

# Inovação tecnológica industrial e desenvolvimento sustentado

ROBERTO NICOLSKY

## INTRODUÇÃO

Uma questão crucial e oportuna para um país emergente, como o nosso, que busca caminhos para alcançar um nível de produção, renda e distribuição compatíveis com as necessidades da sociedade, é a relação entre os investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) e o crescimento sustentado do país, notadamente no presente cenário de um mundo globalizado. É uma afirmação corrente dizer-se entre nós que sem um expressivo dispêndio do seu PIB em ciência e tecnologia um país não pode crescer nos dias atuais. Essa asserção é proferida de modo genérico, como se o crescimento da economia fosse uma decorrência natural, simples e direta desse dispêndio, como se tudo fosse uma questão do tamanho dos recursos, preferencialmente acima de 2% do PIB.

O propósito deste artigo é justamente reunir dados inter-relacionados de economia e P&D para que se possa questionar a veracidade dessa afirmativa, e os limites da sua validade, no contexto de seis economias características, além de mais um exemplo isolado, em comparação com o nosso desempenho, bem como encaminhar conclusões para o nosso país, e para a política que temos exercido nesse campo. As economias de referência são: a americana, a mais avançada; a japonesa, hoje a mais rica; a alemã e a francesa, expressando o típico padrão europeu; e a de Taiwan e a coreana, países emergentes com economias em franco desenvolvimento, que se impuseram ao mundo, principalmente nas duas últimas décadas, com expressivos PIB *per capita* e elevadas taxas de crescimento. A coreana, em particular, já é a décima em termos de PIB, tendo nos ultrapassado em 2000, e desponta como a primeira que vai se ombrear aos sete mais ricos. O exemplo isolado é o desempenho da exportação de *software* pela Índia.

Como veremos, o dispêndio em P&D (DPD) não tem uma via única de execução. Em verdade, esse dispêndio pode ser, e assim o é, exercido nos diversos países segundo diferentes políticas de pesquisa. O nosso propósito é termos dados reunidos para uma visão crítica do nosso desempenho e, assim, definirmos um caminho para que o nosso DPD venha a ser, efetivamente, um fator de tração para o nosso desenvolvimento

sustentado, promovendo, assim, o aumento da renda e sua melhor distribuição.

Mais do que um artigo de opinião, o presente trabalho destina-se a oferecer aos interessados um acervo de dados, com aceitável nível de consistência, tão completo quanto possível, embora árido. Não tem, portanto, a pretensão de esgotar uma exaustiva análise e sua interpretação, legando a principal parte dessa árdua tarefa para uma futura oportunidade ou para analistas mais atilados. Porque o propósito desse estudo não é a análise do desempenho de cada país, mas tão somente as relações do crescimento do PIB com o DPD e seus componentes, e também por simplicidade, adotou-se a mesma razão de deflação dos valores em dólares correntes para todos os casos e períodos, à razão média de 3% ao ano.

Os dados apresentados não têm a pretensão de atender às exigências de rigor de um trabalho acadêmico por não serem integralmente de fontes primárias. A parte referente ao PIB e ao DPD, dos países de referência, teve como fonte compilações procedidas pelo KITA – Korean Industrial Technology Association, com dados primários, e publicadas em seus anuários Major Indicator of Industrial Technology, edições 1993, 1998, 1999 e 2000. Optou-se, porém, pela utilização desses dados pela excelente organização dos referidos anuários e pela consistência desses dados com os de fontes diretas como, por exemplo, os dados de patentes americanas outorgadas, nos quais foram utilizados, por sua completitude, os dados do U.S. Patent and Trade Mark Office.

## **PIB E DISPÊNDIO EM P&D NOS SUPER-RICOS**

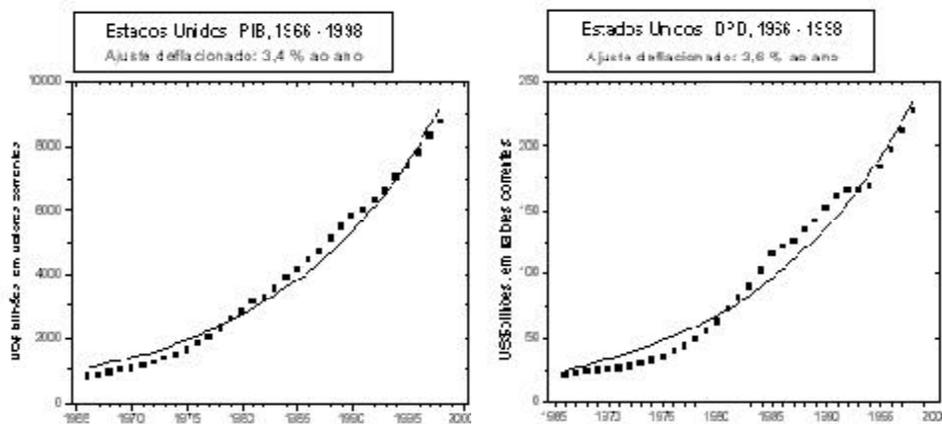
Começemos pela questão fundamental que é a correlação entre a taxa de crescimento do PIB e a do DPD, total ou dos seus componentes de fundos públicos e recursos do setor produtivo. Chamamos de super-ricos os países que têm as duas maiores economias, Estados Unidos e Japão, e que também estão entre os mais elevados PIB *per capita*.

### **A POSIÇÃO PARADIGMÁTICA DOS ESTADOS UNIDOS**

Não há como se negar o caráter paradigmático da economia americana que, apesar da sua enorme dimensão e de uma população superior a um quarto de bilhão, exibe uma das mais elevadas rendas *per capita* no cenário mundial. Além disso, já na primeira metade do século passado, alcançou, e vem mantendo até hoje, a liderança absoluta na geração tanto de conhecimento científico, medido por artigos (*papers*) publicados em revistas internacionais, quanto em tecnologia, avaliada por patentes de invenção, fato que não é uma consequência mas a causa desse crescimento. Tem também entre as mais elevadas taxas tanto de pesquisadores em relação à população, quanto de DPD em relação ao PIB.

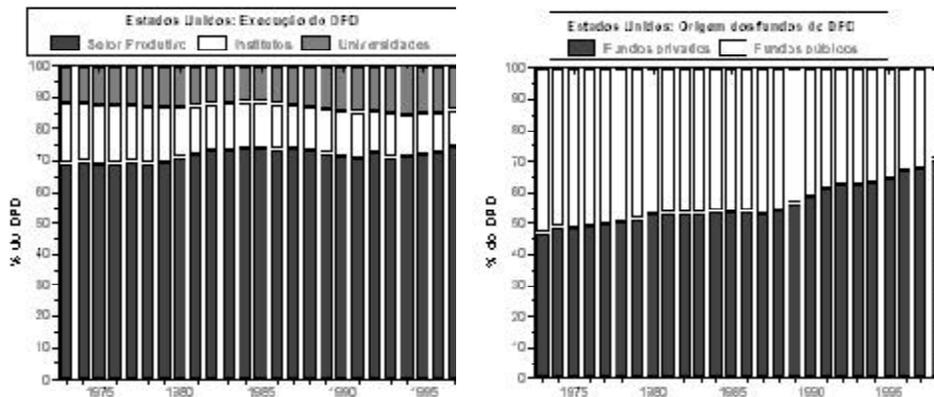
Inicialmente, examinemos as séries históricas dos Estados Unidos (EUA) num intervalo de tempo do último terço do século XX, entre os anos 1966 a 1998, tanto do PIB quanto a do DPD, ou seja, o conceito que reúne os investimentos em ciências básicas e aplicadas, a busca de inovações tecnológicas e os desenvolvimentos das tecnologias. O quadro 1 nos apresenta os dados.

**Quadro 1:** PIB e DPD dos Estados Unidos nos anos 1966 a 1998 [1], [2]



Vemos que ambas as séries têm a mesma tendência a longo prazo, expressa por crescimento exponencial deflacionado de cerca de 3,4% anuais para o PIB e um pouco mais, 3,6% ao ano, para o DPD. A total semelhança entre as curvas, inclusive nas suas inflexões, mostra que há uma forte relação de causa e efeito entre ambos os dados, fato que se reforça estatisticamente por um índice de correlação próximo a um. Naturalmente, há uma certa propensão para se admitir que o DPD determina o aumento do PIB, por ter uma taxa de crescimento levemente superior.

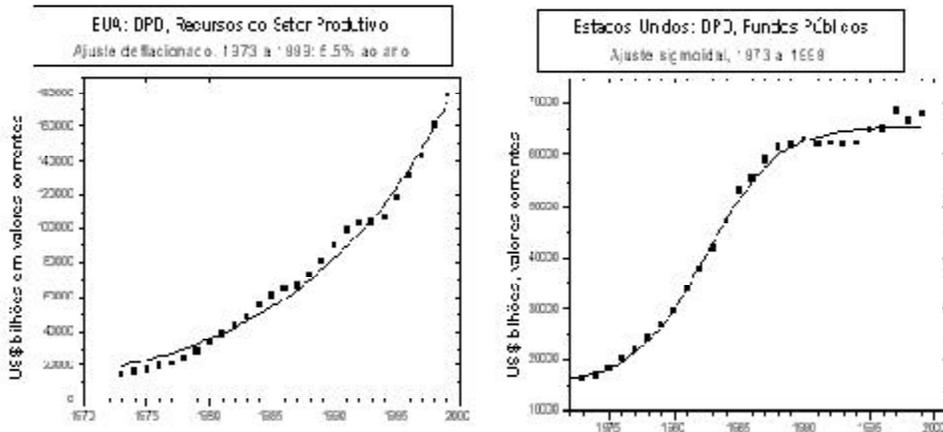
Essa diferença, porém, é pequena, cerca de 6%, e está dentro das bandas de flutuação de ambas as séries, resultando que tal afirmação, embora intuitiva, não tenha uma boa sustentação estatística. Mas do exame do desempenho temporal dos componentes do DPD, a sua correlação fica muito mais clara. Portanto, a melhor maneira de compreender os dados do DPD é ver como é a estrutura, tanto da execução quanto das fontes do financiamento do DPD americano, bem como a sua evolução no tempo, apresentado no quadro 2.

