Incerteza	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nova Geração de Produtos já Estabelecidos</li> </ul>
5 Pouca Incerteza	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Licenciamento de Inovações</li> <li>• Imitação de Inovações em Produtos</li> <li>• Modificações em Produtos e Processos</li> <li>• Adoção de Processos (na fase inicial do ciclo de vida)</li> </ul>
6 Muito Pouca Incerteza	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Novo Modelo de Produto Estabelecido</li> <li>• Diferenciação de Produtos</li> <li>• Agenciamento de Inovação de Produtos Estabelecidos</li> <li>• Adoção de Processos (em sua fase de "maturidade" do ciclo de vida)</li> <li>• Pequenas Melhorias Técnicas em Produtos e Processos</li> </ul>

O exame do comportamento das empresas privadas frente às incertezas dos projetos de inovações parece ser uma questão-chave. A maior ou menor propensão de uma empresa em correr riscos, investindo em P&D, é uma característica comportamental que pode inibir a inovação industrial, como será visto no tópico que se segue.

### 3.4 — AS MOTIVAÇÕES E AS ESTRATÉGIAS EMPRESARIAIS

O lucro é o fundamental objeto da empresa privada. Quando o empresário investe em P&D, não o faz senão sob a expectativa de que seus reflexos quantitativos sobre a produção resultem em maior volume de vendas e lucros associados e também, em muitos casos esperando que os lucros sejam maximizados pela redução dos custos de produção e comercialização sob condições fixadas pelas regras de mercado. Quer investindo em novos produtos, quer em processos de produção, os objetivos da firma ao se lançar em projetos de P&D estarão sempre associados a uma perspectiva de maximização dos lucros. Este é o tema central da teoria neoclássica que,<sup>39</sup> de uma forma

(39) Um tratamento resumido da matéria é discutido em Kay (1979), Mansfield (1974), e Sciberras, *Multinational Electronics Companies and National Economic Policies* (Jai Press, 1977).

bastante simplificada, postula que o processo de decisão da firma é de tal ordem que o curso de ação resultante, ou a estratégia, objetivará sempre a maximização dos lucros. Dentre as hipóteses assumidas, porém, está a que estabelece que as informações usadas pela firma para decisão são perfeitas, e que a tecnologia é invariante. Quando diante da inovação, estas hipóteses não se sustentam — a tecnologia miúda e as informações, tanto de mercado como técnicas, cercam-se de incertezas. De acordo com alguns autores, como Kay (1979) e Freeman (1974), a teoria neoclássica não permite hoje o estudo do comportamento estratégico das empresas frente à inovação senão em projetos onde o nível de incerteza é muito baixo (por exemplo, níveis 5 e 6 da Tabela 5). Este é o grande desafio do estudo da inovação. Uma previsão de estratégias empresariais é impossível à luz da teoria neoclássica, por serem instáveis tanto o comportamento do mercado como a tecnologia.

Algumas luzes sobre o tema têm sido trazidas por alguns economistas, postulando que, mesmo diante de tantas incertezas, as empresas serão sempre mais sensíveis às demandas do mercado do que às oportunidades oferecidas pela tecnologia. E, de outro lado, diante de um problema de alocação de recursos para P&D, a preferência deverá recair naqueles projetos onde o nível de incerteza associado é menor — recaiando sempre a menor parcela de recursos para aqueles que são considerados de mais elevado risco.<sup>40</sup> De sorte que, adotando estratégias mais conservadoras, onde os tipos de inovação introduzidos por uma empresa mais se aproxima do espectro inferior da Tabela 5 é possível prever-se o comportamento da firma à luz da teoria neoclássica, num dado lapso de tempo. Mas tal estratégia pode variar — uma empresa pode adotar uma postura ofensiva numa dada época e se transformar numa pura imitadora em outra — dependendo de uma série de fatores.

O Professor Christopher Freeman usou uma classificação bastante pragmática para estabelecer os diversos tipos de estratégias empresariais diante da inovação industrial que, de uma certa maneira, contorna as dificuldades analíticas impostas pela inaplicabilidade da teoria neoclássica.<sup>41</sup> De acordo com aquela abordagem, há seis tipos de estratégias que as empresas adotam: (1) ofensiva, (2) defensiva, (3) imitativa, (4) dependente, (5) tradicional, e (6) oportunista. Uma estratégia ofensiva é promovida pela empresa que almeja liderança, no mercado e na tecnologia, frente a seus competidores. Nestas situações, a excelência técnica nos produtos e uma certa agressividade mercadológica são características predominantes. Outras características do inovador ofensivo devem ser citadas: empresas que adotam tal estratégia são as primeiras a explorar novas descobertas científicas e técnicas e, para isso, mantêm estreito vínculo com a comunidade técnico-científica; em geral mantêm cientistas e engenheiros qualificados em sua equipe técnica e têm contactos com os resultados externos, etc... Exploram com muita eficiência as informações técnico-científicas vindas do meio externo e/ou usam de uma equipe técnica própria para gerar as informações fundamentais do seu processo produtivo. Isto significa que, em geral, tais empresas fundamentam sua estratégia em forte atividade interna de P&D. Valorizam o sistema nacional de patentes, como recurso de proteção à sua liderança técnica.

(40) Vale citar textualmente E. C. Townsend: "...management will show a preference for projects with known outcomes over those whose outcomes are uncertain and the value of an investment proposal will be reduced according to its degree of uncertainty", in *Investment and Uncertainty*, Oliver & Boyd (1969).

(41) Uma discussão sobre o assunto é tratada no Capítulo 8, em Freeman, *op. cit.* Os parágrafos que se seguem resumem as idéias de Freeman, que são fundamentais a este estudo.

Dentre os principais exemplos de indústrias que adotam, ou adotaram, uma estratégia inovativa ofensiva, estão a I. G. Farbe<sup>42</sup> (principalmente no período entre as duas grandes guerras mundiais) no setor de materiais sintéticos; Du Pont; Texas Instruments; IBM; Nestlé (Suíça); Fairchild (semicondutores); A.T.T.; Xerox; Toshiba; Basf; RCA, etc. Pelas razões acima as empresas ofensivas são também intensivas em pesquisa, mas a recíproca não é verdadeira, como se verá nos outros casos.

Em qualquer país, somente um pequeno grupo de firmas adotam estratégias de inovação que poderiam ser classificadas de ofensivas. Algumas companhias são ofensivas no início de seu funcionamento, lançando um novo produto, após o que ficam como quem está colhendo os louros de uma vitória, deixando de ser ofensivas. Adotam uma estratégia de inovação que Freeman chama de defensiva. Neste caso as empresas não são as primeiras, nem na tecnologia nem no mercado, mas estão seguindo de perto os líderes do setor. Ao assumir uma postura defensiva, a P&D não deixa de assumir importância nem de ter ligações com a comunidade técnico-científica. O que fundamentalmente diferencia esta estratégia da ofensiva é quase sempre uma questão de diferença no tempo entre lançamentos de inovações. O empresário defensivo espera seu competidor lançar o produto, para observar os resultados para, então, se lançar com sua inovação, buscando não repetir eventuais falhas do competidor. Esta é obviamente uma estratégia característica de empresas que desejam correr menores riscos que o competidor ofensivo, mas também não querem ficar muito atrás no mercado.

Ainda, segundo Freeman, este tipo de estratégia é característico de mercados "oligopolizados", onde as empresas adotam um forte e flexível esquema de P&D, pronto a reagir ante a introdução de uma inovação por um dos competidores, lançando produtos similares, mas diferenciados em alguns aspectos.<sup>43</sup> É importante que se sublinhe que ainda assim tais empresas têm que possuir equipes técnicas altamente capacitadas, principalmente em P&D, e uma ágil e flexível capacitação gerencial. Assim, não raro, empresas defensivas são também intensivas em pesquisa. Ao lado disso, muito se valem da proteção de um sistema de patentes — mas com interesses diferentes dos ofensivos. A proteção de um sistema de patentes é, a grosso modo, um poder de barganha do inovador defensivo contra o enfraquecimento de sua posição no mercado, ao passo que, para o ofensivo, é um meio de manter sua posição de liderança e ainda lucrar com licenciamentos e venda de *know-how*.

Um inovador defensivo não é um imitador do líder no mercado. A estratégia chamada imitativa é característica de firmas que, embora reajam às mudanças técnicas, não têm o interesse precípuo de diminuir o *gap* tecnológico que as separa dos líderes. Detêm uma posição no mercado à mercê de copiar, com modificações, projetos e concepções de seus competidores e, freqüentemente, de terem alguma proteção ou reserva de mercado. Para tais empresas, a política de compra de *know-how* e licenças é fundamental e — e muitos casos — a P&D é devotada a adaptações, *design*, e engenharia de produto e de processo. Em outras palavras, a tecnologia "entra" em tais empresas via contratos de licenciamento e compra de *know-how* e a geração interna de tecnologia, a grosso modo, é mais concentrada em engenharia e *design*.

A estratégia dependente é típica daquelas empresas que estão institucional ou economicamente submissas a outras firmas — como é o caso de subsidiárias de multi-

(42) Um conglomerado de empresas do setor químico, hoje desfeito, composto da Hoechst, Basf, Bayer e outras firmas menores.

(43) É uma característica observada comumente no setor automobilístico, aeronáutico, químico e farmacêutico, dentre outros.

nacionais em relação às respectivas matrizes, ou o de empresas que são satélites de outras. Uma firma dependente, via de regra, não inicia uma inovação ou promove significativas alterações em suas linhas de produtos, a não ser sob pedido específico de seus compradores ou de sua matriz. Não possuem P&D e a tecnologia é quase sempre circunscrita às etapas finais do processo de inovação (produção e *marketing*). É comum se encontrar esta estratégia inovativa em empresas satélites de grandes grupos: talvez o melhor exemplo seja dado pelas indústrias de autopeças, gravitando em torno de grandes grupos do setor automobilístico. Qualquer inovação no setor de autopeças é fortemente dependente da empresa automobilística que a absorve. As firmas dependentes assumem também crucial importância em nações em desenvolvimento — as subsidiárias de empresas multinacionais estabelecidas em tais nações têm o desenvolvimento de seus produtos condicionado por políticas e estratégias estabelecidas em suas matrizes, sediadas em nações industrializadas. Vale citar aqui textualmente Freeman, que caracterizou tais empresas como "departamento ou postos de vendas de uma firma maior, em alguns casos podendo ser até absorvidas por estas".

As firmas que adotam uma estratégia tradicional o fazem em razão dos produtos que comercializam estarem em setores onde as mudanças técnicas se processam muito mais lentamente; o mercado não demanda inovações e a competição não compete a isso. Em geral, atendem às necessidades triviais do mercado (vestuário, mobiliário, restaurantes, etc.), onde os produtos são mais ou menos estáveis em termos de conteúdo tecnológico. Tais empresas não possuem grande capacitação técnica — por isso, talvez nem reconheçam o termo "P&D", e muito menos o seu significado. É a estratégia predominante em empresas de nações subdesenvolvidas e em desenvolvimento. Mesmo os países desenvolvidos precisam ter este tipo de firma, como supridora de suas necessidades mais essenciais.

