

# A GLOBALIZAÇÃO DA INOVAÇÃO, COMPETIÇÃO NACIONALISTA E A INTERNACIONALIZAÇÃO DO TREINAMENTO CIENTÍFICO.<sup>1</sup>

*Martin Carnoy*<sup>2</sup>

**Abstract:** Richard Gordon contributed greatly to our understanding of capitalist development by focusing on the information industry's rapid shift toward globalized innovation. In this paper, I try to extend Gordon's work by analyzing the relationship between globalized innovation and the national state as principal organizer of knowledge formation through education and research training. I show that national states cooperate internationally even as they pursue aggressive "nationalistic" knowledge production and acquisition policies to enhance domestic competitiveness. State's education investment policies are *both* highly nationalistic and, whether intended or not, are interstitially cooperative. Education in general and higher education in particular are historically tied to inherently national objectives, such as promoting national culture or building national elites. But "national" education investment policies are also highly internationalized. Even in those countries consciously aiming, in Gordon's words, "to [extend] 'national' economic space and to create absolute advantage and national systems of innovation," science professionals are regularly trained in the developed countries and may work there at the research poles of globalized firms. Recent efforts by states to focus higher education on science and engineering—although intended to capture innovation rents—has resulted indirectly and perhaps inadvertently in a new kind of interstitial cooperation in global innovation, namely providing global enterprises and developed country states with new sources of scientific human capital for basic and applied research. But under the "right" circumstances, these policies also support their intended goal of helping countries create absolute advantage.

**Key Words:** higher education; innovation; globalization; research.

**Resumo** Richard Gordon contribuiu enormemente para nossa compreensão do desenvolvimento capitalista com sua atenção à rápida mudança da indústria da informação na direção da inovação globalizada. Neste texto eu tento ampliar o trabalho de Gordon pela análise das relações entre a inovação globalizada e o estado nacional como principal organizador da formação do conhecimento através da educação e do treinamento em pesquisa. Eu mostro que os estados nacionais cooperam internacionalmente, mesmo quando buscam uma política agressiva de produção e aquisição de conhecimento 'nacionalista' para estimular a competitividade doméstica. As políticas de investimento educacional dos estados são nacionalistas e, intencionalmente ou não, intersticialmente cooperativas. Educação em geral e educação superior em particular, são historicamente associadas a objetivos intrinsecamente nacionais, tais como promoção da cultura nacional e construção de elites nacionais. Porém, políticas de investimento educacional nacional são também altamente internacionalizadas. Mesmo naqueles países que buscam conscientemente, nas palavras de Gordon, "[ampliar] o espaço econômico nacional, criar vantagens absolutas e sistemas nacionais de inovação", os profissionais da ciência são treinados regularmente em países desenvolvidos e podem trabalhar nos polos de pesquisa de firmas globalizadas. Os recentes esforços dos estados para dirigir a educação superior para ciência e engenharia - embora pretendendo capturar rendas da inovação - têm resultado, indiretamente e talvez, inadvertidamente, em um novo tipo intersticial de cooperação na inovação global, especialmente à medida em que oferecem aos empreendimentos globais e países desenvolvidos novas fontes de capital humano científico para pesquisa básica e aplicada. Entretanto, sob as circunstâncias corretas, estas políticas também apoiam seus objetivos pretendidos de ajudar os países a criarem vantagem absoluta.

**Palavras-chave:** educação superior; inovação; globalização; pesquisa.

Richard Gordon contribuiu para nossa compreensão do desenvolvimento capitalista. Ele fez isto enfatizando a rápida mudança da indústria da informação na direção da informação globalizada. Neste texto eu tento ampliar o trabalho de Gordon pela análise das relações entre a inovação globalizada e o estado nacional como principal organizador

da formação do conhecimento através da educação e do treinamento em pesquisa. Os estudos de Gordon oferecem uma útil moldura para a compreensão destas relações. Eu vou usar esta moldura para mostrar que os estados nacionais cooperam internacionalmente, mesmo quando buscam uma política agressiva de produção e aquisição de conhecimento 'nacionalista' para estimular a competitividade doméstica.