**Quadro 2:** Estados Unidos, execução e fontes de recursos do DPD [2]

Nota-se no quadro 2 que, nos Estados Unidos, o DPD é executado principalmente no setor produtivo empresarial, isto é, no ambiente de produção. Isso representa mais de 70% do DPD, com tendência de crescimento, já chegando a 76% em 1998. Trata-se, portanto, essencialmente de pesquisa de inovação tecnológica industrial e desenvolvimento de tecnologias. Considerando-se que parte significativa da atividade dos institutos de pesquisa é a de ciência aplicada, em apoio ao setor produtivo, temos que a inovação de produtos e processos representa cerca de quatro quintos do esforço de pesquisa desse país. Por decorrência, o setor público tem reduzido a sua participação relativa para menos de 30%, como fonte de recursos do DPD, embora tenha mantido, na última década, uma quase estabilidade em valores absolutos, cerca de US\$ 67 bilhões de dólares em 1998, a valores correntes, como se nota no quadro 3.

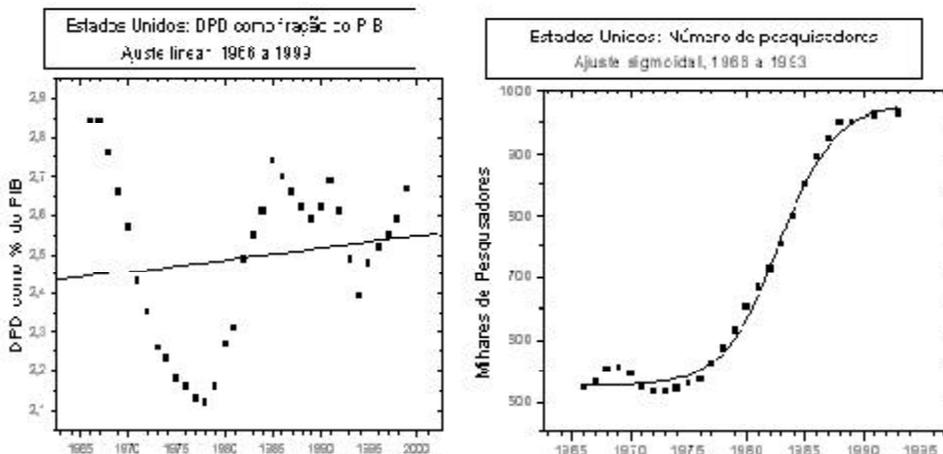
Entretanto, se tomarmos apenas o comportamento dos dispêndios do setor produtivo americano em P&D, não restará nenhuma dúvida em determinar qual fator é causa na elevação do PIB. De fato, vemos no quadro 3 que o dispêndio do setor produtivo cresce a um ritmo de 5,5% ao ano, ou seja, acima de 60% a mais do que a taxa do PIB, indicando que é fundamentalmente esse componente o determinante do seu crescimento. Esse fato fica ainda mais claro quando examinamos os dados mais recentes, das duas últimas décadas. Nestas, a taxa anual do PIB foi de 3,5% e a do DPD de 2,4% [3], portanto inferior à do PIB, pois ocorreu uma tendência à estabilidade dos fundos públicos, que se ajustaram a uma curva sigmóide, indicando uma tendência à saturação, como mostra o quadro 3.

**Quadro 3:** Estados Unidos, DPD dos anos 1973 a 1999, setor produtivo e setor público [2]



A própria taxa de DPD em relação ao PIB mostra uma intensa oscilação entorno da tendência de um lento crescimento linear, cerca de 0,1 ponto percentual sobre o PIB em trinta anos, que hoje estaria em cerca de 2,5%, como mostra o quadro 4. Com a estabilidade dos fundos públicos na última década, conclui-se que esse crescimento reflete o aumento da parcela dos recursos do setor produtivo no DPD americano. O aumento do peso do setor produtivo também se nota na distribuição dos pesquisadores (quadro 4), pois, em 1966, 70% destes estavam no setor produtivo e 15% nas universidades [2]. Em 1993, porém, já 80% era do setor produtivo, enquanto apenas 13% estava nas universidades [2], ficando a diferença por conta dos institutos de pesquisa, privados e públicos.

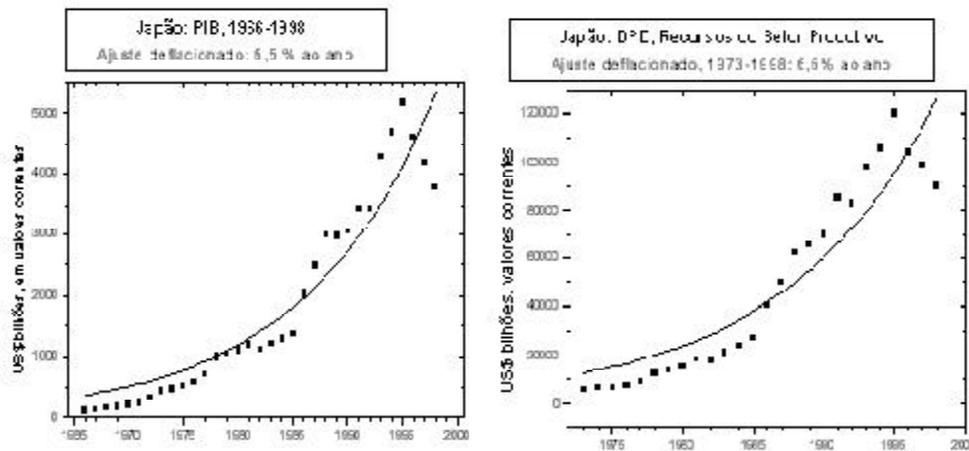
**Quadro 4:** Estados Unidos, DPD como fração do PIB nos anos 1966 a 1999, exibindo uma forte flutuação em torno de uma tendência de lento crescimento linear; e número de pesquisadores, com ajuste sigmoidal, mostrando uma tendência à saturação [2]



## JAPÃO

Vejam agora como evoluíram o PIB e o DPD-RSP (recursos do setor produtivo), durante o mesmo período de 1966 a 1998, no Japão, a única economia de grande população que conseguiu tornar-se rica ao longo do século XX, mais acentuadamente no pós-guerra. É o que nos mostra o quadro 5, onde a maior flutuação dos valores anuais deve-se, principalmente, às variações da relação de câmbio, cuja cotação a curto prazo está submetida a outros fatores. O quadro 5 já apresenta o componente RSP, posto que este é o fator determinante, como vimos anteriormente. Uma comparação com o DPD total, entretanto, pode ser vista em outro trabalho [4].

**Quadro 5:** PIB e DPD-recursos do setor produtivo do Japão nos anos 1966 a 1998 [5]

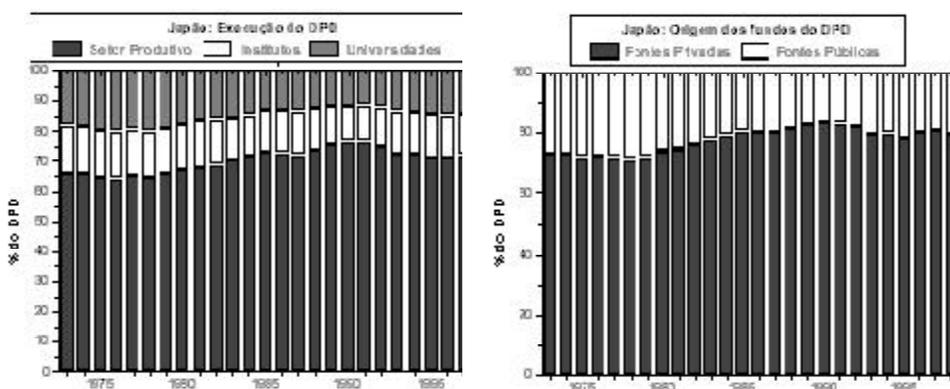


Mais uma vez, nota-se uma tendência de crescimentos deflacionados exponenciais, com taxas ainda mais elevadas do que as da economia americana, o que seria esperado, mostrando o processo de enriquecimento que elevou o seu PIB *per capita* ao mesmo patamar do americano. O crescimento do PIB é de 5,5% ao ano, 60% mais do que o dos Estados Unidos, e o do DPD do setor produtivo é 6,5% anuais. Fica então muito claro que, para uma economia crescer mais intensamente, o DPD do setor produtivo deve desempenhar o papel de tração, crescendo a uma taxa ainda maior do que a do próprio PIB, tornando-se o efetivo determinante dessa expansão.

Vejam, então, como evoluíram no tempo os componentes do DPD do Japão, país que estruturou o seu sistema de pesquisas principalmente na segunda metade do século XX. A participação do setor produtivo como provedor de recursos para o DPD é aproximadamente constante no tem-

po nas últimas duas décadas, oscilando em uma estreita faixa ao redor dos 80%. É o que nos mostra o quadro 6.

**Quadro 6:** execução e fontes de recursos do DPD no Japão [5]



Vemos que o Japão buscou, e ainda busca, essencialmente o padrão americano, como paradigma da inserção da pesquisa como fator de tração do PIB, concentrando a sua execução no setor da produção, com índices diretos acima de 70% na última década. Também os institutos de pesquisa e as universidades têm participação na execução do DPD, de forma muito semelhante à dos Estados Unidos, o que indica que, computando-se a parcela de pesquisa de suporte para a produção, a execução no setor produtivo situa-se na faixa dos quatro quintos, analogamente à americana. Entretanto, o seu padrão de financiamento do DPD é ainda mais concentrado no setor produtivo, que representou da ordem de 80% na última década.

## PAÍSES EUROPEUS

Entre os países europeus, escolhemos dois apenas, por terem as maiores economias. Trata-se de Alemanha e França, que são também os mais expressivos, tanto do ponto de vista da produção científica quanto da criação de inovações medidas por patentes. São também países cujos PIB *per capita* estão entre os maiores do continente, superados apenas por economias bem menores de países também ricos.

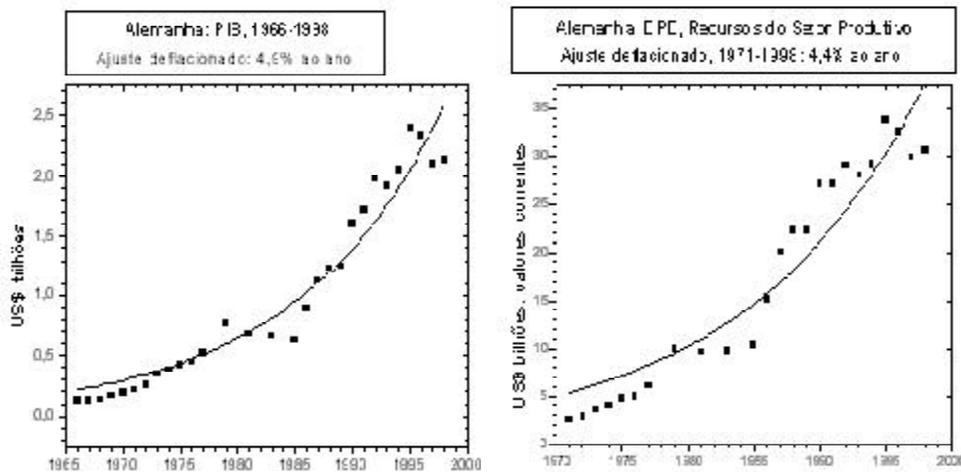
### ALEMANHA

O exame do comportamento do PIB alemão mostra um ajuste exponencial, mas com desempenhos muito diferentes para o período que vai até o fim da década dos anos setenta e das duas décadas subsequentes. A primeira década apresenta taxas de crescimento maiores, que são acom-

panhadas pelo DPD do setor produtivo, e uma relativa estabilidade cambial. Nas duas últimas décadas, porém, há indícios de fortes oscilações das taxas cambiais que acarretam expressivas flutuações dos valores tanto do PIB quanto do DPD-RSP, fato que já se observara em relação aos dados do Japão.