Finalmente, este elenco de tipos de estratégias inovativas se esgota com a chamada oportunista. Esta, depende fortemente da habilidade gerencial da firma, caracterizando-se pela exploração de "nichos" de mercado criados face a mudanças rápidas de tecnologias e/ou de demandas, e que podem ser atendidas com pequeno ou nenhum esforço de P&D. As firmas oportunistas em geral iniciam sozinhas, sem nenhum competidor, a exploração de um mercado específico onde a P&D é virtualmente inexistente e a tecnologia adquirida de outrem é a maneira rápida de atingir o mercado. A estratégia oportunista caracterizou algumas empresas americanas e japonesas do setor de eletrônica de entretenimento que, percebendo a rápida ascensão e importância da televisão na vida das famílias, vislumbrou a oportunidade de explorar o uso do microprocessador aplicado a brinquedos acoplados aos aparelhos de TV.<sup>44</sup>

A Tabela 6 resume os diferentes tipos de estratégias adotadas, ordenando-as segundo a propensão relativa por assumir riscos. A empresa ofensiva é a que está mais propensa para assumir riscos, ao passo que a oportunista quase não enfrenta risco algum, do ponto de vista da inovação industrial. Encerrando estas considerações, é bom que se observe que a classificação proposta por Freeman não estabelece, propositalmente, linhas divisórias entre uma e outra estratégia possível. Há empresas que podem simultaneamente adotar mais de uma delas — em diferentes projetos de inovação. Há também casos onde uma firma adota, por exemplo, uma postura "defensiva" num dado momento de sua existência e, passo a passo, evolui para a estratégia "ofen-

---

(44) O mercado mundial absorveu cerca US\$ 438 milhões de jogos eletrônicos em 1977 e as previsões apontam que este mercado deve crescer em média mais de 55% ao ano nos próximos três anos nos Estados Unidos (*Electronics*, janeiro de 1979).

TABELA 6  
A INOVAÇÃO INDUSTRIAL E A ESTRATÉGIA DAS FIRMAS  
(SUMÁRIO)

Estratégias	Caracterização	Exemplos
Ofensiva	Busca liderança técnica e de mercado. Rapidez na exploração de novas possibilidades apresentadas pela C&T. Especial relacionamento com o ambiente científico. Em geral, são intensivas em pesquisa. Consideram de importância a proteção de seus inventos por um sistema de patentes. Como também consideram a existência de uma infra-estrutura científica (pesquisa básica)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• As empresas líderes no setor de semicondutores (TEXAS, MOTOROLA, FAIRCHILD, INTEL, NATIONAL, ETC.)</li> <li>• IBM, ATT, XEROX, DUPONT</li> <li>• TOSHIBA, RCA</li> <li>• BASF, ETC.</li> </ul>
Defensiva	Não busca ser a primeira. Mas também não pretende ficar atrás. Não aceita assumir altos riscos. Conta ganhar seu lucro observando os erros dos competidores que vão à frente. Podem também ser intensivas com P&D. É estratégia típica dos oligopólios — os investimentos em P&D funcionam para fins de reação e adaptação às mudanças técnicas introduzidas p/competidores. É capaz de rapidamente se adaptar frente à mudança na tecnologia. A patente também é importante aqui.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A grande maioria das empresas européias em computadores.</li> <li>• A indústria química francesa</li> <li>• Plessey (em alguns produtos)</li> </ul>
Imitativa	Existe interesse em mudança nos produtos, mas a firma está satisfeita em ficar atrás dos líderes na tecnologia. Em muitos casos, os produtos são cópias melhoradas de competidores defensivos ou ofensivos. Sem proteção de mercado ou privilégios, seu êxito é em função do baixo custo de produção que puder alcançar. Tem alguma atividade de P&D quase sempre de adaptação.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A indústria japonesa, principalmente no setor fotográfico, no início da década de 60.</li> </ul>
Oportunista	Está fortemente dependente da sensibilidade de um empresário em perceber uma oportunidade do mercado (em rápido regime de mudança) cuja demanda pode ser atendida com o mínimo (ou nenhum) esforço de P&D.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Algumas firmas do ramo de semicondutores diversificando para o de relógios e de brinquedos</li> </ul>
Dependente	Aceita ser satélite ou se subordina no relacionamento c/outras firmas mais fortes. Não se esforça por iniciar uma inovação senão sob pedido específico de compradores ou de firmas-mãe. Em geral não possui P&D.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Indústria de autopeças em geral</li> <li>• Indústria de bens de capital (em alguns poucos setores como têxtil, ferroviário, etc.)</li> <li>• Indústria de turbinas p/aviação</li> <li>• As produtoras de computadores <i>plug to plug</i> compatíveis c/os da IBM</li> </ul>
Tradicional	Completamente desinteressada em mudanças nos produtos. Em alguns casos o mercado não demanda mudanças e a competição não se habilita a tal. A tecnologia pode ser baseada na experiência adquirida c/algumas técnicas (às vezes a nível artesanal) e os estímulos da ciência e técnicas mais modernas são quase inexistentes. Baixa capacidade técnica-científica (a natureza do produto via de regra determina esta estratégia)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comum em algumas firmas de setores como vestuário e alimentação</li> </ul>

siva" ou involui para a "imitativa". O importante neste estudo é entender que existe tal variedade de posturas frente às incertezas da inovação, e que o entendimento delas é que pode permitir a previsão de reflexos de ações governamentais planejadas com vistas ao crescimento de uma tecnologia industrial. Este aspecto não pode ser analisado sem que antes seja examinado, ainda que sinteticamente, o processo de inovação a nível macro, objeto do próximo capítulo.

O aspecto mais importante a sublinhar neste capítulo, à luz dos estudos, como o projeto SAPPHO e as proposições de Freeman, Townsend e outros, é que há dois "centros" fundamentais que podem funcionar como motivadores ou inibidores do processo de inovação: o *mercado* e a *tecnologia*. O equilíbrio entre motivação e inibição depende, em larga margem, da capacidade gerencial das empresas em perceber oportunidades e atender demandas, e das suas propensões para assumir riscos. Há ainda outras variáveis envolvidas — não consideradas até aqui, mas que serão abordadas nos próximos capítulos.

## 4 — INOVAÇÃO INDUSTRIAL A NÍVEL MACRO

O lançamento do PVC na década de 30 pela I. G. Farben (da República Federal da Alemanha) foi resultado da cooperação de muitas instituições de pesquisas (como a Universidade de Freiburg), além de alguma iniciativa governamental — função de um clima de guerra iminente na ocasião. O êxito no lançamento do PVC foi cercado de condições ambientais que, de certa maneira, contribuíram para o sucesso da inovação. O projeto SAPPHO também demonstrou que empresas bem-sucedidas, principalmente no setor de instrumentação, mantiveram estreita colaboração com universidades e laboratórios externos de pesquisas. De outro lado, as diferentes estratégias inovativas que uma empresa pode adotar dependem, em certa medida, do "ambiente" nos quais estão inseridas. Todas estas observações ressaltam a relevância de um sistema maior, aqui chamado de "nível macro", do qual a empresa inovadora é parte, e que contribui para o êxito do processo que visa ao lançamento de produtos e processos na sociedade. Dentro deste cenário, obviamente, o Governo assume o principal papel; como instituição coordenadora, reguladora, promotora da pesquisa básica e da política de ciência e tecnologia, o que não torna menos essencial a participação dos centros de pesquisas, universidades, etc., como será visto a seguir.

### 4.1 — A SINERGIA: GOVERNO — UNIVERSIDADE — INDÚSTRIA E INSTITUTOS DE PESQUISA

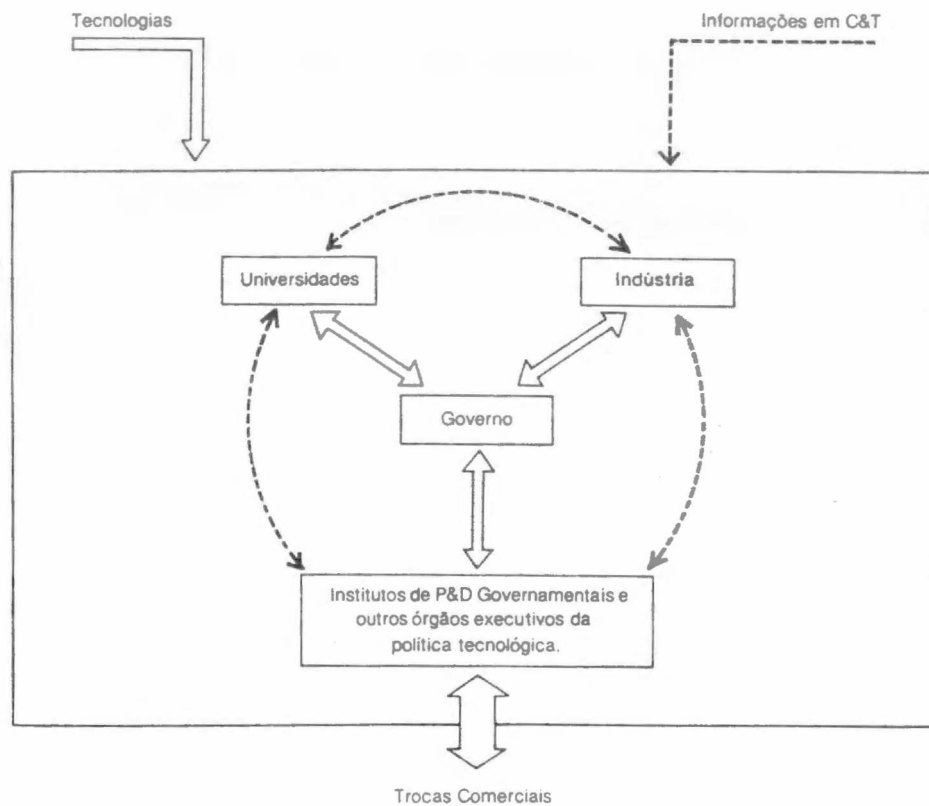
Na Seção 3, a empresa (e em particular a de capital privado) foi colocada como o centro de decisão no processo, chegando-se inclusive a apontar capacidade gerencial como fator quase que exclusivo do êxito de um projeto. A história registra notáveis progressos tecnológicos e inovações obtidos, *latu sensu*, no seio da empresa privada. O náilon na Du Pont, o terylene na I.C.I.,<sup>45</sup> o transistor na Bell, a Xerox, o microprocessador na Intel, etc., são alguns exemplos de inovações resultantes de esforços quase que

---

(45) I.C.I. — Imperial Chemical Industries, Reino Unido.

exclusivos de empresas. Outros exemplos, entretanto, poderiam ser lembrados para ressaltar que além da empresa, outras instituições participam de uma "cadeia" que, de alguma forma viabiliza, técnica e economicamente, determinados projetos de inovação. Além disso, em qualquer dos casos, não se pode isolar dos avanços tecnológicos o papel das universidades na expansão das fronteiras da ciência; a ação dos técnicos de engenharia básica, dos institutos de pesquisas, dos laboratórios de testes, ensaios e padrões, etc. A existência de tal sinergia, a nível macro pode (e há muitos casos que o confirmam) induzir empresas privadas a interagir e cumprir a parte que lhes cabe no processo da inovação. A Figura 2 mostra esquematicamente os membros desta cadeia que compõem o processo de inovação a nível macro. Neste esquema, o importante a ser salientado é que a inovação pode ser viabilizada na presença de uma certa sinergia, o que significa ter a empresa certo vínculo com os demais membros do sistema e vice-versa; estarem os interesses de alguma forma sintonizados; e que as políticas e regulamentos governamentais são tais que estimulam a entrada da empresa em novos negócios, etc.