Gordon argumenta que a indústria tecnológica da informação reside mais na *organização* do que nos produtos que ela produz. Ele pressupõe, com boas razões, que a alta tecnologia representa a ponta de lança do desenvolvimento

<sup>1</sup> Tradução de Fábio de Lima Beck. Núcleo de Apoio Pedagógico. Faculdade de Agronomia. UFRGS.

<sup>2</sup> Martin Carnoy é professor de Educação e Economia da Stanford University.

capitalista. Esta indústria deveria ser estudada devido ao que pode nos dizer a respeito do futuro do crescimento econômico, as maneiras com que as pessoas trabalham, como as empresas se relacionam umas com as outras, e o papel do estado.

Gordon destacou, porém, que as recentes tendências na direção do capitalismo globalizado são caracterizadas por uma importante contradição, principalmente quanto ao papel nacionalista desenvolvido pelos estados. Em um período anterior, Gordon mostrou, isto era inteiramente apropriado. Por exemplo, o estado norte-americano foi um instrumento importante no desenvolvimento da indústria da tecnologia da informação norte-americana. Os investimentos governamentais em pesquisa e desenvolvimento (PeD), principalmente para propósitos militares, levaram a um número de importantes inovações, incluindo o transistor. Mais do que isto, as aquisições estatais de novos produtos tecnológicos - por exemplo, computadores e circuitos integrados - levaram as empresas a obter lucros enquanto aprendiam-fazendo. Produtos militares de alto valor transformaram-se em mercadorias comerciais de baixo preço fabricadas em escala mundial. Mais do que isto, a pesquisa básica financiada pelo governo norte-americano oportunizou uma base de treinamento para cientistas e engenheiros trabalhando na indústria.

No Japão e na Europa, os estados nacionais cumpriram um papel relativamente diferente no desenvolvimento da alta tecnologia. Uma vez que a nova tecnologia da informação levou os Estados Unidos à Europa e Japão, os governos foram instrumentais em organizar estratégias de recuperação - no Japão, oferecendo incentivos para as empresas investirem em PeD e trabalhando com instituições financeiras, fundos governamentais, e grupos de PeD, criando empreendimentos para levar a alta tecnologia japonesa a competir com as empresas norte americanas mais avançadas.

Gordon argumenta que estas inovações conduzidas pelo estado começaram a apontar para a obsolescência no início dos anos 80. Àquela época, o Silicon Valley, ponta de lança da indústria de alta tecnologia (consequentemente, do desenvolvimento capitalista) tinha começado a se internacionalizar e consequentemente a se globalizar, superando suas origens como um produtor de hardware e software militares dependente do estado. Ao mesmo tempo, a inovação tornou-se tão cara que, pelo fim da década, as empresas estavam crescentemente em conexão com outras empresas para produzir novos produtos. No anos 90, ele indica, as empresas estavam se conectando globalmente, não apenas em produção mas também em inovação. Uma vez que o processo de inovação tinha se movido da inovação exógena para o "aprender-fazendo" e para inovação endógena em todos os níveis das organizações globais, Gordon imaginou que as firmas mais bem sucedidas seriam aquelas capazes de ampliar a inovação para todos os níveis do empreendimento, incluindo fornecedores, trabalhadores na produção, e representantes de venda e ainda horizontalmente, através das divisões e regiões do mundo. O desenvolvimento capi-