Entretanto, ao longo das mesmas duas décadas houve uma tendência persistente à queda da relação de câmbio entre o dólar e o marco alemão, indicando que parte das taxas de crescimento apresentadas no quadro 7 é decorrente da valorização do marco alemão, posto que a razão de deflação utilizada foi a mesma, como exposto inicialmente. Esse desvio sistemático está presente tanto no PIB quanto no DPD, não afetando o comportamento da relação entre ambos.

**Quadro 7:** PIB e DPD-recursos do setor produtivo da Alemanha nos anos 1966 a 1998 [1]



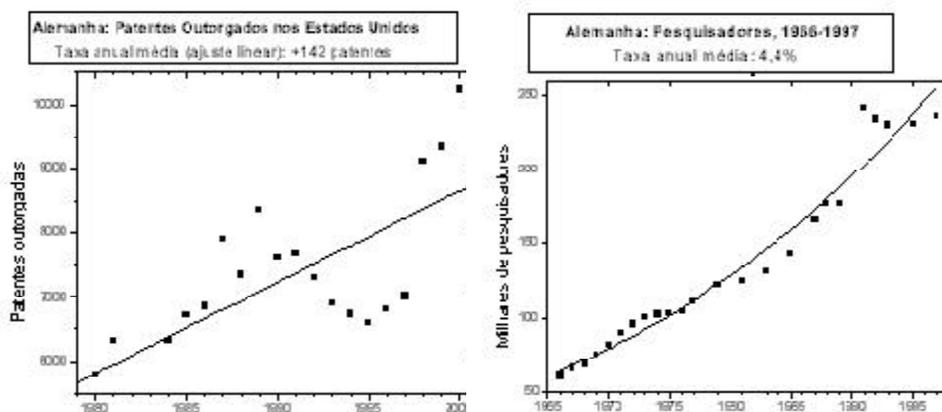
Nota-se que a relação entre as taxas do PIB e do DPD, mesmo para o componente RSP, têm, na Alemanha um comportamento diferente do observado no Japão e até nos Estados Unidos. A taxa média de crescimento do PIB, no período considerado, é superior à do DPD-RSP em cerca de 10%. O mesmo ocorre com o DPD total, incluindo os fundos públicos, posto que na Alemanha a distribuição das fontes de financiamento da pesquisa é bastante estável, tendo havido ao longo do período de trinta anos um crescimento do componente RSP de aproximadamente 50% para cerca de 60% do DPD total [1].

Embora não seja a situação anteriormente observada, os dados têm também uma correlação estatística próxima a um, como se pode notar até por inspeção visual do perfil análogo das flutuações, que evidenciam uma participação aproximadamente constante do DPD no PIB, cerca de 2,4%

[1]. Apesar de não restar dúvida quanto ao caráter causa-efeito entre ambos os dados, não fica claro, nesse caso, que o DPD seja o motor que sustenta o crescimento de toda a economia alemã.

Possivelmente, esse tipo de relação seja indicativo de que uma parte substancial do PIB alemão tenha outros fatores de tração, menos dependentes do DPD, tais como setores de tecnologia tradicional, nos quais o dinamismo econômico seja determinado por ganhos de parcelas crescentes do mercado interno ou externo e pela redução de custos decorrente de aumentos de produtividade por fatores de escala. Este fato pode explicar o mais fraco desempenho das patentes alemãs outorgadas nos Estados Unidos, que têm apresentado um crescimento linear de 142 unidades agregadas a cada ano (quadro 8), aquém, proporcionalmente, do crescimento das patentes americanas [6].

**Quadro 8:** Alemanha, patentes nos EUA, de 1980 a 2000 [8], e pesquisadores, de 1966 a 1997 [6]



Um outro dado interessante é a expansão do número de pesquisadores na Alemanha. Nota-se que a sua taxa de crescimento é a mesma do DPD-RSP e que segue até as suas inflexões, tendo, porém, as flutuações sensivelmente atenuadas. O salto havido no ano de 1991 corresponde à unificação alemã havida naquele ano, após o qual há uma tendência à estabilidade, como já se observara no desempenho americano. Os dados dos quadros referentes aos valores do DPD-RSP e o número de pesquisadores dão para a Alemanha uma relação de recursos/pesquisador de cerca de dois terços da obtida nos Estados Unidos.

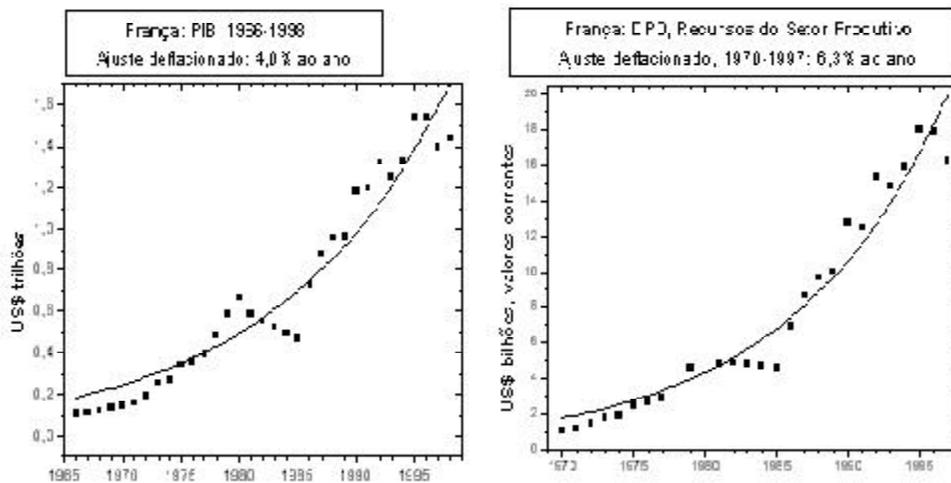
## FRANÇA

O desempenho do PIB francês nos 33 anos analisados mostra um claro ajuste a uma exponencial, de todo semelhante ao que se observara

em relação à Alemanha, porém com uma taxa de crescimento 20% menor, como mostra o quadro 9. Essa diferença de taxa pode ser o resultado da mudança da relação de câmbio do marco tanto em relação ao dólar, como já comentáramos, quanto em relação ao franco.

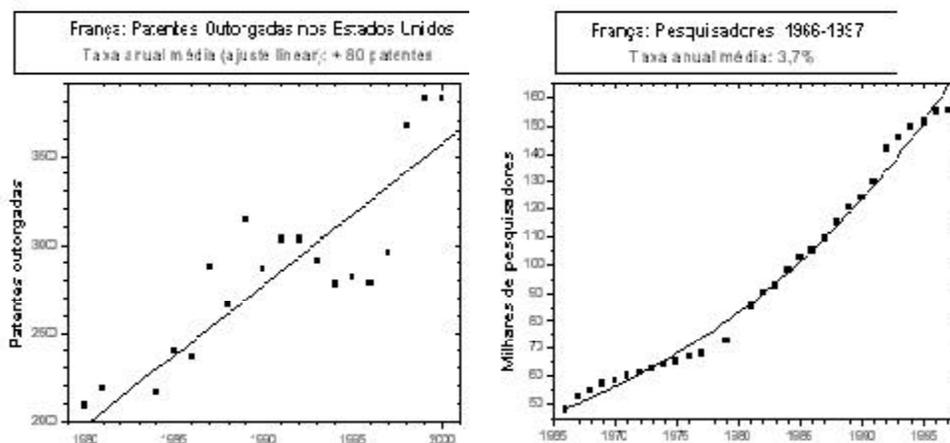
Nota-se, entretanto, o mesmo comportamento segmentado em dois períodos: até o fim da década dos anos setenta, com taxa sensivelmente superior, e nas últimas duas décadas, com fortes oscilações provenientes de flutuações da taxa de câmbio, sempre sujeita a injunções circunstanciais. A inspeção visual já nos revela uma dependência de causa-efeito entre os dados de PIB e de DPD, no componente RSP, o que, de fato, se verifica num coeficiente de correlação praticamente unitário.

**Quadro 9:** PIB e DPD-recursos do setor produtivo da França nos anos 1966 a 1998 [1]



A grande diferença para o comportamento alemão, entretanto, é a elevada taxa de crescimento do DPD-RSP, quase 60% maior do que a do PIB, indicando que na França o dinamismo do PIB vem sendo determinado principalmente pelos setores novos da economia, que exigem maiores investimentos em pesquisas. De fato, nota-se, no quadro 10, que o crescimento linear das patentes francesas outorgadas nos Estados Unidos é proporcionalmente maior do que o das patentes alemãs, embora não tanto quanto o das americanas [6]. Entretanto, como veremos adiante, não se compara com as dos países asiáticos emergentes.

**Quadro 10:** França, patentes americanas, de 1980 a 2000 [8], e pesquisadores, de 1966 a 1997 [6]



O número de pesquisadores tem crescido exponencialmente a uma taxa semelhante à observada na Alemanha, e na década dos anos noventa revela uma tendência à saturação, correspondendo à estabilidade alemã notada para o mesmo período, mas menos acentuada do que a que se nota nos EUA. A comparação do número de pesquisadores com os dados de DPD-RSP mostra relações de recursos/pesquisador semelhantes nesses dois países europeus, mas bem inferiores à relação americana.