FIGURA 2  
MEMBROS DO PROCESSO DE INOVAÇÃO A NÍVEL MACRO



Como peculiaridades do processo, parece interessante citar as seguintes: o Governo provê recursos para a pesquisa básica, normalmente conduzida em universidades e institutos; concede financiamento à pesquisa aplicada em engenharia, testes e ensaios em laboratórios de pesquisa tecnológica; e promove a formação dos indispensáveis recursos humanos. Além disso, através de outros mecanismos, promove a proteção da invenção e da propriedade industrial, através de um sistema de marcas, patentes e licenças; fomenta linhas de financiamentos para empresas que realizem P&D ou que se disponham a explorar invenções, etc. A essas ações governamentais somam-se outras iniciativas isoladas, de universidades, laboratórios e de órgãos de divulgação que geralmente contribuem para a viabilização de uma inovação. É oportuno observar que a existência de tal cadeia, com uma certa sinergia associada, pode criar condições como:

a) a troca de informações técnico-científicas e de natureza mercadológica pode sensibilizar a empresa privada de modo a induzi-la a explorar um novo negócio e, portanto, a decidir-se por algum projeto de inovação.

b) Ensejam a minimização dos riscos de inovação — tanto técnicos como mercadológicos — atraindo empresários e induzindo-os a compartilhar recursos no processo.<sup>46</sup>

Esta sinergia parece ser mais importante ainda em nações em desenvolvimento que buscam uma certa autonomia tecnológica em segmentos estratégicos. O porte das empresas locais, a falta de recursos humanos e outras limitações ensejam que as universidades e os institutos de pesquisa funcionem como potenciais parceiros dos grupos privados no desenvolvimento de tecnologias e que o Governo aponte capital de risco e contrate projetos de desenvolvimento. Outros problemas surgem ainda em tais sociedades, como os mecanismos de transferência de tecnologias entre universidades, institutos de pesquisa e empresas; mobilidade de pessoal; trânsito das informações técnico-científicas, etc. — cujo exame está além do escopo deste estudo. O que deve ser enfatizado aqui, porém, é sobretudo o relevante papel que cabe, principalmente em nações em desenvolvimento, à interação entre os membros da supracitada cadeia como elemento essencial à inovação industrial.

## 4.2 — O MODELO CARRÈRE DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO

Economistas, das mais diferentes tendências, têm discutido e analisado a interferência do Governo no setor privado com o propósito de promover, orientar e controlar o desenvolvimento da tecnologia industrial, pois os diversos instrumentos atualmente em uso em nações industrializadas, visando apoiar iniciativas na pequena e média empresa, têm-se expandido e causado algum impacto na economia. O exame de um modelo de desenvolvimento da tecnologia industrial *vis-à-vis* o estágio de desenvolvimento da indústria em uma dada sociedade parece ser crucial. A idéia que permeia essa abordagem é a de que o Governo dispõe de vários mecanismos de indução ao desenvolvimento de tecnologia no seio da empresa privada sendo que dentre estes estão aqueles que predis põem o empresário a correr maiores riscos. Um modelo de desenvolvimento tec-

---

(46) A realização da pesquisa básica e aplicada por órgãos outros que não a empresa privada; os mecanismos governamentais de disciplinamento do mercado e os programas e políticas governamentais de compras podem ser vistos como alguns dos instrumentos que minimizam riscos, contribuindo assim para a entrada do capital privado em projetos de inovação.

nológico proposto por Carrère conforme descrito por Britton (Ottawa, 1978), é aqui discutido como base para o estudo de como ações governamentais podem viabilizar mudanças de atitude da empresa frente às incertezas da inovação.<sup>47</sup> Carrère, partindo das idéias de Freeman sobre as estratégias empresariais,<sup>48</sup> formula seu modelo sob as seguintes hipóteses:

a) O desenvolvimento industrial de uma sociedade é um complexo de processos evolutivos interdependentes.

b) Dentre esses, está o processo de desenvolvimento e mudanças nas capacidades tecnológicas locais.

c) Uma firma pode iniciar sua existência adotando qualquer uma das estratégias — mas um país inicia seu processo de industrialização a partir de um estágio onde sua indústria é *tradicional*; e, somente através de um processo evolutivo, os subseqüentes estágios vão sendo alcançados.

d) Uma sociedade pode estar, num dado momento, em mais de um estágio, dependendo do setor industrial considerado.

e) Cada estágio de desenvolvimento proposto por Carrère (Figura 2) não resulta de decisões conscientes do empresário ou do Governo (embora as políticas governamentais para a indústria e a tecnologia sejam agentes influentes no processo), mas observações, *a posteriori*, de fatos, desempenhos e realizações da indústria e da economia.

Embora a Figura 2 seja auto-explicativa, algumas observações precisam ser realçadas. Os três estágios — tradicional, dependente e imitativo — são característicos de certas nações subdesenvolvidas e em desenvolvimento. A indústria tradicional não é inovadora, não possui qualquer P&D, e o próprio mercado não demanda mudanças em produtos e/ou processos. A indústria dependente é representada principalmente pelas filiais de empresas multinacionais — que pouco ou nada realizam de P&D (e mesmo de engenharia de produto) nas nações onde se instalam, mas que estão quase totalmente submissas às inovações lançadas pelas matrizes. De outro lado, a indústria dependente, mesmo que não vinculada a grupos multinacionais, precisa amparar-se na compra de tecnologias em outros países, o que caracteriza dependência na medida em que nenhuma capacitação tecnológica local seja buscada. Uma evolução a esta situação é representada pela estratégia imitativa. Neste caso a P&D industrial orientada para adaptações, engenharia de projeto e engenharia de produção, é enfatizada e com isso as empresas conseguem atender ao mercado interno com algum nível de competição.<sup>49</sup> Parece que este é o estágio mais avançado da indústria em países em desenvolvimento.

Uma segunda observação chama atenção para o papel das políticas governamentais no desenvolvimento da indústria, capazes de ensejar a mudança de um setor industrial de um para outro estágio do modelo Carrère. Este aspecto pode ser ilustrado com os dois exemplos que se seguem.

(47) Este tópico enfatiza o papel do Governo minimizando riscos. Este não é, logicamente, seu único instrumento de ação, sendo os demais examinados nos tópicos subseqüentes.

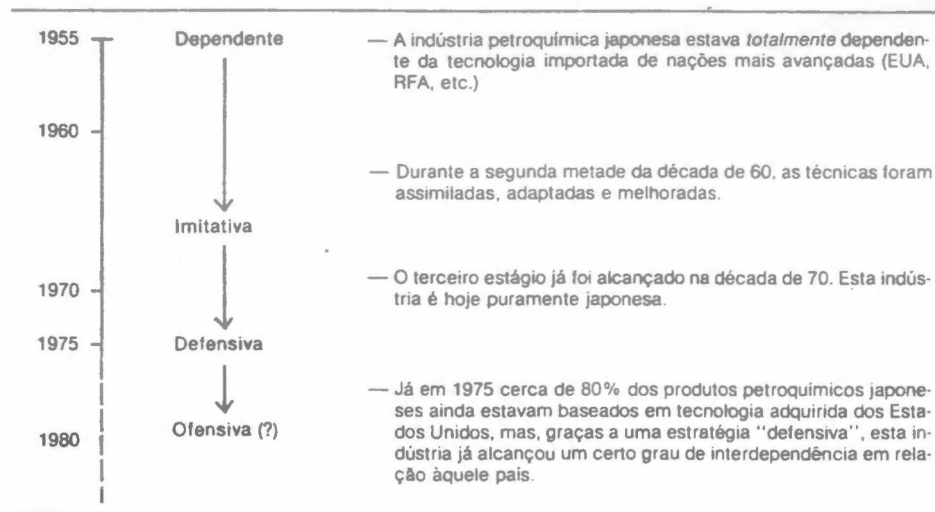
(48) Carrère exclui do seu modelo a estratégia "oportunista", sem maiores explicações. Acredita-se que a mesma não contribui para o desenvolvimento tecnológico.

(49) Há economistas, como Britton (Ottawa, 1978), que sustentam que a indústria imitativa consegue algum sucesso quando sob alguma sorte de proteção ou sob baixos custos de produção (mão-de-obra barata, por exemplo).

a) A indústria farmacêutica italiana foi durante muito tempo dependente. Ao fim da II Guerra Mundial, sob o estímulo de uma política governamental de não patenteabilidade de produtos e processos farmacêuticos, inúmeras firmas surgiram e passaram a se dedicar à imitação de produtos estrangeiros. Dentro de um certo período de tempo, a indústria italiana conseguiu produzir toda a matéria-prima e os processos essenciais para o seu setor farmacêutico, atendendo ao mercado interno e competindo no exterior.<sup>50</sup>

b) Dado o rápido crescimento da sua indústria, notadamente nos últimos 30 anos, o Japão fornece exemplos interessantes de desenvolvimento de estágios de estratégia inovativa. Sua indústria eletrônica, principalmente no setor de entretenimento caracteriza-se por ser limitativa na década de 50, e mesmo no início da de 60. Ao longo dos anos 70, porém, presenciou-se uma verdadeira invasão de novos produtos japoneses no mercado internacional, ameaçando o *status* de liderança de empresas americanas e européias. A indústria eletrônica de entretenimento japonesa é hoje caracteristicamente ofensiva. Mas, parece que é o setor petroquímico que oferece uma nítida ilustração da influência de associação governo-indústria no desenvolvimento da tecnologia, exemplo que é apresentado esquematicamente na Figura 3. Novamente deve ser ressaltada a influência governamental, direta e indireta, neste processo evolutivo. Muito contribuíram a proteção governamental (de diversas ordens), os laboratórios e universidades (apoiados com recursos estatais, obviamente), um atraente mercado interno, etc.

FIGURA 3  
JAPÃO — EVOLUÇÃO DA INDÚSTRIA PETROQUÍMICA



Fonte: Britton, (Ottawa, 1978).

(50) Uma exposição detalhada sobre este exemplo é feita em "Junta del Acuerdo de Cartagena, Technology Policy and Economic Development", International Development Research Centre, Ottawa, 1976, pp. 15-21.

O que o modelo proposto por Carrère, bem como os exemplos citados, fazem pensar, é que a interação e o jogo de interesses entre empresas e Governo podem ensejar evolução de um para outro estágio de um setor industrial. Mas cada instrumento governamental tem seus efeitos, aparentemente condicionados ao estágio da indústria ao qual se aplica. Assim, por exemplo, de acordo com Carrère, não se pode esperar que uma legislação de patentes, ou uma linha de financiamentos para P&D, sejam instrumentos eficazes para desenvolver uma indústria que está no estágio tradicional. Por outro lado, parece que as empresas imitativas são as mais sensíveis a instrumentos como proteção de mercado, legislação de licenças e produtos, e às facilidades para execução de engenharia de processos, de projetos e de produção. As políticas de incentivos a P&D no seio da empresa poderão ter algum impacto somente junto às indústrias que estejam no estágio imitativo, defensivo ou ofensivo.

### 4.3 — O AMBIENTE FAVORÁVEL À INOVAÇÃO INDUSTRIAL

A discussão até aqui apresentada, os resultados do projeto SAPHO e outros estudos mencionados sugerem que a disposição da empresa privada por inovar e investir em P&D depende de um conjunto de circunstâncias, onde se destacam como essenciais o mercado e a tecnologia disponíveis. A simples existência destas duas condições não são, todavia, suficientes para que uma empresa comprometa recursos próprios com o desenvolvimento de tecnologias, visando à introdução de novos produtos (ou melhoria dos existentes) ou, ainda, introduzindo modificações nos processos de produção. Há outras condições acessórias aqui denominadas ambientais, que *favorecem* a inovação industrial, isto é, facilitam o comprometimento da empresa com o desenvolvimento tecnológico. Keith Pavitt, em relatório publicado pela OECD em 1971 (Pavitt, 1971), analisou o desempenho industrial de 10 nações desenvolvidas, concluindo que há um certo número de fatores conjunturais que, comum a todas aquelas sociedades, facilitam a inovação — Pavitt especula que a ausência de alguns dos fatores pode mesmo criar barreiras.

O Governo é agente responsável pela criação de um "clima" ou "ambiente" capaz de estimular a empresa privada à inovação — esta é uma observação levantada entre os países membros da OECD. Pavitt, em relatório elaborado para aquela organização, baseado em levantamentos realizados em 10 países-membros, conclui, entre outras coisas:

"From the formulation of national objectives in such areas as education, industrial and commercial policy and defence, down to relatively mundane matters such as regulation, government action has an important influence on the demands for new technology, and on the pressures, rewards and constraints in institutions and individuals engaged in various parts of the innovative process" (Pavitt, 1971).

Ao lado de um contexto econômico onde o mercado se expande, o capital de risco é disponível, a política salarial e os incentivos fiscais são eficazes, outros fatores favorecem ao desenvolvimento de tecnologias, dos quais se destacam:

a) *Competição* — A competição perfeita é condição ideal ao progresso da tecnologia industrial. Projetos de inovação envolvem riscos não quantificáveis e mudanças nos meios de produção, geralmente desconfortáveis às empresas. Sem competição (e, portanto, a potencial ameaça de que um competidor lance uma inovação em primeiro lugar), as firmas preferirão adotar uma postura mais confortável de evitar riscos e mudanças. Esta é uma observação confirmada em vários estudos e pesquisas e que real-

ça a importância do Governo em legislar no sentido de corrigir eventuais distorções no mercado, provendo, idealmente, um clima de competição perfeita.

b) *Incentivos Fiscais* — Não tão importantes quanto o porte do mercado ou a estrutura da competição, os incentivos fiscais podem atrair investidores para novos negócios, carreando recursos para projetos de inovação. Cabe ao Governo estabelecer o equilíbrio entre eventuais custos sociais advindos de uma política de incentivos fiscais *vis-à-vis* os benefícios resultantes de um desenvolvimento tecnológico-industrial. Neste campo cabe assinalar os incentivos fiscais para P&D industrial; para a incorporação de insumos localmente produzidos no produto final (índices de nacionalização); para a exportação de produtos e em favor da implantação de empreendimentos em regiões geográficas menos desenvolvidas, etc. Rubenstein (1979) e outros, em recente estudo pesquisaram as percepções dos empresários da Inglaterra, Japão, Alemanha e França, quanto à influência dos instrumentos governamentais sobre o processo de inovação nos respectivos países. Dentre as conclusões, cita que os incentivos fiscais voltados a P&D/inovação foram considerados os mais relevantes e os mais efetivos instrumentos de apoio à inovação industrial, no Japão e na Alemanha.

c) *Regulamentação, Normas e Padrões* — parece não haver dúvida de que os mecanismos legais, dispondo sobre normas, padronizações e certificações de qualidade dos produtos e processos, exercem influência sobre as decisões empresariais, fato este indicado em muitos estudos (Pavitt, 1971 e Rubenstein, 1979). Em nome do bem-estar social, regulamentos têm sido estabelecidos visando à proteção do meio-ambiente (legislação anti-poluição), segurança do usuário, seu meio, saúde, etc. Em tais casos, observam-se impactos apreciáveis em setores como o automobilístico, o químico e o farmacêutico. As empresas são compelidas a mudarem seus processos de produção e aperfeiçoarem seus produtos de modo a atender aos requisitos de tais regulamentos, normas e padrões. Se por um lado, mudanças têm sido observadas nos setores automobilístico, químico e outros, por outro muitos empresários têm reclamado efeitos negativos de tais regulamentos. Os industriais ponderam que apreciável parte dos recursos das empresas, desviados para satisfazerem exigências governamentais, pesam na capacidade criativa da empresa que assim se vê tolhida de criar novos produtos e processos. Gerstenfeld relata (Gerstenfeld, 1979) que a General Motors teve de desviar 45% dos seus recursos de P&D para atender aos regulamentos do Governo Federal nos Estados Unidos. Há efeitos negativos observados na indústria farmacêutica americana, também relatados por Gerstenfeld. No período 1957/61 foram observadas 59 inovações naquela indústria, número esse que declinou para 15 inovações no período 1972/75, devendo-se tal declínio a uma pesada carga de regulamentos observada na década de 60 (Gerstenfeld, 1979). A normalização e padronização, além de representarem instrumento de defesa de interesses sociais, podem também ser fator multiplicador pela geração de economias de escala. Este é um fato observado na indústria de componentes eletrônicos, mecânicos e outros insumos. Além do mais, facilita a penetração no mercado externo, sobretudo nos países desenvolvidos, que mantêm rigoroso controle sobre a qualidade de produtos importados.

d) *Capital de Risco e Subsídios a P&D* — Investimentos para projetos de concepção de novos produtos, simples modificações em produtos ou processos, podem ser consideravelmente inibidos pela falta de linhas de financiamento adequadas. As incertezas associadas aos projetos levam empresários a investirem nos de mais baixo risco e, portanto, em mudanças menos significativas em sua linha de produtos. O compartilhamento do risco entre Governo e empresa é prática que tem sido observada nos países da OECD. No caso do financiamento, isso se dá através de subsídios à P&D de novos produtos, à montagem de linha-piloto, ao treinamento do pessoal e, até mesmo, à

organização de um completo centro de P&D. Mais importante, porém, parece ser a disponibilidade do capital de risco, caso em que o Governo e a empresa investem em projetos de alto risco, sob condição de receberem lucros/perdas correspondentes ao respectivo grau de participação. Rubenstein (1979, pp. 324-357) chama atenção para a importância que esse tipo de mecanismo tem para a indústria inglesa, de acordo com a opinião dos empresários locais.<sup>51</sup> Não há dúvida de que linhas de financiamentos a P&D e capital de risco assumem importância maior junto às novas empresas e às firmas de pequeno e médio porte. Em tais casos, a falta de recursos para investimento compele as firmas a buscarem apoio financeiro governamental para desenvolvimento, produção e comercialização de novos produtos.

e) *Infra-Estrutura em Ciência e Tecnologia* — Não há dúvida de que a existência de um complexo de instituições devotadas à pesquisa científica e tecnológica emprestam apreciável colaboração, direta e indiretamente, às indústrias em seus projetos de desenvolvimento de inovações. Não é possível, por exemplo, dissociar os apreciáveis avanços que a indústria química alemã experimentou, no período entre as duas guerras mundiais, dos trabalhos científicos que as universidades realizaram naquele período.<sup>52</sup> Nos países membros da-OECD, os Governos dirigem a pesquisa básica e financiam a manutenção de institutos de pesquisa tecnológica, de ensaios e padronização. Ao lado disso, cabe aos Estados assegurarem a formação dos recursos humanos imprescindíveis, não somente à P&D, mas a todas as atividades empresariais.

f) *A Mobilidade do Pessoal e a Transferência de Tecnologia Endógena* — A existência de uma infra-estrutura tecnológica só aparece nos custos da sociedade quando não se integra, de fato, ao processo produtivo. A transferência dos conhecimentos técnicos e científicos e sua incorporação ao processo produtivo é que verdadeiramente contribui para o desenvolvimento tecnológico. Ao lado disso, a mobilidade dos engenheiros e cientistas, os contatos pessoais,<sup>53</sup> mesmo que informais, entre técnicos parecem ser importante prática que favorecem a inovação tecnológica (Pavitt, 1971). A mobilidade dos cientistas e engenheiros pode ser encorajada pelo Governo através de apoio, seminários, visitas e congressos, mas é um fenômeno que depende de raízes culturais. É fato observado que os engenheiros japoneses são muito mais fixos às suas empresas que os americanos — o índice de *turnover* médio de técnicos nos Estados Unidos é bem maior que no Japão. Quanto à transferência de tecnologia endógena, muitos países da OECD dispõem de programas que objetivam incentivar a empresa privada a se valerem de tecnologias desenvolvidas em laboratórios governamentais e universidades. Na Inglaterra, por exemplo, a NRDC dispõe de programa que objetiva transferir às indústrias os protótipos e linhas experimentais de produção desenvolvidos nos institutos governamentais e nas universidades.

g) *Licenças e Patentes* — A existência de um sistema de patentes foi no passado um valioso instrumento de proteção da invenção por parte de indivíduos. Modernamen-

(51) De todos os instrumentos de apoio à indústria, a instituição da National Research and Development Corporation (NRDC) é a que mais relevância possui e que mais efetivamente contribui para inovação, segundo opinião dos empresários consultados. A NRDC é o mais importante agente governamental de capital de risco.

(52) O desenvolvimento do PVC pela I.G. Farben, exemplo clássico da associação Universidade-indústria, é descrito com detalhe em Freeman, *op. cit.*

(53) O processo de transferência de tecnologia envolve fundamentalmente a troca de informações e experiências que estão nas pessoas. T. Allen, K. Pavitt, V.M. Hermes de Araujo e outros estudaram a relevância dos contatos informais no processo de inovação. Ver, por exemplo, V.M.H. de Araujo, *op. cit.*

te, é mais do que isso: é mecanismo de defesa de grandes grupos contra competidores e é instrumento de barganha. Empresas líderes, em setores de tecnologia de ponta, por exemplo, recorrem a este tipo de instrumento como forma de obtenção de renda adicional, através de licenciamento a outrem. Assim, conforme relatam muitos economistas,<sup>54</sup> o sistema de licenças e patentes tanto pode acelerar o desenvolvimento tecnológico, protegendo inovadores ofensivos, como pode ser instrumento de proteção de monopólios garantindo-lhes um certo *status quo* na tecnologia.

h) *Sistemas de Informação e Documentação* — Diferentemente da mobilidade de pessoal e da transferência de tecnologia, onde os mecanismos de transferência de conhecimentos se fazem via pessoa, aqui o objeto é a sistematização da comunicação de informação registrada em documentos (livros, periódicos, relatórios, etc.). Embora a informação que entra nas instituições (quer de pesquisa, quer de produção) seja feita na maioria das vezes de maneira informal, há evidências de que a disponibilidade de um sistema de informações eficiente e dinamicamente atualizado, pode facilitar o processo decisório das empresas que buscam inovar. O levantamento realizado por Rubenstein<sup>55</sup> mostra que os empresários alemães consultados revelaram que o seu sistema nacional de informação e documentação situa-se entre os cinco primeiros mecanismos relevantes e eficazes no processo de inovação.

A relação acima não exaure o repertório de mecanismos governamentais observados nas nações desenvolvidas,<sup>56</sup> sendo citados os mais importantes que objetivam a criação de um ambiente que favorece o envolvimento da empresa privada na criação de inovações.

## 5 — OS INSTRUMENTOS GOVERNAMENTAIS: CASO BRASILEIRO E DE OUTROS PAÍSES

O Governo brasileiro aplica um certo número de instrumentos que objetivam, direta ou indiretamente, favorecer à inovação industrial. Tais instrumentos conducentes à criação de um clima adequado são apresentados de modo sucinto na Tabela 7, juntamente com os similares praticados nos Estados Unidos, Alemanha (OC), França, Reino Unido e Japão. A tabela é auto-explicativa.<sup>57</sup>

(54) A indústria farmacêutica italiana era dependente do exterior até fins da II Guerra Mundial. A partir daí, estimulada por uma política governamental de não-patenteabilidade de fórmulas farmacêuticas, as empresas locais se lançaram à imitação e cópia de produtos e processos estrangeiros, desenvolvendo uma capacitação para projetos de novas drogas e novos processos de obtenção de matérias-primas. A consequência foi o desenvolvimento de uma indústria nacional capaz de suprir o mercado interno da farmacopéia essencial ao país, além de chegar a competir no mercado externo. Uma narrativa mais detalhada deste caso é feita no documento "Junta del Acuerdo de Cartagena", in *Technology Policy and Economic Development*, International Development Research Centre, (Ottawa, 1976) pp. 15-21. Para outros exemplos, consultar Britton (Ottawa, 1978).

(55) A.H. Rubenstein, *et al.*, *op. cit.*, p. 345.

(56) Um grande número de novos mecanismos vêm sendo observados na comunidade econômica européia, visando, em particular, ao fortalecimento da pequena e média empresa. Quase todos os países dispõem de programas de assistência técnica e gerencial à pequena e média empresa; há programas específicos para treinamento de pessoal, quer na área técnica, quer na área administrativo-gerencial, ao lado de linhas de financiamento subsidiadas pelo Governo. Uma descrição de tais instrumentos é apresentada em Hagedoon, 1979.

(57) A apreciação crítica de tais instrumentos é feita na parte conclusiva da Seção 6.