## PAÍSES EMERGENTES

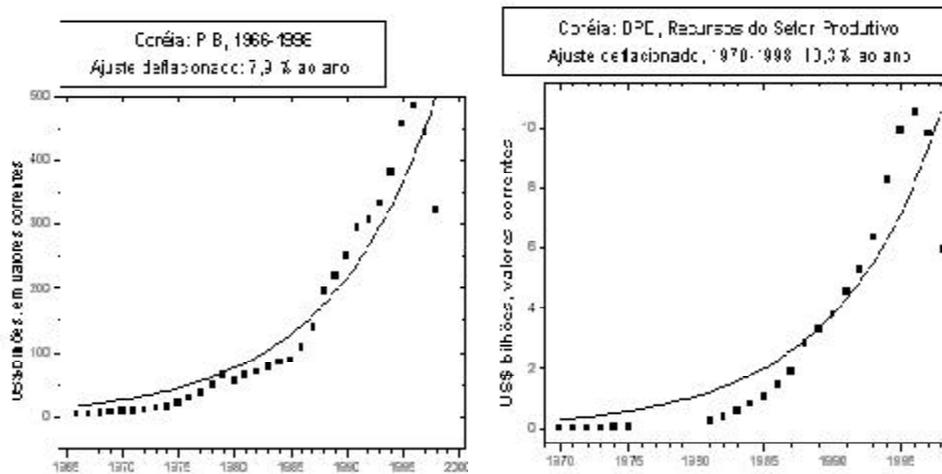
Foram escolhidos para análise dois países emergentes da Ásia, Coréia do Sul e Taiwan, entre os chamados NIC (newly industrialized countries), ou tigres asiáticos. Em verdade, esses são os que efetivamente têm caráter de país, posto que os outros (Hong-kong e Cingapura) são, na verdade, cidades-estados, com características muito peculiares. Ultimamente, outros países asiáticos têm emergido, tais como Tailândia, Malásia e, principalmente, a China. Entretanto, os seus parâmetros globais e *per capita* estão ainda em patamares bem inferiores aos dos dois países escolhidos.

A Coréia do Sul, aqui chamada simplesmente de Coréia, tem a área do estado de Pernambuco e cerca de 45 milhões de habitantes, pouco mais de um quarto da nossa população. Taiwan é uma ilha com uma área pouco menor do que o estado de Espírito Santo e cerca de 22 milhões de habitantes, pouco acima de um oitavo dos nossos habitantes. Ambos os países erradicaram o analfabetismo há décadas, universalizaram o ensino fundamental, e hoje apresentam um nível de escolaridade muito acima do nosso.

## CORÉIA

Os seus dados de elevação continuada do PIB e do componente RSP do DPD tornam óbvio que este último desempenha um papel de tração do seu crescimento, como mostra o quadro 11, em que a taxa de crescimento do DPD-RSP é 30% maior do que a do PIB. A Coréia iniciou em 1967 um amplo programa, determinado e consciente, de DPD visando a sustentação do seu crescimento pelo aumento continuado da competitividade da economia e a conquista de uma parcela cada vez maior do comércio internacional. Esse país está hoje em rota segura de enriquecimento, com todos os seus indicadores econômicos e de desempenho em pesquisas elevando-se muito mais rapidamente do que os nossos. Por essa razão, e por ter partido de níveis muito aquém dos que tínhamos há pouco mais de vinte anos, a sua bem-sucedida trajetória deveria inspirar a nossa política de P&D. Não como uma simples transposição, que certamente seria mal sucedida face as diferenças culturais, mas como uma busca criativa de políticas públicas próprias.

**Quadro 11:** PIB e DPD-recursos do setor produtivo da Coréia do Sul nos anos 1966 a 1998 [7]



Em ambos os dados do quadro, o crescimento deflacionado é exponencial e realmente extraordinário: 7,9% anuais para o PIB, mais de duas vezes a taxa americana, e 10,3% ao ano para o DPD do setor produtivo. E isso durante um longo período, um terço de século. A opção pelo DPD-RSP como o fator de tração do seu desenvolvimento, possibilitou à Coréia esse crescimento não igualado por outro país, de seu porte ou maior, no século XX. Com a recuperação da taxa de câmbio, após a crise asiática de fins de 1997, o PIB alcançou, no ano 2000, os US\$ 612 bilhões, desbancando o nosso país da décima posição, e a renda *per capita* chegou aos US\$ 13,7 mil, quase quatro vezes a nossa [3]. Entre os países mais

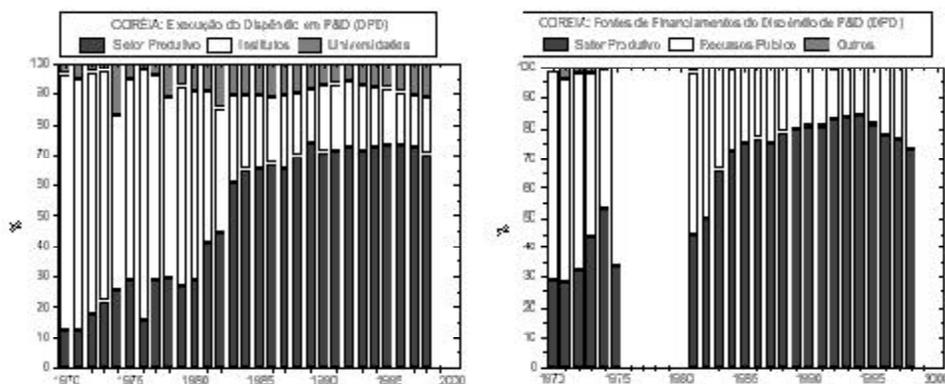
populosos do que a Coréia, somente seis membros do G-7 (Estados Unidos, Japão, Alemanha, França, Inglaterra e Itália) têm rendas *per capita* superiores à sua.

Outro aspecto muito relevante é que a sua economia, construída pela opção do DPD-RSP resultou numa distribuição de renda muito mais equilibrada do que a nossa e melhor mesmo que alguns países dos G-7 como a Itália. De fato, a renda média dos 10% com mais renda é apenas 6,5 vezes a dos 40% com menos renda, enquanto o país com a melhor distribuição, que é a Holanda, essa relação é de 4 vezes. Em nosso país, esse fator é de 28,5 vezes, o que agride até o conceito de nação [3].

A sua taxa de DPD sobre o PIB alcançou em 1996 os 2,8%, inferior apenas à do Japão, mas vem crescendo de modo sistemático, devendo assumir a liderança nos próximos anos. Por fim, cabe lembrar que a Coréia, embora paradigmática, não é um fato isolado. A mesma política de usar o componente produtivo do DPD como tração do crescimento é exercida tradicionalmente por Taiwan e, mais recentemente, pela China, que tem elevado o seu PIB a taxas da ordem de 10% ao ano nas duas últimas décadas.

Agora vejamos o que se passa na estrutura de execução e financiamento do DPD em uma economia emergente, em busca de alcançar o patamar de plenamente desenvolvida, como a da Coréia, e que deveria ser uma referência para que a nossa política de DPD, ou de C&T como aqui se denomina, pudesse alcançar os mesmos desempenhos. Vê-se no quadro 12, que a execução do DPD na Coréia de 1970, no início do seu programa de desenvolvimento tecnológico como tração do seu crescimento, era bastante semelhante à que o nosso país tinha então, ou seja, uma participação muito pequena do setor produtivo, cerca de apenas 12 a 13% lá e talvez 10% aqui.

**Quadro 12:** execução e fontes de recursos do DPD na Coréia [7]



Entretanto, a opção coreana de política de pesquisa foi muito diferente da nossa. Ao invés de investir os poucos recursos de que dispunha

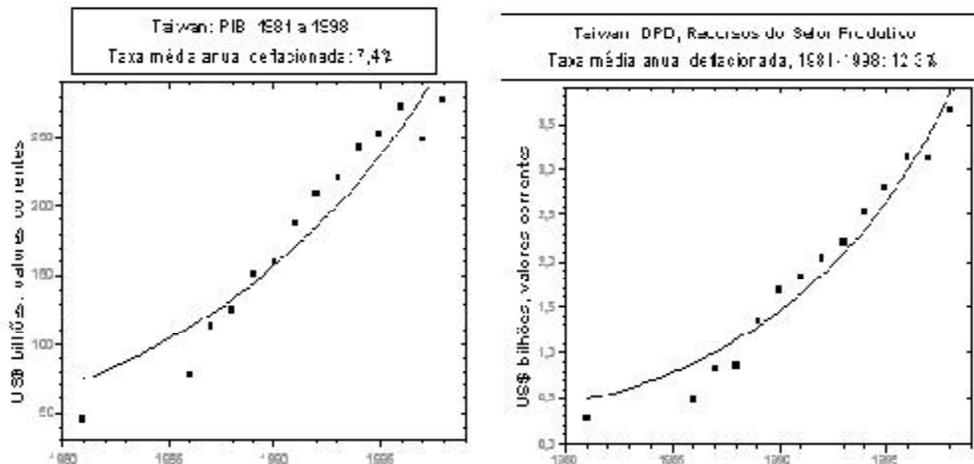
na criação de uma pós-graduação, como nós o fizemos sob a influência do atual modelo acadêmico americano, a Coréia investiu na formação de institutos de pesquisa desvinculados da universidade, o primeiro (KIST – Korea Institute for Science and Technology) criado em 1967, como suporte direto às pesquisas do setor produtivo empresarial, embora financiado essencialmente com recursos públicos.

O resultado foi evidente. Aos poucos, na medida em que as próprias inovações geradas produziam retorno pelo aumento da competitividade e a conquista de mercados, o setor produtivo foi assumindo o papel de executor das pesquisas e do seu financiamento, e hoje a sua participação se aproxima dos 75%, isto é, do perfil típico dos países já desenvolvidos e líderes do processo inovativo. Esse papel dos institutos, ligados ao setor produtivo, mereceria uma análise mais sistemática e profunda, pois estamos diante da criação de novas fontes de financiamento à pesquisa em nosso país, os chamados fundos setoriais, mas tendendo a incorrer nos mesmos erros de aplicação do modelo linear de pesquisa, como veremos mais adiante.

#### TAIWAN

Há mais dificuldades de obter dados sobre Taiwan porque, devido a questões políticas, o seu estado de país não está estabelecido em muitos foros, como o OECD e outros. Assim, as fontes possíveis se restringem, bem como os períodos, dificultando a análise estatística. Por dispor-se de um curto período, apenas de 1981 e 1986 a 1998, o ajuste exponencial perdeu significação, optando-se por calcular a média geométrica das taxas anuais, e usar o mesmo deflator. Essas taxas, para o PIB e para o componente do setor produtivo do DPD, estão apresentadas no quadro 13.