### 5.1 — ANÁLISE CRÍTICA DO CASO BRASILEIRO

O envolvimento do Estado na economia tem sido uma das principais características da maioria dos países em desenvolvimento. O caso brasileiro não foge à regra e remonta aos primórdios de sua industrialização. A posição do Governo com relação à indústria nacional, até 1930, foi a de permitir um regime de *laissez-faire*. A partir dessa época, sob o impacto de uma depressão mundial, o Governo começou a manifestar interesse no desenvolvimento industrial do País. Embora inclinado a favorecer o setor privado, mediante a utilização de instrumentos adequados de proteção e financiamento, em pouco tempo o Governo percebeu que a iniciativa privada nacional não teria condições de arcar com o ônus do desenvolvimento de alguns setores, como os da infra-estrutura e o da indústria pesada. Em consequência, já na década de 30, o Governo criava diversos órgãos para controle de produção e de preços, com a finalidade de proteger a economia nacional.

Até o início da década de 40, várias empresas privadas foram nacionalizadas, por motivos diversos, mas sempre para atender aos interesses do País. Nos anos 40 foram criadas diversas empresas do Governo, tendo em vista sobretudo a segurança nacional. Nos anos 50, com vistas a um desenvolvimento acelerado, foi criado o BNDE, através do qual o Governo se tornou acionista majoritário de diversas empresas, envolvidas em setores considerados de alta prioridade para o desenvolvimento industrial. Ainda nessa década, foi criada a Petrobrás e também diversos órgãos para controle dos preços no setor dos serviços de utilidade pública. Nos anos 70, novos órgãos estatais foram criados e consolidados os já existentes.

Atualmente, a ação do Governo abrange o sistema fiscal, o Banco Central, bancos comerciais e de desenvolvimento, autarquias, empresas produtoras de bens e serviços e o sistema de controle de preços.<sup>58</sup> Assim, pode-se afirmar que a participação do Governo no setor industrial já tem alguma tradição e o atual estágio de desenvolvimento do País talvez não tivesse sido alcançado sem essa participação, já que a empresa privada — na grande maioria de pequeno ou médio porte — certamente não teria condições de suportar o elevado ônus dos investimentos necessários. Essa participação parece cada vez mais necessária, pois o desenvolvimento industrial hoje requer tecnologias mais sofisticadas e mão-de-obra mais especializada. Por outro lado, um novo fator — a presença das multinacionais — terá de ser considerado nesse contexto já que não parece viável uma competição equilibrada entre as empresas nacionais e multinacionais sem uma efetiva ação protetora do Governo com relação às primeiras.

Alguns instrumentos de apoio à tecnologia industrial são razoavelmente antigos, como o INT (MIC), IPT (São Paulo) e INPI (MIC). O apoio governamental direto à pesquisa e desenvolvimento executados pela empresa privada, através de linhas de financiamentos e consultorias técnicas, é mais recente encontrando seus principais marcos na segunda metade da década de 60. O Fundo de Desenvolvimento Técnico-Científico (FUNTEC) do BNDE foi aprovado pela Resolução n.º 146/64, de 29 de maio de 1964, do Conselho de Administração daquele banco. Este programa desencadeou, então, linhas de financiamento objetivando o fortalecimento das universidades, laboratórios governamentais, mas também das indústrias que se propusessem a desenvolver e adaptar tecnologias.<sup>59</sup> A Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), vinculada à Secretaria de

(58) W. Baer, "As Modificações no Papel do Estado na Economia Brasileira", *op. cit.*, 1977.

(59) BNDE, "FUNTEC — 10 anos de Apoio à Pesquisa", BNDE, Rio (1974).

TABELA 7

## RESUMO DOS INSTRUMENTOS GOVERNAMENTAIS DE INCENTIVOS À TECNOLOGIA INDUSTRIAL, PRATICADOS NO BRASIL, ESTADOS UNIDOS, ALEMANHA (OC), FRANÇA, REINO UNIDO E JAPÃO

Instrumentos Governamentais	Brasil	Estados Unidos	Alemanha	França	Reino Unido	Japão
Incentivos Fiscais	CDI/Redução do Imposto de Importação e IPI (D.L. n° 1.428 de 2.12.75); CNPq/ Isenção de Imposto de Importação de Equipamentos, Partes e Peças para fins de P&D (D.L. n° 1.160 de 17.7.71); imposto de Renda (Pessoa Jurídica) Inclusão das Despesas em P&D nos custos operacionais.	Imposto de Renda Inclusão das despesas em P&D nos custos operacionais. Redução do imposto sobre a Renda no caso de inversões de longo prazo.	Dedução do imposto face à aquisição de bens para P&D e contribuição a laboratórios (N.B.: há um total de seis dispositivos diferentes de incentivos fiscais para inovação na Alemanha).	Imposto de Renda: redução do imposto para empresa realizando esforço de P&D.	Imposto de Renda: redução do imposto quando a empresa realiza P&D.	Redução do imposto de acordo com aumento anual de investimentos da firma em P&D. Redução de impostos sobre aquisição de ativo fixo destinado a novas produções. Dedução de impostos devidos, em função do volume de exportação de tecnologia e know-how.
Regulamentação, Normas e Padrões	SNMNOI — Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Controle de Qualidade criado em 1973. CONMETRO - órgão responsável pelo estabelecimento da política geral do sistema ABNT. Associação de caráter privado, identificada como órgão do SNMNOI, destinada à elaboração de normas técnicas.	Em 1918 foi criada a ASA (American Standards Association), cujo nome mudou para ANSI (American Standards Institute); é uma federação constituída de cerca de 100 organizações profissionais, técnicas e comerciais e companhias privadas industriais e comerciais. Sua função principal é coordenar o desenvolvimento voluntário da	A DNA, criada em 1917, é uma associação que congrega indústrias ou associações industriais. As normas são elaboradas por Comitês de trabalho, que reúnem fabricantes, usuários, técnicos e órgãos públicos. As normas são publicadas pelo DNA e trazem a marca DIN.	As normas francesas são estabelecidas sob a égide do Comissariado p/Normalização (órgão governamental e da França de AFNOR (Associação Normalização, órgão privado) com concurso dos Bureaus de Normalização e a colaboração dos fabricantes, distribuidores, usuários, órgãos públicos e organismos científicos. As normas contribuem para	A British Standards Institution (BSI) foi criada em 1918, e, em 1928, mediante uma Carta Real, recebeu o encargo de promover a normalização da Grã-Bretanha. A utilização de normas é inteiramente facultativa, com exceção de algumas tornadas obrigatórias. A BSI administra a marca de conformidade às normas BSI. O uso dessa marca está	A CQ no Japão teve início em 1946. Em 1949 foi instituída a Lei de Padronização Industrial. A certificação de qualidade da Associação Japonesa de Padrões (JIS) garante a qualidade do produto desde 1949. Há discriminação de conhecimentos sobre CQ, mas todas as companhias adotam CQ voluntariamente.
Capital de Risco e Subsídios a P&D	FINEP (ADTEN, Apoio à Consultoria Nacional e a Usuários da Consultoria Nacional) BNDE/FUNTEC, IBRASA, EMBRAMEC, DIGIBRÁS, Banco do Brasil/PIPEC.	Consagrado o sistema de bancos privados que provêem capital de risco para empreendimentos diversos. O governo é virtualmente inativo neste setor.	Banco Alemão de Capital de Risco: provê capital para projetos de alto risco. Várias linhas de subsídios a P&D/II na empresa privada, são disponíveis.	Provisão de capital de risco para novos empreendimentos e outros já estabelecidos. Várias linhas de subsídios a P&D/II.	Provisão de linhas específicas de financiamento por setores da indústria. Linhas diversas cobrindo todo o espectro do processo de inovação. Capital de Risco (NRDC).	Fundos governamentais para P&D na indústria (lungo período). Linhas de financiamento diversas para P&D. Programas prevendo aporte de capital de risco para as empresas.
Transferência de Tecnologia Endógena	Tanto o BNDE/FUNTEC, Banco do Brasil/PIPEC como a linha FINEP provêem linhas de financiamento para exploração industrial de resultados das pesquisas feitas em universidades e centros tecnológicos; semelhante, para invenções nacionais.	Apoio à exploração comercial de resultados de P&D realizadas pela NASA. Apoio à PME na exploração comercial de resultados da pesquisa realizada sob contrato com o governo.	Encorajamento aos trabalhos de P&D cooperativos entre a Universidade e a Indústria.	ANVAR - Agence Nationale de Valorization de la Recherche - entre outras atividades, estimula a utilização de patentes e resultados da propriedade do poder público.	NRDC - é depositária de patentes e resultados de P&D, em nome do Governo. Busca atrair o setor privado na exploração de tais tecnologias.	JRDC - atua de maneira similar ao NRDC

<p><b>Instrumentos Governamentais</b> Intra-Estrutura em C&amp;T e P&amp;D</p>	<p><b>Brasil</b> O Brasil possui diversos centros de C&amp;T e de P&amp;D, ligados a universidades (USP, São Carlos, UNICAMP, COPPE, INCOR etc.), ou ligados a empresas sobretudo estatais (CENPES, PETROBRÁS, CEPEL, ELETROBRÁS, USIMINAS, CSN, etc.) ou ligados a Governos estaduais (IPT-SP, CETEC-MG, CEPED-BA, CIENTEC-RS, ITAL-SP, etc.) ou a órgãos federais (CTA - Min. Aeronáutica, IPQM-Marinha, etc.). De um modo geral, todos lutam com dificuldades de recursos, apesar de vir aumentando a participação do PIB em P&amp;D e C&amp;T.</p>	<p><b>Estados Unidos</b> Há um grande número de laboratórios de P&amp;D industrial. Em 1927 havia cerca de 1000 laboratórios; em 1960, havia mais de 5000. As indústrias aeroespacial, eletrônica e química absorveram mais do que 75% dos recursos para P&amp;D. O Governo financia cerca de 60% de toda a P&amp;D industrial. Os gastos com a P&amp;D industrial cresceram de 6 bilhões de dólares em 1955, para 34,3 bilhões de dólares em 1975. Em 1975 o Governo ficou com 53%; a indústria com 43%; universidades 2% e outras 2% do total de recursos aplicados.</p>	<p><b>Alemanha</b> A Sociedade Fraunhofer para Desenvolvimento da Pesquisa Aplicada, mantém e opera 25 institutos e centros de pesquisas para P&amp;D, análise das necessidades das indústrias, detenção de problemas de pesquisa para estudo e para assistência à resolução de problemas industriais. O Governo contribui com 60% dos recursos. A confederação das Associações de Pesquisa Industrial promove intercâmbio entre os membros, coordena projetos, dá assessoria pliciação de novas associações de pesquisa industrial e serve como intermediária entre as Associações de Pesquisa Industrial e o Governo; um terço dos recursos necessários provém do Governo.</p>	<p><b>França</b> Cerca de 30 Centros Técnicos Industriais, financiados pelas indústrias, conservam, aperfeiçoam e difundem conhecimentos técnicos de interesse das indústrias, prestam assistência técnica e serviços de informação e documentação. Os centros agem como mediadores entre a pesquisa fundamental e a indústria.</p>	<p><b>Reino Unido</b> As associações de pesquisa se dedicam às seguintes atividades: teste de matérias-primas, treinamento e pesquisa para aumento de produtividade, otimização de processos, redução de custos de fabricação, segurança, novos métodos e equipamentos para testes. O aporte financeiro do Governo é de 20 a 50% dos recursos necessários.</p>	<p><b>Japão</b> Os esforços de pesquisa se desenvolvem em três áreas: Indústria, Governo e Universidade. Os dois primeiros estão voltados para pesquisa aplicada e o desenvolvimento, enquanto a Universidade desenvolve mainly pesquisa básica. Os gastos com pesquisa cresceram quase sete vezes de 1953 a 1963. Na indústria, formam-se lealdadmente, os gastos cresceram mais de oito vezes. A ação do Governo é limitada, devido à independência competitiva da indústria. Ainda assim, exerce papel importante em C&amp;T, através do Conselho para Ciência e Tecnologia (criado em 59 p/planejamento da política), e em P&amp;D, através do Ministério do Comércio e da Indústria.</p>
<p><b>Licenças e Patentes</b></p>	<p>INPI - através do seu setor de patentes mantém um sistema de registro e está implantando um sistema de informações. Através do Ato Normativo nº 15, o INPI disciplinou o pagamento no exterior por transferência de tecnologia e assistência técnica.</p>	<p>Registro de Patentes e Sistema de Informação consolidados. Há algumas restrições à venda de algumas tecnologias (semicondutores, computadores, armamentos, etc.)</p>	<p>Patente tradicionalmente difícil de ser obtida. Amplo apoio a pesquisadores e inventores individuais no patenteamento de invenções. O setor de patentes possui sistema de informações.</p>	<p>Sistema de patentes realizadas em institutos governamentais. O "Institute National de la Propriété Industrielle" oferece informações e serviços de registros ligados a patentes e licenças.</p>	<p>Disponibilidade de um Sistema Nacional de Registro de Patentes e Informações</p>	<p>JAPATIC - "Japan Patent Information Centre" - centraliza informações de patentes japonesas e estrangeiras. Está diretamente subordinado ao setor de registro de patentes do Governo.</p>
<p><b>Assistência Gerencial à Pequena e Média Empresa (PME)</b></p>	<p>CEBRAE/ seus agentes regionais. Assistência Técnica/ Gerencial, concentrada principalmente nos aspectos administrativos da empresa.</p>	<p>O "Small Business Administration" criado em 1953, coordena o apoio financeiro e dá assistência técnica às pequenas e médias empresas.</p>	<p>Assistência Gerencial e Técnica para as PME's (provisão pelos Governos regionais). Assistência à Racionalização de procedimentos gerenciais nas PME's.</p>	<p>Encorajamento a uma aproximação Universidade/Indústria para fins de assistência e consultoria a esta.</p>	<p>Vários serviços de consultoria são previstos por diversos órgãos governamentais. Encorajamento de aproximação Universidade/Indústria para fins de consultoria a esta. Programa de consultoria a empresários desejosos de explorar novos negócios.</p>	<p>O "JRDC" - Japan Research and Development Corp" provê, entre outras coisas, alguma assistência gerencial e técnica às empresas. • - Fundado em 1961 inspirado no NRDC da Inglaterra.</p>

Instrumentos Governamentais	Brasil	Estados Unidos	Alemanha	França	Reino Unido	Japão
<p>Informação e Documentação</p> <p>As atividades de ICT (Informação Científica e Tecnológica) se desenvolvem sobretudo na órbita da administração direta e indireta, e se concentram na região Centro-Sul. O IBICT, criado em 1976, é órgão destinado a coordenar o Sistema de Informações em âmbito nacional.</p>	<p>É o país que tem o sistema de ICT mais avançado, oferecendo serviços e produtos de largo consumo mundial. O Governo iniciou atividades nessa área em 1958. Em 1974 foi criado o Programa Nacional para Serviços de Biblioteca e Informação. O setor privado também está envolvido em atividades de ICT e, embora o Governo não tenha uma ação direta, através de financiamentos e subsídios, exerce alguma coordenação sobre ele. O setor privado inclui sociedades com fins lucrativos e cerca de 3 000 bibliotecas universitárias.</p>	<p>Até 1970 as atividades em ICT do setor privado eram predominantes. O Governo passou então a investir na infra-estrutura dos serviços, tendo iniciado em 1974 o Programa de Promoção da Informação e da Documentação, para criar ou melhorar sistemas de informação especializados e reforçar a infra-estrutura de computação e telecomunicação. Foram previstos 16 Sistemas de Informação, Centros e Serviços Especiais (Patentes, Normas, Pesquisas, Divulgação Científica) e a reunião de organizações de apoio numa Soc. de Informação e Documentação (GID). Hoje a Alemanha possui uma das melhores atividades de ICT.</p>	<p>Desde 1939 o Governo vem se preocupando com a ICT, tendo criado alguns serviços que resultaram no Centro de Documentação do Centro Nacional da Pesquisa Científica - CNRS. Em 1973, foi criado o Bureau Nacional de Informação Científica e Técnica (BNICT), com amplias atribuições, visando a melhorar a competitividade internacional dos produtos/serviços de informação francesa.</p>	<p>O Reino Unido possui um dos melhores sistemas de ICT. O Governo atua no sentido de assegurar que a previsão total de informações seja satisfatória. Diversos órgãos fazem parte do Sistema, como a NLLST (National Lending Library of Science and Technology) fundada em 1962, que atende a 3.000.000 pedidos de empréstimos, 10% dos quais vêm do estrangeiro. A NLLST, passou a fazer parte da British Library (BL), cujas principais atividades são: referência, empréstimo e serviços bibliográficos. Inovações no sistema continuam a ser introduzidas para melhorar a competitividade em âmbito internacional.</p>	<p>Em 1975 foi criado o Centro Japonês de Informação Científica e Tecnológica - JICST, sem fins lucrativos, sob controle da Agência de Ciência e Técnica e interligado ao órgão público de Patentes, a Biblioteca Nacional da Dieta e ao Conselho de Ciência do Japão. O sistema está em fase de aperfeiçoamento, com vistas a participar do mercado internacional de ICT.</p>	

Fontes: FINEP - Relatórios Anuais; BNDE - "10 anos de Apoio à Pesquisa"; INPI - Revista de Propriedade Industrial n.º 256 de 16.9.75; Presidência da República - II Plano Básico de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, 1976; CNPq - Trabalho Interno sobre ICT, março de 1979 e Políticas e Programas Nacionais de ICT, relatório elaborado para o IBICT por Maria Lúcia A. Garcia, abril de 1979; S. Trindade - "Processos de Transferência e Desenvolvimento de Tecnologia no Japão", trabalho apresentado no Seminário Sobre Comunicação em C&T, promovido no M.I.T. em dezembro de 1970; Brasil - "O Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial", Lei n.º 5966, de dezembro de 1973; La Normalization (versão atualizada em 1974) - Notes et Études Documentaires, 24.5.69 n.º 3593, OECD; "Les Politiques de Stimulation de L'Innovation Industrielle", Rapport par Pays (2 vols.), OECD, 1978; TNO - rel. 13, "Conditions of Technological Development", E. Layton - p. 213, Science, Technology and Society, A Cross-Disciplinary Perspective - Sage Publications; NSF, National Patterns of P&D Resources (1953-1975), USA.

Planejamento da Presidência da República, foi criada pelo Decreto n.º 61.056, de 24.7.67 — tendo objetivos relacionados à expansão da capacidade tecnológica do País e, em particular, da empresa privada nacional.<sup>60</sup> A DIGIBRÁS, EMBRAMEC, IBRASA, FIBASE, empresas de participação e fomento industrial, com objetivos expressos de desenvolvimento tecnológico, são instrumentos ainda mais recentes do início da década de 70. Ao lado disto, observa-se também, ainda mais recentemente, a criação de centros de pesquisas das empresas estatais (PETROBRÁS, ELETROBRÁS, TELEBRÁS, USIMINAS, etc.), demonstrando certo grau de preocupação do Governo com o desenvolvimento de uma tecnologia nacional.

Estas observações, junto com outras iniciativas conhecidas, parecem demonstrar que o momento vivido pelo País caracteriza uma transição na política relacionada com a industrialização. Na década de 50, a filosofia de substituição de importações foi a tônica e o "carro-chefe" da industrialização, atraindo investidores nacionais e estrangeiros, e daí resultando uma industrialização que mais agregou mão-de-obra e energia brasileiras do que propriamente engenharia e concepções de projetos nacionais, continuando o País a importar, não o produto acabado, mas a tecnologia e o *know-how* necessários. A transição que hoje se observa (aparentemente resultante de uma conscientização sobre a importância da tecnologia para a independência econômica observada em alguns órgãos governamentais) parece indicar que o Governo brasileiro caminha para a formulação gradativa de uma política de substituição de importação de tecnologias.<sup>61</sup> Em apoio a esta hipótese, mais três evidências podem ser citadas. Em setembro de 1975, o INPI publicou o Ato Normativo n.º 15, que basicamente disciplinou o pagamento do exterior pela aquisição de tecnologias, assistência técnica, exploração de marcas, licenças e patentes.

Dentre as condições que o Ato Normativo n.º 15 estabeleceu, está a necessidade de que contratos de transferência de tecnologia assegurem à firma receptora a possibilidade de absorver o *know-how* no seu todo, inclusive aquele que for incorporado pelo fornecedor ao longo da vigência do mesmo contrato. Um segundo exemplo é dado pelo setor de telecomunicações. A fabricação das centrais telefônicas no Brasil também ocorreu por conta de uma política de substituição de importações — aqui se instalando um parque de empresas multinacionais fornecedoras de equipamentos, com tecnologia de primeira geração (usando relés como elemento de comutação). Com o advento das centrais controladas por programa armazenado (tecnologia de segunda geração) o Ministério das Comunicações achou por bem assegurar a fabricação mediante controle acionário brasileiro e absorção de tecnologia pelas equipes locais de projeto e engenharia. Assim, em 15 de agosto de 1975, o Ministro das Comunicações assinava Portaria n.º 661 que previa a implantação de tal política e que, em última análise, se preocupava com o controle nacional dos negócios e com a efetiva absorção da tecnologia de segunda geração (preparando terreno para o desenvolvimento local das futuras centrais de terceira geração).<sup>62</sup>

(60) FINEP, Relatório de Atividades (1978).

(61) "Neste sentido, a promoção de desenvolvimento tecnológico da indústria de bens de capital, através do apoio à atividade de pesquisa e ao projetamento de engenharia de produto e fabricação em complementaridade à importação e assimilação de conhecimentos técnicos, merece alta prioridade na política de tecnologia industrial". II PBDTC (Cap. I, "O II PND e a Política de Ciência e Tecnologia", p. 14).

(62) O desenvolvimento da tecnologia de terceira geração já era preocupação da Telebrás, que vinha contratar, em 1975, a USP (Departamento de Engenharia Elétrica) para o desenvolvimento de um primeiro protótipo. Projeto que foi denominado SISCOM e foi o "carro-chefe" dos projetos do Centro de Pesquisa e Desenvolvimento da Telebrás (CPqD).

O terceiro exemplo vem da área da informática (computadores). As empresas de computadores com alguma atividade industrial eram multinacionais (IBM, BURROUGHS, etc.). O mercado dos minicomputadores era promissor no Brasil e o Governo dava sinais de interesse por atrair investidores nacionais para explorá-lo.<sup>63</sup> A Comissão de Coordenação das Atividades de Processamento Eletrônico (CAPRE), criada em 5.4.72, teve papel essencial no controle das importações de componentes, módulos e equipamentos para o setor. Esse controle tornou-se cada vez mais abrangente a ponto de estabelecer diretrizes à implantação da indústria de minicomputadores. Assim, por decisão do Conselho de Desenvolvimento Econômico (CDE) de 12.1.77, segundo a Resolução n.º 5/77, novos poderes foram atribuídos à CAPRE, pelos quais os novos empreendimentos, visando à fabricação no País de minicomputadores, equipamentos periféricos, componentes e sistemas, deveriam se subordinar a determinadas condições. Dentre elas situam-se: (a) empreendimentos deverão assegurar controle acionário nacional; (b) no caso de tecnologia adquirida no exterior, os contratos deverão assegurar a "abertura do pacote tecnológico"; (c) os produtos aqui fabricados deverão apresentar um nível mínimo de nacionalização, progressivamente crescente.