**Quadro 13:** PIB e DPD-recursos do setor produtivo de Taiwan nos anos 1966 a 1998 [7]

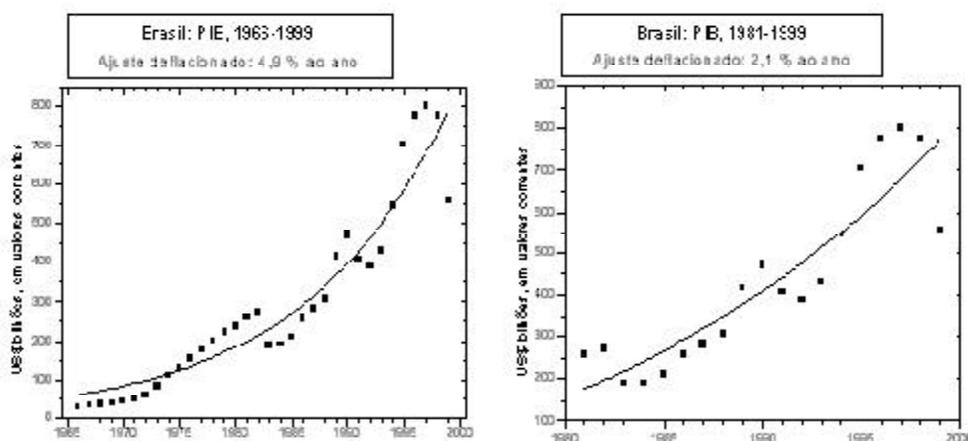


Note-se que o crescimento do PIB é da mesma ordem de magnitude do que o da Coréia, mas o componente do setor produtivo do DPD é bem maior, cerca de dois terços acima da taxa do PIB. Isso se deve essencialmente a uma tendência de mudança do perfil de financiamento do DPD, com expressivo aumento do componente RSP, posto que ainda hoje a participação de fundos públicos é superior a um terço, bem acima da Coréia. Esta circunstância decorre em parte do fato de Taiwan ter uma economia com uma elevada participação de pequenas e médias empresas (98%), que ocupam 80% da mão de obra e geram metade da exportação de cerca de US\$ 150 bilhões (ano 2000). Mas talvez o dado mais característico do ambiente empresarial de Taiwan é que um terço das pessoas economicamente ativas trabalha em empreendimentos próprios ou de familiares. Há, pois, um deliberado fomento a P&D nas pequenas e médias empresas, elevando, assim, a participação dos fundos públicos no financiamento global.

## BRASIL

Para melhor avaliarmos o crescimento que o DPD está acarretando a esses países, devemos compará-los com o nosso, que vemos no quadro 14, no período 1966-1999. Para uma melhor análise das políticas públicas em P&D exercidas ultimamente, vemos também o período 1981-1999, as chamadas décadas perdidas pela falta de rumo e de um mecanismo de tração para o nosso desenvolvimento, um típico exemplo dos avanços e recuos motivados pela descontinuidade dos fluxos de capitais externos, o que costuma ser chamado pelos especialistas de *stop-and-go*.

**Quadro 14:** PIB do Brasil nos anos 1966 a 1999 e 1981 a 1999 [8]



Vemos que a comparação no período 1981 a 1999 nos deixa em situação muito desfavorável, pois enquanto o PIB dos Estados Unidos cres-

ceu duas vezes no período, o do Japão, quase tres vezes, o de Taiwan quatro vezes e o da Coréia, mais de quatro, o nosso aumentou apenas 50 %, ou seja, apenas uma vez e meia. Distanciamo-nos ainda mais desses quatro países, e, na verdade, também de outros aqui não considerados. Isso porque, na falta de um fator de tração interno, como o componente do setor produtivo do DPD, cuja gestão podemos ter em nossas mãos, o nosso crescimento é refém de investimentos externos, cujo fluxo depende fortemente do ambiente exógeno em nível mundial ou, por vezes, de um país em particular.

O período que precedeu as duas últimas décadas foi caracterizado por um forte crescimento da nossa economia, como vemos no quadro 14, baseado no processo de substituição das importações mediante a importação ou aquisição de tecnologias, com a produção protegida por elevadas barreiras alfandegárias. Foi o chamado período do milagre brasileiro. Esse modelo levou-nos a um impasse, pois não gerou um crescimento sustentado. A sua produção não era competitiva por falta de inovação da tecnologia, e a exportação não conseguiu acompanhar o aumento das necessidades de importação de insumos (principalmente petróleo), componentes e equipamentos, acumulando elevados déficits comerciais e dívidas externas, até levar-nos ao quase imobilismo.

Por outro lado, o país teve, nos anos setenta, um apreciável crescimento do DPD, com a implantação e consolidação da pós-graduação e a criação da FINEP e do FNDCT, que sozinho chegou a aplicar montantes médios da ordem de US\$ 200 milhões anuais, em valores correntes da época. Os montantes aplicados pelo FNDCT, eram, ano a ano, da ordem de 6 a 7 vezes todo o DPD da Coréia. Se levarmos em conta os recursos dos demais órgãos federais (CNPq, CAPES, Embrapa, Fiocruz, CTA etc) e os estaduais (FAPESP etc), teremos uma desproporção muito grande que se propaga até 1985, como se pode ver no quadro 11. E nos últimos anos da década dos noventa, a parte pública do nosso DPD ainda era da mesma ordem de grandeza do dispêndio público da Coréia. A questão, pois, é entender por que o nosso DPD, sendo até maior do que o Coréia, não teve o mesmo efeito de tração do PIB e de geração de um crescimento sustentado.

Isso fez a diferença para o nosso país, cujo esforço organizado de pesquisa iniciou-se com a criação do CNPq e da CAPES, em 1951, dedicados exclusivamente à formação de recursos humanos altamente qualificados para a expansão das universidades e a criação de seu sistema de pesquisa científica. A percepção era a de que a pesquisa acadêmica geraria conhecimentos que, naturalmente, se transformariam em inovações tecnológicas, ou seja, o chamado modelo linear de pesquisa ou inovação. O conceito implícito era o de que sem geração própria de conhecimentos (ciência) não seria possível dominar a tecnologia e fazer inovações. Ou seja, a expectativa era a de transformar em produtos inovados as descobertas realizadas nas nossas universidades e institutos de pesquisa.

Os países que, como o nosso, aplicam o modelo linear de DPD (América Latina, Europa Oriental, África e muitos países orientais) não se tornaram geradores de inovações tecnológicas, embora alguns tenham construído uma ciência de primeiro nível, contemplada com vários Prêmios Nobel, tais como a Rússia e a Índia. O modelo linear de DPD não deu certo como tração do desenvolvimento em nenhum país que o tenha aplicado, pois não possibilita o desacoplamento local entre descoberta e inovação.

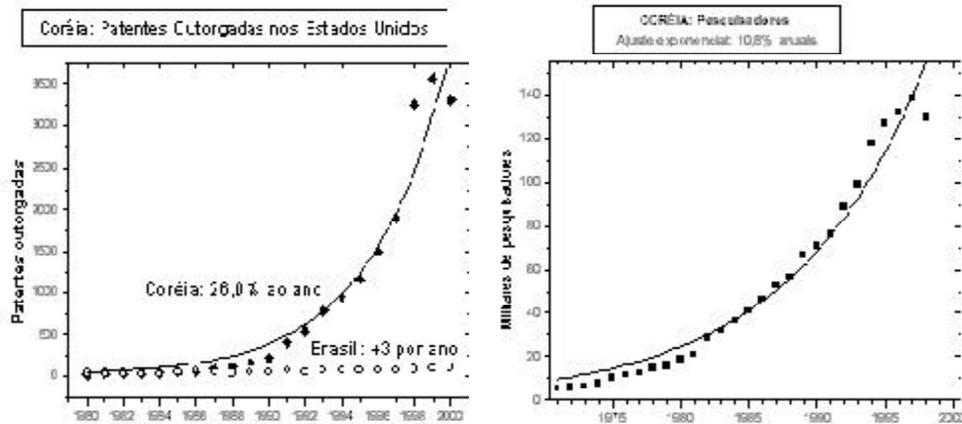
## COMPARAÇÕES DOS RESULTADOS

A melhor forma de comparação direta dos resultados para a Coreia, Taiwan e para o nosso país, que resultam das diferentes políticas de DPD praticadas, é, para a inovação tecnológica, o desempenho das patentes outorgadas nos Estados Unidos para os países mencionados. Utiliza-se o mercado americano por ser o maior, posto que as patentes têm validade local. Esse critério naturalmente sobrevaloriza a participação dos próprios Estados Unidos no mercado, mas é satisfatória para a comparação dos demais países geradores de tecnologias. Vale ressaltar que, no ano 2000, 95% das 157 mil patentes outorgadas pelo USPTO (U.S. Patent and Trade Mark Office), a repartição americana que registra as patentes, deveu-se a apenas 12 países, entre os quais apenas dois países emergentes: Taiwan, o quarto, e Coreia, o oitavo, naquele ano. Os demais são, naturalmente o G-7 e três países dos mais ricos, Suécia, Suíça e Holanda.

### COMPARAÇÃO COM A COREIA

O quadro 15 apresenta a comparação das patentes coreanas com as brasileiras. Ainda o mesmo quadro apresenta o desempenho de crescimento do número de pesquisadores na Coreia, como consequência do vigoroso desenvolvimento do ambiente de pesquisa no setor produtivo empresarial. A comparação indireta já está expressa nas taxas de crescimento do PIB, vistas anteriormente. Mas outro indicador relevante é a exportação em 1998, que foi de US\$ 130 bilhões da Coreia, com saldo de US\$ 39 bilhões, contra uma exportação de menos de US\$ 50 bilhões do nosso país, com deficit de quase US\$ 7 bilhões. O êxito coreano decorre diretamente da criação de inovações tecnológicas próprias, de elevada competitividade, configurando uma tecnologia nacional e propiciando a ampliação de mercados, essencial num mundo globalizado. Esses valores ficam ainda mais expressivos quando se sabe que em 1966 a exportação coreana era da ordem de ínfimos US\$ 40 milhões, dezenas de vezes menor do que a nossa exportação, naquela época, e o seu PIB *per capita* de apenas US\$ 87, em valores correntes, também muito inferior ao nosso.