Assim, o Governo brasileiro, já na primeira metade da década de 70, tende a estimular o crescimento de um parque de empresas nacionais com capacitação própria para concepção e projeto de produtos, o que contrasta com a política industrial de simples substituição de importações, característica das décadas anteriores. A referida transição na política industrial traz, todavia, algumas indecisões e muitas imperfeições. Aparentemente o elenco de medidas governamentais que levam a empresa privada à inovação ainda é imperfeito, incompleto e, sobretudo, imaturo. Os mecanismos governamentais de estímulo à inovação, através das forças de mercado, ainda é inexpressivo no Brasil e de limitado poder. Duas iniciativas nesta direção merecem ser citadas: a FINAME (pelo BNDE) e o CCNAI (pela FINEP). No primeiro caso, o BNDE pretendeu expandir o parque industrial do setor de bens de capital na década de 60, e planejou fazê-lo via expansão do mercado interno. Criou a linha de financiamento para as empresas compradoras dos equipamentos fabricados pelas firmas nacionais (FINAME). Daí se observou um apreciável crescimento do parque da indústria de equipamentos pesados, máquinas-ferramenta, etc.<sup>64</sup>

Em outubro de 1975, a Presidência da República criava os Núcleos de Articulação com a Indústria (NAI), pelo Decreto n.º 76.409. Os NAI foram organizados, em caráter permanente, pelas empresas públicas e suas subsidiárias, com o intuito de privilegiar, em suas compras de equipamentos, os de desenvolvimento e fabricação nacional. As freqüentes reclamações dos industriais brasileiros contra a ausência de encomendas governamentais — veiculadas com freqüência aos meios de comunicação — fazem crer que os NAI não têm funcionado a contento. Por outro lado, os projetos nacionais de vulto no setor energético, siderúrgico e petroquímico parecem carrear para o exte-

(63) A criação da DIGIBRÁS, em 1974, teve explicitamente este propósito, justamente na ocasião que o mercado brasileiro se estimava estar entre os dez maiores do mundo — sendo ainda o segundo maior em crescimento.

(64) Vale assinalar, entretanto, que esse mecanismo esteve a "reboque" da política de substituição de importações, no seu início, e, portanto, sem preocupação específica com o desenvolvimento de tecnologias próprias. Ultimamente, porém, as condições de financiamento têm favorecido as empresas com produtos que incorporam alguma engenharia nacional.

rior ponderável parcela das encomendas,<sup>65</sup> o que cerceia em boa margem o campo de atuação dos NAI.

Em resumo, os mecanismos capazes de contribuir para o crescimento da capacidade tecnológica das empresas nacionais atuando através das forças do mercado, ainda são limitados.

Por outro lado, a ação governamental promovendo tecnologias específicas ainda está no início — pouco se podendo inferir, no momento, sobre a contribuição que dará à tecnologia desenvolvida no seio das empresas privadas. É importante citar que programas como o PROÁLCOOL e o nuclear poderão certamente carrear recursos às empresas nacionais, possibilitando seu fortalecimento tecnológico.

Assim, os dois instrumentos fundamentais de apoio, um que capitaliza as forças de mercado e outro atuante do lado da tecnologia, ainda são imaturos, limitados e sem muita efetividade no Brasil. A impressão que se tem é de que tais mecanismos são ainda frutos de uma política que imperou até o fim dos anos 60 e que objetivava a rápida industrialização do País, ainda que atraindo capital estrangeiro — colocando em nível de menor preocupação a criação de uma tecnologia nacional. É inegável que o Governo brasileiro representa enorme mercado, principalmente para produtos de tecnologia sofisticada — mas também é notória a ausência de uma política abrangente e consolidada, de aquisição de tais produtos, favorecendo os empreendimentos nacionais.<sup>66</sup> Assim, parece ser um contra-senso estabelecer-se uma política de ciência e tecnologia, se a política de aquisição por parte do Governo (que deve ser parte de uma política industrial) ainda não está definida. Em todo caso, para fins de análise, vale fazer um breve comentário sobre os demais instrumentos de estímulo à inovação praticados pelo Governo brasileiro.

a) *Competição* — Mais importante que a provisão de uma competição entre as empresas nacionais, parece ser a garantia de alguma proteção à empresa nacional frente à concorrência das empresas estrangeiras. As políticas do Governo brasileiro na área de telecomunicações (caso das centrais telefônicas) e na área de informática (caso dos minicomputadores), citadas acima, refletem a preocupação governamental de competitividade frente às empresas multinacionais.<sup>67</sup> Lamentavelmente, a consolidação de tal política ainda encontra, pelo menos, três barreiras: (a) a inexistência de uma política consolidada e independente, de encomendas governamentais; (b) a presença de empresas estrangeiras, anteriormente instaladas no País, dotadas de alto poder de barganha e de lobby junto ao Governo (altos investimentos já feitos no Brasil, apreciável contribuição às instalações já realizadas, emprego de mão-de-obra, etc.); e (c) a escassez de recursos humanos e financeiros, além de falta de tradição industrial, que facilite à empresa nacional a rápida ocupação de alguns segmentos do mercado.

(65) Artigo publicado no periódico *Relatório Reservado* de 27.8.79, sob o título "Críticas à Abinee", relata reclamações de indústrias nacionais do setor eletro-eletrônico contra as indecisões e omissões da Associação Brasileira das Indústrias Eletro-Eletrônicas (ABINEE), seu órgão de classe. As reclamações refletem a preocupação das indústrias nacionais com o esvaziamento das encomendas das concessionárias de energia elétrica de Minas Gerais. Assinala o articulista que, como as obras são financiadas pelo Banco Mundial, deve-se obedecer a determinadas regras, uma das quais exige concorrência internacional para a compra dos equipamentos. Tal regra, segundo os empresários, mesmo com proteção e outros incentivos, alijam *in limine* a empresa nacional deste mercado governamental.

(66) As citações já feitas parecem indicar que os grandes projetos nacionais, financiados por agências internacionais, limitam o poder de decisão governamental, restringendo a aquisição de equipamentos no mercado internacional em detrimento da indústria nacional.

(67) A nacionalidade aqui significando, sobretudo, o controle de poder decisório em mãos de brasileiros.

b) *Incentivos Fiscais* — A legislação do Imposto de Renda não oferece maiores atrativos ao investidor em P&D/Inovação. Pode-se dizer que os incentivos do CDI são bastante abrangentes, favorecendo até as multinacionais — embora também tenha alguma influência junto às empresas nacionais que procuram incorporar uma tecnologia nacional em seus produtos. Do mesmo mal parece ter padecido a legislação de similaridade.

c) *Regulamentações, Normalização e Padronização* — A preocupação pelo controle de qualidade dos produtos nacionais é antiga no País. A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), data de 1940. Mais recentemente, em 1973, foi criado o Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (SNMNQI) do qual fazem parte: o CONMETRO, que é o órgão responsável pelo estabelecimento da política geral; o Instituto Nacional de Pesos e Medidas (INPM), responsável pela metrologia; o INMETRO, responsável pela execução da política; a ABNT (na preparação dos textos normativos) e os Institutos Tecnológicos (IPT, INT, etc.) como órgãos de apoio para testes, homologações, etc. O sistema, no seu todo, está em implantação.

d) *Capital de Risco e Subsídios a P&D* — Capital de Risco, *Latu-sensu*, ainda não há no Brasil. A empresa privada precisa assegurar ao órgão de financiamento garantias diversas (bens diversos, imóveis, etc.) como condição para obter os recursos. Os processos burocráticos mostram-se, em geral, lentos e os mecanismos de acompanhamento, fiscalização e avaliação dos projetos, carentes e ineficazes. Além disso, a ênfase parece ser em P&D, sendo relegado a plano inferior a engenharia de produto/processo, a comercialização e outras tarefas do processo de inovação tecnológica no seu todo.

e) *Infra-estrutura em C&T* — A década de 70 revela preocupação do Governo brasileiro com o fortalecimento da infra-estrutura nacional de ciência e tecnologia. O II PBDCT realça o papel dos centros tecnológicos, universidades e laboratórios diversos, no desenvolvimento de uma tecnologia nacional. Vários centros vinculados às universidades têm sido fortalecidos (UNICAMP, USP, COPPE/UFRJ, UFMG, São Carlos, etc.); as empresas estatais criaram seus centros de pesquisas (CENPES/PETROBRÁS, CEPEL/ELETRONBRÁS, CPQD/TELEBRÁS, etc.). O Governo Federal tem incentivado a criação e o fortalecimento de centros tecnológicos estaduais (CIENTEC-RS, IPT-SP, CEPED-BA, CETEC-MG, ITAL-SP, etc.) e federais (CTA, INT, etc.). O FNDCT tem canalizado apreciável soma de recursos para o desenvolvimento de programas de pós-graduação em engenharia e o apoio à pesquisa básica, principalmente em universidades.

f) *Transferência de Tecnologia Endógena* — Existem linhas de financiamento (BNDE, FINEP e B.B.-FIPEC) para promoção industrial de tecnologias desenvolvidas em universidades e laboratórios governamentais onde, porém, poucos resultados práticos têm sido registrados.

g) *Licenças e Patentes* — Os instrumentos legais disponíveis são abrangentes; entretanto, parece haver dificuldades para contratação de pessoal de qualificação à altura para a sua implementação e os procedimentos burocráticos parecem ser bastante lentos.

h) *Sistema de Informação e Documentação* — Um sistema nacional está se desenvolvendo, concentrando-se na região Centro-Sul e na órbita da administração pública. A ICT foi incluída no II PBDCT como atividade de apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do País — e ao CNPq coube o encargo de implementá-lo. Em 1976, foi criado o Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT), encarregado da implementação da ICT<sup>68</sup> e substituir o antigo IBB (órgão que tratava da docu-

(68) Informação em Ciência e Tecnologia.

mentação em C&T). O IBICT está aos poucos se implantando, sendo usado como ferramenta do planejamento pelo Governo e adotando uma postura de descentralização. Ainda não há uma avaliação da efetividade do ICT junto às empresas nacionais.

i) *Assistência Gerencial à Pequena e Média Empresa* — O instrumento existente tem atuado em todo o País, mas sua ação ainda se faz em área que pouca relação (ou compromisso) tem com o desenvolvimento da capacitação tecnológica das empresas.

j) *Treinamento* — Não há dúvida de que a carência de recursos humanos, em todos os níveis, é problema crucial a ser superado no País. A geração de tecnologias, a absorção e mesmo a simples imitação das técnicas e procedimentos transferidos do exterior, exige do País um adequado acervo de cérebros experientes e capacitados. Os programas de treinamento, voltados para os mais diferentes setores, ainda são incipientes face às necessidades, a despeito de terem sido ponderavelmente expandidos nos últimos 15 anos. O CNPq criou, em 1977, o programa PROTEC-RH destinado a financiar empresas privadas interessadas em preparar equipes próprias para P&D. A CEBRAE provê, através de seus agentes estaduais, programas de treinamento para administradores de PME. Há indícios de carência de profissionais voltados ao projeto de equipamentos diversos e engenharia de produto — principalmente nos setores de alta tecnologia e, o que é pior, o País não dispõe hoje de programas objetivando preencher tal lacuna a curto e médio prazo.

Assim, são aplicados alguns mecanismos governamentais que visam a criar condições adequadas ao desenvolvimento de uma tecnologia industrial. A transição na política industrial e econômica por que passa a Nação, entretanto, reflete-se naqueles mecanismos em certo grau de imaturidade, descoordenação e inadequação às necessidades dos diversos segmentos industriais. Por outro lado, os comprometimentos econômicos internacionais, agravados com a crise do petróleo (com sérias conseqüências para a balança de pagamentos) também interferem na liberdade do Governo em elaborar uma política de aquisição de equipamentos e serviços junto às empresas nacionais, preferencialmente. Este fato gera dificuldades à implantação de mecanismos governamentais de apoio à tecnologia industrial que possam atuar através das forças de mercado.