**Quadro 15:** patentes outorgadas nos Estados Unidos à Coréia e ao Brasil [8], e número de pesquisadores coreanos [6]

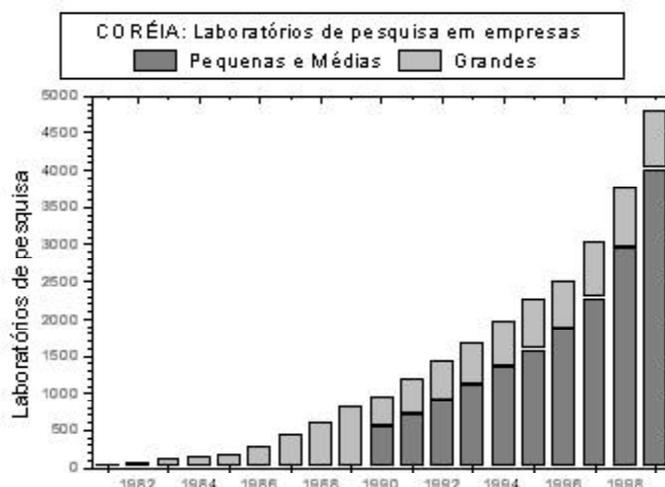


Vemos que as patentes coreanas outorgadas no mercado americano estavam em um nível abaixo do nosso, no início da década dos anos oitenta. Mas cresceram muito rapidamente, fruto do foco do DPD em inovação tecnológica, quadro que propiciou um excepcional retorno do investimento, e o seu reinvestimento em P&D, realimentando o processo e dando sustentabilidade ao crescimento do PIB. Em 2000, o nível de patentes concedidas à Coréia já é cerca de 35 vezes as nossas 98, e tende a se ampliar celeremente, posto que, enquanto as nossas seguem uma taxa linear que agrega tres patentes a mais em cada ano, as coreanas crescem exponencialmente a uma taxa de 26,0% sobre o ano anterior (os EUA, menos de 3% ao ano), tendo alcançado nesse ano o oitavo lugar no mercado americano, apenas abaixo, pela ordem, dos Estados Unidos, Japão, Alemanha, Taiwan, França, Canadá e Inglaterra, superando a Itália, países do G-7 [6].

O Brasil ficou, em 2000, na 29ª posição, com uma participação inferior a um milésimo do total, inaceitável para a nossa criatividade e economia, bem como para necessidades da nossa sociedade. No período considerado, a Coréia teve outorgadas 18.092 patentes e o Brasil apenas 1.010.

Outra consequência direta da prioridade coreana para a inovação tecnológica é o crescimento rápido do número de pesquisadores, a uma taxa exponencial de 10,8% anuais, e que já era em 1998 da ordem de 130 mil, pouco menos do que a França, distribuídos por laboratórios de empresas industriais, institutos e universidades, com um índice de cerca de 28 por 10 mil habitantes, um nível semelhante ao dos países europeus ricos, mas ainda abaixo do Japão e Estados Unidos. É interessante observar que houve uma queda do número de pesquisadores em 1998, que vai se refletir numa queda do número de patentes americanas outorgadas em 2000, mostrando a forte correlação entre pesquisadores e resultados.

**Quadro 16:** evolução do número de laboratórios de pesquisa em empresas industriais na Coreia [9]



O extraordinário crescimento do número de pesquisadores decorreu da rápida expansão dos laboratórios de pesquisa das empresas industriais, como ilustrado no quadro 16, a uma taxa geométrica de 20% ao ano. É interessante notar que os laboratórios de empresas pequenas e médias expandiram-se ainda mais, passando de pouco mais de 500 em 1990, representando algo mais que a metade, para mais de 4.000 instalações, em 1999, o que significou 83% do total. Entretanto, em 2000, a Samsung foi o quarto patenteador no mercado americano, apesar do país ser o oitavo, atrás apenas de gigantes como a IBM, americana, e NEC e Canon, japonesas.

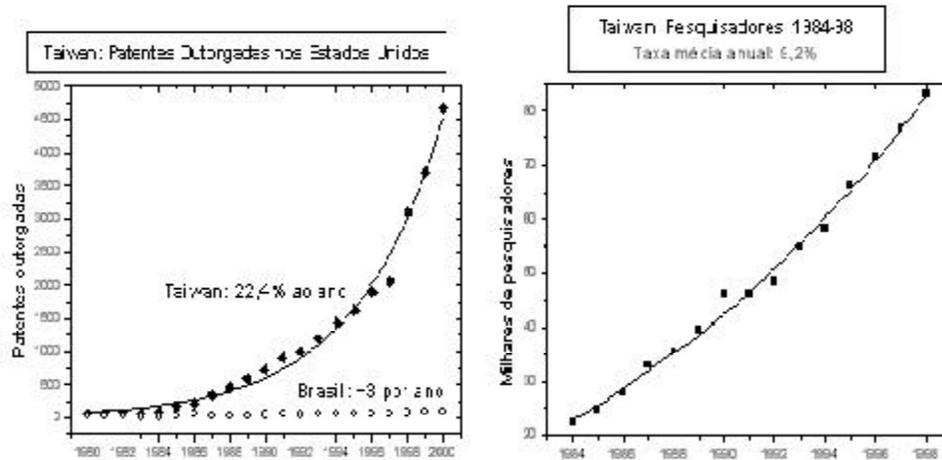
#### COMPARAÇÃO COM TAIWAN

Outro país emergente que exibe um extraordinário impacto em seu processo de geração própria de inovações é Taiwan. De fato, este é o quarto país, atrás apenas dos Estados Unidos, Japão e Alemanha, com mais de 3% das patentes do sistema americano, metade da produção da Alemanha, com quase quatro vezes mais população, e a sua taxa de crescimento exponencial é extraordinária: 22,4% ao ano (quadro 17), abaixo apenas da taxa coreana.

Em 2000, Taiwan registrou 47 vezes mais patentes que o nosso país e no período considerado acumulou 24.475 patentes. A origem das patentes de Taiwan é extremamente desconcentrada, indicando uma forte presença de médias e pequenas empresas geradoras. A indústria taiwanesa com maior número de patentes está classificada apenas em 35º lugar. É também interessante registrar o vigoroso crescimento dos pesquisadores de Taiwan que quase quadruplicaram de 1984 para 1998. Entretanto, é ainda mais relevante o fato de que o número de doutores multiplicou-se

por mais de seis, passando de 15% dos pesquisadores (quadro 17), em 1984, para 25%, em 1998, e indicando um grande esforço de qualificação dos seus pesquisadores.

**Quadro 17:** patentes outorgadas nos Estados Unidos a Taiwan e ao Brasil [6], e número de pesquisadores de Taiwan [7]



## O EXEMPLO SOFTWARE DA ÍNDIA

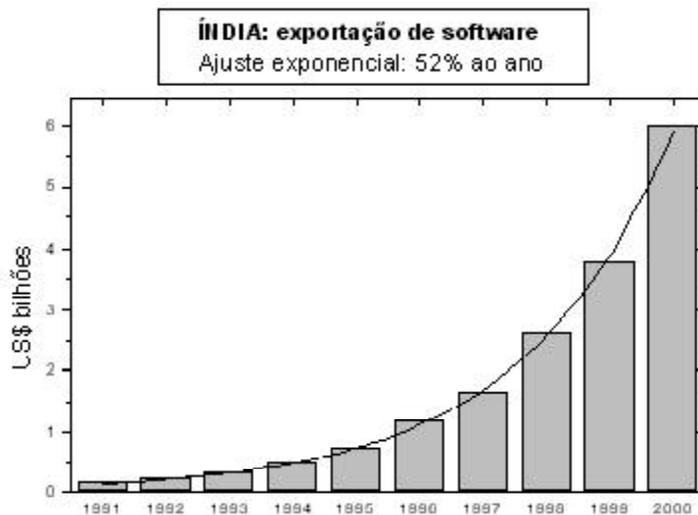
Um novo exemplo nos vem agora de um país bem mais pobre do que nós, mas que tem alcançado em extraordinário êxito em suas ações de inovação na área do *software*: a Índia. Com a liderança da cidade de Bangalore, no Estado de Karnataka, Sul da Índia, foi instituído um programa para aumentar a formação de engenheiros de informática, que em 1998 já alcançavam a ordem de 20.000 anuais, em mais de 70 faculdades desse estado, e cerca de 50.000, em todo o país. Esse número vem crescendo sistematicamente, tendo alcançado 82.000 no ano letivo encerrado em 2001.

Paralelamente, Bangalore criou um parque tecnológico específico para a informática ao longo da Mahatma Ghandi Road, hoje chamado de Vale do Silício da Índia, por analogia ao congênere da Califórnia, Estados Unidos. Nesse parque estão hoje escritórios de programação de empresas de todo o mundo, tais como as americanas Lucent Technologies, Motorola e Texas Instruments, as européias Ericsson, Bosh e Siemens, ou as orientais Sony e Samsung, entre outras, mais de 200 empresas. Ao todo, na Índia, estima-se em cerca de 1.000 empresas de informática, mobilizando algo da ordem de 250 mil pesquisadores.

Esses parques de *software* espalharam-se por outros estados da Índia, atraindo mais empresas. Assim é que a Microsoft decidiu instalar-se em Hyderabad, no Estado de Andhra Pradesh, um pouco mais ao Norte de Bangalore. No ano ano fiscal terminado em março de 2001, a Índia

alcançou exportações de cerca de US\$ 6 bilhões (quadro 18), as quais, há apenas 10 anos, eram menos do que US\$ 200 milhões. Isso representa o crescimento médio de 52 % a cada ano, tornando a Índia o segundo exportador de *software*, vendendo 60% do exportado para os Estados Unidos e 20% para a Europa.

**Quadro 18:** Índia, exportações de software [10], [11]



Uma recente avaliação desse mercado pelo banco de investimentos Goldman Sachs (*The Hindustan Times*, 29.09.00) prevê que a Índia deverá exportar, em 2004/5, algo perto de US\$ 30 bilhões em *software*, o que a tornaria o maior exportador desse setor, e asseguraria o atual ritmo de crescimento. Isso é mais do que a metade da soma que o nosso país exportará no ano corrente. A McKinsey Consultants, por sua vez, estima que a produção de *software* deverá chegar a US\$ 87 bilhões no ano fiscal 2008/9, o que, mantida a atual relação de dois terços exportados, significaria o dobro em poucos anos. Além disso, a McKinsey estimou que a demanda de pesquisadores na Índia será superior a um milhão e cerca de 1,5 milhão em todo o mundo. Esse fenômeno, gerado por uma política de inovação, está sendo chamado na Índia de “revolução da classe média”, pelo impacto na distribuição local de renda.

Há mais de dez anos temos tido ações, e até incentivos fiscais (Lei 8.248). Até agora, o êxito dessas ações, por falta de uma política mais consistente centrada no *software* e no produtor, tem sido muito modesto, até mesmo decepcionante: em 1999 exportamos apenas cerca de US\$ 60 milhões e importamos mais de US\$ 850 milhões, além da pirataria e do contrabando, estimados em US\$ 920 milhões no mesmo ano.

## O NOSSO PAÍS

Não dispomos de um bom recenseamento do número de pesquisadores. Segundo o MCT [13], em 2000, tínhamos 48.781 pesquisadores atuando em 11.760 grupos de pesquisa, mas possivelmente seja algo maior. Esse contingente, com cerca de 11% atuando no setor produtivo em pesquisas de inovação, cresce a cada ano muito menos do que os mais de 5.000 doutores que formamos anualmente, dos quais menos de 10% são da área de engenharias. Quanto aos laboratórios de pesquisa em indústrias brasileiras é ainda mais obscuro. Admite-se que sejam algo entre uma e duas centenas.

Isso significa que o nosso esforço, com foco na pós-graduação acadêmica, vem dando os seus frutos, inegavelmente, mas esses são, em parte expressiva, desperdiçados por não termos uma política pública consistente para ampliar, tanto quanto necessário à formação de uma tecnologia verdadeiramente nacional, a oferta de postos de pesquisa nas empresas. Alguns desses doutores, inclusive, emigram atrás de oportunidades, a um elevado custo social, pois a sua formação, em geral, foi financiada em grande parte com recursos públicos. E esses são sempre os melhores.

Como uma consequência dessa opção acadêmica em pesquisa, o país exibe hoje uma grave dependência tecnológica consubstanciada por um crescente dispêndio em licenciamento de patentes, transferências tecnológicas e aquisição de programas computacionais (*softwares*), com elevada elasticidade em relação ao crescimento do PIB. Assim, desde a abertura do nosso mercado no início da década dos anos noventa, tendo que competir com os produtos importados, a nossa economia elevou significativamente o seu dispêndio direto em tecnologia, registrado no Banco Central, conforme a Tabela I.

**Tabela I** (US\$ milhões) [14]

<b>Discriminação das categorias</b>	<b>1992</b>	<b>1997</b>	<b>1997/1992</b>
LEP - Licença para exploração de patentes	33	2897	96,3
FII - Fomento de tecnologia industrial	311	6477	20,9
CII - Cooperação técnico-industrial	100	977	9,7
STE - Serviços técnicos especializados	1166	4688	4,0
Software, licenciamento de cópias	599	4499	7,6
LUM - Licença para uso de marca		377	-
<b>TOTAL</b>	<b>2199</b>	<b>19500</b>	<b>8,9</b>

Vemos que para oferecer um pouco mais de competitividade, a indústria brasileira fez a demanda de inovações tecnológicas crescer cerca de nove vezes em apenas 5 anos, nos quais o PIB cresceu apenas 23%. Um item como o LEP quase chegou a cem vezes mais. É fácil de ver que essa tendência é insustentável para um crescimento prolongado, pois agravará necessariamente o déficit do nosso balanço de pagamentos, principalmente se tentarmos elevar a taxa de crescimento para níveis que façam a nossa renda *per capita* acompanhar os países líderes, não deixando crescer o atual desnível.

Lamentavelmente, os dispêndios com inovações importadas não se resumem aos US\$ 2 bilhões acima. A Tabela I não leva em conta a pirataria e contrabando de *software*, que em 1999 foi estimada em US\$ 920 milhões, para uma licenciamento legal de cópias de US\$ 850 milhões (já quase o dobro de 1997). E não leva em conta também a parcela de pagamento a inovações embutida em preços acima do mercado para insumos, tais como os fármacos, por exemplo, componentes e equipamentos, isentos ou com baixas tarifas alfandegárias, que são importados por filiais locais de empresas transnacionais. Embora não hajam estatísticas, somam seguramente alguns bilhões de dólares, agravando também o nosso déficit do balanço comercial. E o licenciamento de patentes e tecnologias tem crescido e alcançou US\$ 3,5 bilhões em 2000.

## **MODELO LINEAR DE C&T**

A principal causa do fraco resultado em inovações do nosso sistema de fomento à pesquisa provém da adoção, por razões históricas e culturais de um modelo reducionista de desenvolvimento tecnológico, ou seja, do modelo linear. Neste modelo não se reconhece um item fundamental: a intrínseca diferença do processo de pesquisa científica, um ato tipicamente acadêmico, realizado no ambiente universitário, que visa a formação de recursos humanos e a conseqüente geração de novos conhecimentos, da pesquisa de inovação tecnológica, uma ação econômica por essência, realizada no ambiente industrial da produção, e que visa fundamentalmente competitividade, ampliação de mercado e, finalmente, lucro.

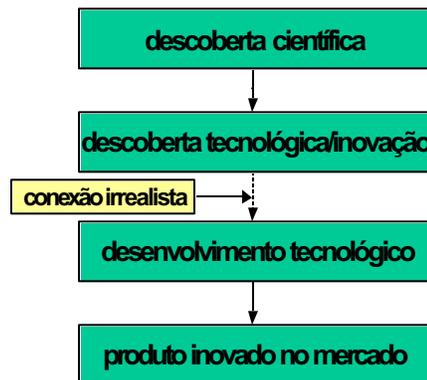
Dentro da concepção do modelo linear, entende-se que não é possível inovar sem antes descobrir, ou seja, para criar inovações tecnológicas é indispensável começar por gerar novos conhecimentos. Entende-se, nesse modelo, que é indispensável um acoplamento local entre a descoberta e a inovação tecnológica, que sem cientistas gerando novos conhecimentos em algum tema específico, não é possível criar uma tecnologia e inovar nesse mesmo tema.

Assim, a política de fomento dirige-se exclusivamente às instituições acadêmicas, que são as universidades e institutos de pesquisa associ-

ados, e espera-se que haja, com a acumulação de conhecimentos, um processo de nucleação espontânea de tecnologia, através de um mecanismo falacioso que a nossa política de C&T insiste em tentar criar, a chamada integração universidade-empresa. Não se aceita que tal integração não ocorre sistemicamente e nem é indispensável, pois, sempre que necessário, a pesquisa em desenvolvimento no setor produtivo pode recorrer à universidade (não confundir com integração). A contribuição efetiva da universidade para a tecnologia é a formação de seus recursos humanos qualificados.

O resultado prático deste processo é que a propriedade intelectual gerada é essencialmente a de artigos científicos, chamados de *papers*, publicados em revistas internacionais abertas e, consenquentemente, acessíveis a todos os seus assinantes, hoje até eletronicamente. Obviamente, esse tipo de Propriedade Intelectual não tem valor econômico, para uma empresa ou economia, porque não pode ser comercializado. O seu valor é apenas o intrínseco, universal. Vemos, no quadro 19, o esquema do modelo linear, que supõe uma continuidade do fluxo da inovação, como em uma indústria. Há até quem chame o processo de cadeia produtiva da inovação.

**Quadro 19:** modelo linear de geração de inovação tecnológica, utilizado pelos países que não criam inovações e, pelos países que inovam, apenas para as descobertas científicas e tecnológicas



O modelo linear é generalizadamente utilizado nos países que não têm geração significativa de inovações tecnológicas, tais como todos os latino-americanos, africanos e asiáticos de cultura muçulmana. Também o eram na Índia e nos países da Europa oriental, notadamente a Rússia. Nesses países, porém, há fortes indícios de que estão abandonando o modelo, e tornando-se, ainda que lentamente, geradores de inovações em algumas áreas específicas, tais como o *software* na Índia.

O modelo linear é aplicável apenas aos processos representativos de descobertas de novos conhecimentos científicos aplicáveis, ou de no-

vas aplicações de princípios científicos conhecidos. Essas, porém, são relativamente raras, e levam de 10 a 30 anos para amadurecer (e, por vezes, até mais). Representam uma pequena fração de apenas 5% das patentes americanas nos EUA (sendo 3% das universidades), e algo desprezível das patentes nos EUA dos países emergentes dinâmicos como os orientais e até do nosso país. Além disso, as descobertas não se transformam em tecnologias competitivas ou novos produtos e processos se a economia não dispuser, previamente de uma ampla estrutura de P&D no setor produtivo. Sem isso, as descobertas de uns acabam sendo desenvolvidas e colocadas no mercado por outros, mais competentes para realizar as inovações necessárias para robustecê-las e torná-las competitivas.

O fracasso do modelo linear na criação de inovações decorre, como já vimos, do reducionismo, do não reconhecimento das diferenças intrínsecas dos dois processos de pesquisa, o científico e o tecnológico. A esse fato deve-se agregar o caráter insaciável da ciência, na busca de conhecimentos, acarretando um total esgotamento do fomento repassado à universidade, qualquer que seja o seu montante. Isso é da própria natureza do fato criador, gerando mais e mais indagações a cada nova descoberta.

A ruptura efetiva com a cadeia está indicada no quadro 19 pela linha tracejada, pois, de fato, tal ligação é inexistente. E justamente porque é instável e não natural que é tão propugnada nas políticas públicas de fomento, com o nome de integração universidade-empresa. Essa dita integração não se dá simplesmente porque universidade e empresa têm objetivos diferentes, falam línguas distintas e usam métodos diversos.

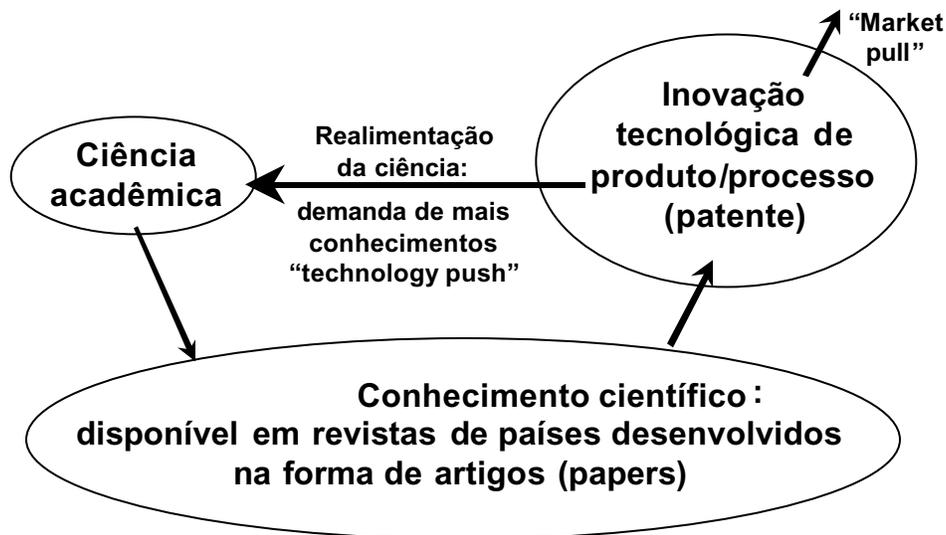
## **MODELO DINÂMICO DE INOVAÇÃO**

Para superar esse impasse, é necessário tirar a conclusão óbvia das diferenças entre as variedades de pesquisa: a pesquisa tecnológica não está localmente acoplada à pesquisa científica, mas à demanda real do mercado, que deve então ser atendida para que a propriedade intelectual da inovação, ou patente, tenha valor econômico. A pesquisa tecnológica não se alimenta da pesquisa científica local diretamente, mas do acervo de conhecimentos existentes, tanto científicos quanto tecnológicos e, até, de conhecimentos culturais. Enfim, de tudo o que for necessário mobilizar para proporcionar satisfação ao consumidor, usuário ou cliente. Ora, esse acervo está disponibilizado na literatura técnica e nos registros de patentes e pode ser acessado desde que se disponha de recursos humanos qualificados. Portanto, o valor econômico, e conseqüentemente o poder, não provém do domínio do conhecimento em si, mas da competência no seu uso para os fins objetivos da inovação.