## 6 — CONCLUSÕES

O Brasil, não escapando à regra observada nas nações do bloco capitalista, também aplica mecanismos governamentais, visando direta ou indiretamente ao fortalecimento de sua tecnologia industrial. Mesmo levando-se em conta que a experiência de outros países não pode ser transplantada a uma nação em desenvolvimento, vale assinalar o estágio dos mecanismos usados no Brasil, tendo como referência aqueles praticados nos outros países.<sup>69</sup> Assim, à luz do que aqui é abordado, podem-se sintetizar as seguintes conclusões:

Conquanto ainda imperfeitos, não coordenados, de ação ainda limitada e carentes de recursos, já existem no Brasil (e estão sendo utilizados) mecanismos conducentes à criação de um clima favorável ao desenvolvimento da tecnologia industrial, similares àqueles praticados nas nações industrializadas. A imperfeição maior observada

(69) Toda e qualquer política de intervenção estatal na economia tem relações estreitas com o ambiente institucional e com a conjuntura histórico-cultural de cada nação, como assinala W. Baer. Daí ser impossível se fazerem comparações "ao pé da letra" entre a experiência brasileira e a de outras-nações.

parece ser a de que os instrumentos (como incentivos fiscais, capital de risco e algumas linhas de financiamento) ainda estão presos a uma política de implantação industrial não necessariamente comprometida com tecnologias localmente desenvolvidas.

Os instrumentos de ação direta, como a política de encomendas por parte do Governo (CCNAI, por exemplo) e a promoção de grandes programas nacionais (o PROÁL-COOL, o siderúrgico, o nuclear, etc.), têm seu raio de ação limitado, de um lado, pela internacionalização do capital, representado no País, principalmente, pela presença das multinacionais (Oliveira, 1979 e Longo, 1978); e de outro, pelo nível de endividamento, que retira do País a autonomia para decidir sobre o fornecimento dos equipamentos e serviços técnicos de que necessita.

Há indicações de que os diversos mecanismos não estão coordenados entre si. As políticas voltadas à promoção da ciência e da tecnologia, em particular, não estão coordenadas de fato com as políticas orientadas para a industrialização. O que, de resto, tem caracterizado as nações em desenvolvimento (Crane, 1977).

A política nacional de fomento industrial é nitidamente de transição — fundamentalmente caracterizada pela importância mais recentemente atribuída à autonomia tecnológica como condição *sine qua non* para a autonomia econômica (Marques, 1979), conforme explicitada em alguns órgãos do Governo e no II PBDCT. Aparentemente, porém, esta política ainda precisa permear por todos os setores governamentais para então se consolidar em uma política mais global e abrangente.

O desenvolvimento econômico do País demanda ações governamentais mais agressivas na coordenação dos mecanismos diversos de incentivos à empresa privada nacional; na modernização de cada instrumento existente e na formulação de uma política industrial abrangente que contemple, preferencialmente, a participação crescente da empresa nacional, comprometida com o desenvolvimento de tecnologias próprias.

## BIBLIOGRAFIA

### 1 — A INOVAÇÃO INDUSTRIAL A NÍVEL DA EMPRESA

- BAKER, N.R. e SWEENEY, D.J. *Towards a Conceptual Framework of the Process of Organized Innovation within the Firm*. Research Policy, vol. 7, (1978), pp. 150-174.
- BRADBURY, F. et al (ed.) *Transfer Processes in Technical Change Alphen ann den Rijn, Sijthoff of Noordhoff*, 1978.
- FREEMAN, C. *The Economics of Industrial Innovation*. Middlessex: Penguin Books, 1974.
- GREEN, K. e MORPHET, C. *Research and Technology as Economic Activities*. Londres: Butterworths, 1977.
- HAEFFNER, E.A. "The Management of Innovation". *Technology Review* (março-abril de 1973), pp. 17-25.
- JONES, R. "Innovation is more than R&D". *New Scientist* (27 de janeiro de 1972), pp. 200-202.
- KAY, N.M. *The Innovative Firm: a Behavioural Theory of Corporated R&D*. Londres: McMillan, 1979.
- LANGRISH, J. et al. *Wealth from Knowledge*. Londres: McMillan, 1972.
- MANSFIELD, E. *Research and Innovation in the Modern Corporation*. Londres: McMillan, 1974.
- MAYERS, S. e SWEEZY, E.E. "Why Innovation Fail". *Technology Review*. (março/abril de 1978), pp. 41-46.
- PAVITT, K. "The Conditions for Success in Technological Innovation". OECD Report (1971).
- QUINN, J.B. e MUELLER J.A. "Transferring Research Results to Operations". *Harvard Business Review* (janeiro-fevereiro de 1963), pp. 49-66.
- SOUDER, W.E. e CHAKRABARTI, A.K. "The R&D Marketing Interface: Results from an Empirical Study of Innovation Projects". *IEEE Trans. on Engineering Management, EM*, vol. 25, n.º 4 (novembro de 1978).
- S.P.R.U. "Success and Failure in Industrial Innovation". Centre for the Study of Industrial Innovation (Londres, 1972).

### 2 — A INOVAÇÃO INDUSTRIAL A NÍVEL MACRO

- BAKER, M.J. (ed.). *Industrial Innovation: Technology Policy, Diffusion*. Londres: McMillan, 1979.
- BARUCH, J.J. "On Stimulating Productivity in the U.S.: The Need to Encourage Innovation is Broadly Supported, and a Program is Sought". *IEEE Spectrum*. Vol. 15, n.º 10, (outubro de 1978), pp. 47-48.
- BRADBURY, E. et al (ed.), 1978 (ver item 1).
- FREEMAN, C. (1974) (ver item 1).
- GALBRAITH, J.K. *The New Industrial State*. Middlessex: Penguin Books (2ª edição), 1974.
- HAEFFNER, E.A. (1973) (ver item 1).
- HIGGINS, T. "Innovation Strategies for Successful Product and Process Commercialization in Government R&D". *R&D Management*. Vol. 7, n.º 2 (1977), pp. 54-59.
- LIMA, A.B.V. "Tecnologia e Desenvolvimento Econômico: Algumas Considerações". *Revista de Administração de Empresas*, vol. 17, n.º 5 (setembro-outubro de 1977), pp. 82-90.
- NORRIS, K. e VAIZEY, J. *The Economics of Research and Technology*. Londres: George Allen and Unwin, 1973.
- PAVITT, K. (1971) (ver item 1).
- PAVITT, K. e WORBOYS, M. *Science, Technology and Modern Industrial State*. Londres: Butterworths, 1977.
- RÖSING, I. e PRICE, D. de S. *Science Technology and Society: a Cross-Disciplinary Perspective*. Londres: Sage Publications, 1977.
- TRINDADE, S. "Universidade e Inovação". *Cadernos de Tecnologia e Ciência*. Ano 1, n.º 3 (outubro-novembro de 1978), pp. 50-58.
- \_\_\_\_\_. "Avaliação com Novos Critérios". *Rumos do Desenvolvimento* (setembro-outubro de 1976), pp. 39-42.

### 3 — RELACIONAMENTO GOVERNO-INDÚSTRIA

- ALLEN, T.J. *et al.* "Government Influence on the Process of Innovation in Europe and Japan". *Research Policy*, n.º 7 (1978), pp. 124-149.
- BAKER, M.J. (ed.), 1979, ver item 2.
- BARUGH, J. (1978) (ver item 2).
- BOWE, C. (ed.) "Industrial Efficiency and the Role of the Government" (Londres, Dept. of Industry, H.M.S.O., 1977).
- FREEMAN, C. "Governmental Policies for Industrial Innovation". The Ninth J.D. Dornel Lecture, Birkbeck College, Reino Unido (1978).
- \_\_\_\_\_. "Government Regulation Effects on the Direction of Innovation: Policies on Performance Standards". *IEEE Trans. on Engineering Management*, Vol. EM-24, n.º 3 (agosto de 1977), pp. 82-86.
- GERSTENFELD, A. *Technological Innovation: Government Industry Cooperation*. Nova York: Wiley-Interscience Publication, 1979.
- HAGEDOON, J. e PRAKKE, F. "An Expanded Inventory of Public Measures for Stimulating Innovation in the European Community with Emphasis on Small and Medium Sized Firms" (Apeldoorn, Holanda, Staffgroup Strategic Surveys — TNO, fevereiro de 1979).
- HOLLOMON, J.H. "Government and the Innovation Process". *Technology Review* (maio de 1979), pp. 30-41.
- JOHNSTON, R. e GUMMET, P. (ed.) *Directing Technology*. Londres: Croom Helm, 1979.
- KAWASE, T. e RUBENSTEIN, A.N. "Reactions of Japanese Industrial Managers to Government Incentives to Innovation — an Empirical Study". *IEEE Trans. on Engineering Management*, Vol. EM 24, n.º 3 (agosto de 1977), pp. 93-101.
- MITCHELL, K. "Encouraging innovation in British Industry". *Planned Innovation* (dezembro de 1978), pp. 438-440.
- OECD "Les Politiques de Stimulation de L'Innovation Industrielle", Rapport de Synthèse (2 vols.) (Paris, OECD, 1978).
- OECD/TNO. "Government Policies and Factors Influencing the Innovative Capability of Small and Medium Enterprise". Paper Prepared by the OECD — Secretariat and Staffgroup Strategic Surveys-TNO (Delf, Holanda, maio de 1978).
- OVERMEER, W. e PRAKKE, F. "Government Procurement Policies and Industrial Innovation" (Delf, Holanda, Staffgroup Strategic Surveys-TNO, dezembro de 1978).
- PAVITT, K. e WALTER, W. "Government Policies Towards Industrial Innovation: a Review". *Research Policy*, n.º 5 (1976), pp. 11-97.
- RUBENSTEIN, A. *et al.* "Management Perceptions of Incentives to Technological Innovations in England, France, West Germany and Japan". *Research Policy*, n.º 6 (1979), pp. 324-357.
- SPRU/TNO. "The Current International Economic Climate and Policies for Technical Innovation" (Inglaterra, SPRU, University of Sussex e Holanda, Staffgroup Strategic Surveys-TNO, novembro de 1977).
- STAATS, E.B. "Improving the Climate for Innovation: what Government and Industry can Do". *Research Management* (setembro de 1976), pp. 9-13.
- TEIXEIRA, D.S. e BAPTISTA, L.D. "Cooperação Empresa-Governo no Desenvolvimento Tecnológico". Trabalho apresentado no IV Simpósio sobre Administração de Ciência e Tecnologia (São Paulo, USP, 1979).

### 4 — INOVAÇÃO INDUSTRIAL EM PAÍSES EM DESENVOLVIMENTO

- BNDE. "FUNTEC — 10 Anos de Apoio à Pesquisa" (Rio de Janeiro).
- BRADBURY, F. *et al.* (ed.), 1978 (ver item 1).
- BRITTON, J.N.H. *et al.* "The Weakest Link: a Technological Perspective on Canadian Industrial under Development". Science Council of Canada (Ottawa, 1978).

- CASTRO, A.P. "A Organização de uma Infra-Estrutura Tecnológica para o Desenvolvimento Industrial Brasileiro". Monografia mimeografada (1974).
- CNPq. "A Pesquisa Industrial no Brasil como Fator de Desenvolvimento". Relatório do Grupo de Trabalho designado pelo Conselho Deliberativo do Conselho Nacional de Pesquisas na 869ª sessão (29 de março de 1967).
- CRANE, D. "Technological Innovation in Developing Countries: a Review of the Literature". *Research Policy*, n.º 6 (1977), pp. 374-395.
- DIGIBRÁS. "Desenvolvimento de Tecnologia: Financiamento à Empresa Privada Nacional". Digibrás, Diretoria Técnica (outubro de 1978).
- JONES, G. *The Role of Science of Technology in Developing Countries*. Londres: Oxford University Press, 1971.
- LONGO, W.P. "Tecnologia e Transferência". *Cadernos de Tecnologia e Ciência*, Ano 1, n.º 2 (agosto/setembro de 1978), pp. 8-28.
- MARQUES, I.C. "Computadores: Parte de um Caso Amplo da Sobrevivência e da Soberania Nacional". Trabalho que resume diversos artigos do autor, publicados nas revistas *Dados e Idéias* e *Boletim Informativo da CAPRE* (julho de 1979).
- OLIVEIRA, A. "Tecnologia e Capital Internacional". *Cadernos de Tecnologia e Ciência*, n.º 4 (dezembro de 1979), pp. 4-19.
- STEWART, F. *Technology and Underdevelopment*. Londres: McMillan, 1978.
- TRINDADE, S. (1978) (ver item 2).