Com esses elementos básicos, podemos, então, formular a dinâmica da geração de inovações e que efetivamente se realiza nos países formadores da tecnologia no mundo. Em particular, essa dinâmica é ainda

mais visível em países emergentes como Coréia e Taiwan que começaram a inovar e a crescer no cenário das patentes e da propriedade intelectual bem antes de terem alguma significação no âmbito da criação do conhecimento científico. No quadro 20 é apresentada a dinâmica da inovação, e nota-se que a ligação da ciência para a geração de tecnologia é indireta, via acervo de publicações. Isso significa que o inovador de um país não depende diretamente do cientista do mesmo país.

**Quadro 20:** modelo da dinâmica da geração de inovação tecnológica exercida nos países que inovam



Assim, um país pode inovar, e até liderar mundialmente a inovação, em uma área na qual não tenha um reconhecido domínio científico em nível internacional. Isso ocorre com os países citados em diversas linhas de produtos, e até com o nosso país, que é líder de inovações em nível mundial em aviação a jato regional e não tem expressão significativa em ciências aeronáuticas e dinâmica dos fluidos. Isso é extraordinariamente mais simples e mais rápido do que no modelo anterior, pois podemos atuar diretamente, e fomentar o processo inovativo, sem necessariamente ter a massa crítica de pesquisadores acadêmicos indispensáveis à geração do conhecimento da área.

Portanto, a principal ligação entre a área acadêmica universitária e a pesquisa tecnológica da inovação é a formação de recursos humanos qualificados. A Índia está dando um exemplo de como a formação maciça de recursos humanos dentro de um modelo dinâmico da inovação pode transformar rapidamente o quadro econômico setorial. No curto espaço de tempo de dez anos, as exportações de *software* da Índia elevaram-se em mais de 30 vezes, como foi visto anteriormente.

## CONCLUSÕES

Como o nosso DPD é dirigido essencialmente para a área acadêmica, o paradigma da nossa pesquisa, naturalmente, é a publicação de artigos (*papers*), o que constitui-se em uma transferência gratuita de conhecimentos para países aptos a utilizá-los para, paradoxalmente, ainda melhor competirem com a nossa economia. Como foi visto, para se gerar as inovações tecnológicas de que a nossa indústria necessita para ser internacionalmente competitiva, precisamos redirecionar o esforço da sociedade em DPD para apoiar o processo de geração de inovações no próprio setor produtivo. Eventualmente, uma estrutura de novos institutos de pesquisa, em parceria com empresas, poderia ser a forma de se realizar essa ponte, como o foi na Coréia.

Precisamos, pois, ousar a ruptura com a cultura quase exclusivamente acadêmica do passado e assumir a atitude dos que querem se desenvolver, elegendo um novo paradigma para a pesquisa e desenvolvimento: a inovação tecnológica industrial. A pergunta que se impõe é: por que não o fazemos?

A questão é que essa cultura acadêmica em pesquisa, leva-nos a realizá-la quase exclusivamente em universidades e centros de pesquisa públicos. Ora, a inovação tecnológica se faz, como vimos, no setor produtivo empresarial, pois deve atender à demanda real da sociedade e do mercado por novos produtos e processos. A área acadêmica não é sequer um substituto, pois a sua vocação é a formação de recursos humanos e a geração de conhecimentos (ciência), e não produtos finais, sua fabricação e comercialização.

Um dos entraves históricos à formação de uma tecnologia inovadora nacional é a circunstância de que a nossa industrialização se deu com forte participação de empresas transnacionais, cujos centros inovadores situam-se junto às suas matrizes. Assim, as suas produções locais eram protegidas por elevadas barreiras alfandegárias. Nesse ambiente, as empresas de brasileiros não tinham qualquer estímulo para gerar inovações próprias, limitando-se a adquirir licenciamentos de tecnologias importadas. Essa foi a principal diferença do nosso processo para com o da Coréia e Taiwan. Esses países industrializaram-se exclusivamente com empresas nacionais, ainda que no início com tecnologias licenciadas.

Em verdade, é tempo de se redefinir o conceito de empresa nacional. Ao invés de nos preocuparmos com a questão da propriedade, hoje tornada tão fluida com o movimento internacional de capitais à velocidade da luz, deveríamos atentar para a efetiva contribuição da empresa para o futuro na nação. Deste ponto de vista, tanto a empresa transnacional quanto a empresa de propriedade de brasileiros podem ser igualmente oportunistas ou construtivistas.

Tudo vai depender de como a empresa se posiciona ante o processo de inovação. Se a empresa se empenha em gerar em nosso país as inova-

ções de que necessita para ser internacionalmente competitiva nos produtos fabricados no país, essa empresa é nacional, qualquer que seja a sua estrutura de proprietários, pois está efetivamente contribuindo para o desenvolvimento sustentado do país. É claro que, certamente, a maioria dessas empresas terá proprietários brasileiros. Mas há muitas empresas de brasileiros que são simplesmente agentes da difusão local de inovações externas, competindo assim de maneira oportunista com outros produtores nacionais. Somente as que inovam deveriam ter o tratamento de empresa nacional. E estas é que deveriam ter os benefícios dos eventuais incentivos fiscais, taxas diferenciadas de financiamento, margem de preço nas compras e aquisições governamentais, recursos para pesquisa e parcerias estratégicas.

A idéia de que a universidade venha a suprir a fraca atuação das empresas é um completa distorção da sua missão e vai certamente fracassar pelo mecanismo dos fundos setoriais, como já ocorreu na década dos anos setenta, com a tentativa de fazê-lo através do FNDCT. Portanto, a política de fomento à pesquisa tem que ter por objetivo a mobilização das indústrias para a inovação. E esse objetivo, porém, também deve ser norteador de políticas públicas consistentes com a inovação gerada no país, priorizando a educação básica e técnicas, a formação dos recursos humanos demandados pelas indústrias, preferenciando-as na procedimentos de compras e suprimentos nas áreas de saúde, transporte, energia, telecomunicações etc., na preferência e nas taxas dos financiamentos e, principalmente, através de uma política fiscal.

Ou seja, precisamos urgentemente estabelecer um novo paradigma para o nosso desenvolvimento, para que este gere um crescimento sustentado a longo prazo e dependa essencialmente das nossas próprias decisões. Esse paradigma é a inovação tecnológica e, no esforço de criar essa nova cultura, todas as instituições de pesquisa têm um papel fundamental e indeclinável. Esperemos que assumam essa liderança e não deixem escapar essa oportunidade histórica de mostrar as suas funções sociais.

A opção pela inovação tecnológica é uma decisão estratégica mais ampla, que deveria ser um eixo de atuação, um norteamento e um fator de tração para uma política industrial de crescimento sustentado do país, com o objetivo de fazer a economia expandir-se, elevar o nível de emprego e da renda *per capita*, e, principalmente, de distribuí-la de forma mais justa. Portanto, deve estar inserida em um conjunto de políticas públicas.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] OECD, compilados por KITA – Korea Industrial Technology Association, “Major Indicator of Industrial Technology”, edições 1993, 1998, 1999 e 2000.

[2] NSF – National Science Foundation, compilado por KITA, idem.

[3] R. Nicolsky, Folha de São Paulo, página 1-3, 04.06.2001.

- [4] R. Nicolsky, “Inovação tecnológica e desenvolvimento”, Cadernos de Tecnologia, nº 1, IEL – Instituto Euvaldo Lodi, FIRJAN, página 107, 2001.
- [5] JIN – Japan Information Network, compilado por KITA, idem.
- [6] USPTO, página Internet, ano 2000.
- [7] KITA – Korean Industrial Technology Association, “Major Indicator of Industrial Technology”, edições 1993, 1998, 1999 e 2000.
- [8] IPEA, página Internet Ipeadata, ano 2000.
- [9] KITA – Korean Industrial Technology Association, página Internet, ano 2000.
- [10] Research and Innovation-The Science and Technology Magazine, II/98.
- [11] The Hindustan Times, 29.09.2000.
- [12] R. Nicolsky, Jornal do Brasil, página 9, 23.11.2000.
- [13] MCT, página Internet, ano 2000.
- [14] Banco Central, compilado por Mota Veiga, Tese de mestrado, PEP/COPPE/UFRJ, 1998.

## **Resumo**

O presente trabalho apresenta dados de séries históricas de crescimento do Produto Interno Bruto e do Dispendio em Pesquisa e Desenvolvimento de seis países emblemáticos, comparando-os ao nosso país. Discutem-se as implicações entre esses dados e as suas relações de causa e efeito, bem como indicadores de inovações tecnológicas, comparando-os com os do país. Finalmente, discute-se a possível origem do nosso desempenho insatisfatório e os caminhos para tentar superá-lo no contexto interno.

## **Abstract**

This paper presents some data of the Gross National Product's growth and of the Research and Development's expenditure of six representative countries and compares them to Brazil's. The implication, cause and effect of these study are discussed, and so is the technological innovation. Finally, the article raises some points that explain our poor achievements and the steps we should take to improve them.

## **O Autor**

ROBERTO NICOLSKY. É formado em física pela antiga Universidade do Brasil (hoje UFRJ) em 1965, foi mestre pela USP e doutor pela UFRJ. Trabalhou por vinte anos na indústria metal-mecânica de São Paulo, fazendo inovação tecnológica, projetos e gestão de inovação e produção. É professor e pesquisador da UFRJ orientando teses de pós-graduação e coordenando projetos de pesquisa aplicada na área de transportes e de energia elétrica, e membro da Comissão Especial de Desenvolvimento Tecnológico da Secretaria de Ciência e Tecnologia do Estado do Rio de Janeiro e do Conselho Empresarial de Tecnologia da FIRJAN.