talista consequentemente depende de forma crescente da sua cultura de inovação organizacional e da intensidade da articulação interna e entre empresas. Gordon sugeriu que os esforços continuados do estado para estimular (e subsidiar) esforços para uma tecnologia de recuperação nacional foram perdidos. Ele percebeu que com a globalização das empresas capitalistas e com a inovação crescente, seja como resultado de redes de empresas ou endógena às empresas ao nível global, esforços nacionais ou locais para gerar inovação foram relativamente ineficientes e até mesmo anacrônicos. Ele escreveu: "... políticas estatais devem ser caracteristicamente intersticiais, coordenando uma nova rede de interações estado-mercado para estimular e otimizar os ganhos regionais potenciais originados do ímpeto colaborativo engendrado pela transformação material da lógica contemporânea da inovação" (1966, p. 50). Assim, o estado nacional é, por um lado, necessário aos setores privados nacionais para ajudá-los a participar na nova economia global da informação. Porém, visto de outra forma, "estratégias mais agressivas de competitividade nacional orientadas na direção do espaço econômico 'nacional', a criação de vantagens absolutas e sistemas nacionais de inovação constituem defesas, em última instância, tentativas de auto-defesa para reestabelecer os princípios básicos do sistema nação-estado em um novo e qualitativamente diferente contexto econômico mundial." (p. 51).

Ainda, os estados têm principalmente tentado promover a inovação e o desenvolvimento de uma indústria nacional de produção de conhecimento, de forma indireta. Eles são responsáveis por financiar e administrar educação formal, capitaneado por um sistema universitário que supostamente deve enfatizar o método científico e as habilidades de questionamento, se não o treinamento científico. Uma característica primária da produção de informação tecnológica no novo ambiente global é que esta é altamente intensiva em capital humano. Esta característica tem se acentuado enquanto a inovação tem se tornado endógena para as empresas e as redes de empresas. A globalização também significa, de acordo com a análise de Gordon, que mesmo na periferia de firmas globais, a produção de tecnologia da informação passaria agora a depender de um ambiente de promoção para o conhecimento. Devido a esta característica definidora, a produção de tecnologia da informação depende inerentemente de investimentos estatais em educação e, em última instância, da educação universitária financiada pelo estado.

É este relacionamento entre as universidades e os produtores de informação tecnológica, e consequentemente, entre o estado como principal organizador de atividades de conhecimento e os produtores de informação tecnológica, que eu quero explorar neste artigo.

Eu vou argumentar que as políticas estatais de investimento na educação são altamente nacionalistas e intencionalmente ou não, também intersticialmente cooperativas e frequentemente parte de agressivas políticas nacionalistas de inovação. Educação em geral e educação superior em

particular, são historicamente ligadas a objetos inerentemente nacionais tais como promoção da cultura nacional ou criação de elites nacionais. Porém, políticas *nacionais* de investimento em educação são também altamente internacionalizadas. Mesmo naqueles países que buscam conscientemente, nas palavras de Gordon “[ampliar] o espaço econômico ‘nacional’ e criar vantagens absolutas e sistemas nacionais de inovação” (Gordon, 1997, p. 51), os profissionais da ciência são treinados regularmente em países desenvolvidos e podem trabalhar nos pólos de pesquisa de firmas globalizadas. Consequentemente os mais recentes esforços dos estados para dirigir a educação superior para ciência e engenharia - embora pretendendo capturar rendas da inovação - têm resultado, indiretamente e talvez, inadvertidamente, em um novo tipo intersticial de cooperação na inovação global, especialmente à medida em que fornecem aos empreendimentos globais e aos países desenvolvidos novas fontes de capital humano científico para pesquisa básica e aplicada. Ainda, estas mesmas políticas educacionais podem também, sob as circunstâncias “corretas”, apoiar seus objetivos pretendidos de ajudar os países a criarem vantagem absoluta.

Os estados, queiram ou não, são consequentemente movidos na direção do envolvimento indicado por Gordon com “as várias interdependências que caracterizam a economia mundial contemporânea” (p. 51) e na direção de novas formas intersticiais de participação, mesmo quando eles conformam seus sistemas universitários nacionais para ajustar-se a formas agressivas de competitividade nacional.

Quatro processos estão ocorrendo ao mesmo tempo:

- Os estados nacionais, particularmente aqueles dos países recentemente industrializados (PRI) da Ásia, estão rapidamente aumentando sua educação superior científica e tecnológica com a esperança de capturar rendas da inovação enquanto a inovação continua a globalizar-se.

- A pesquisa e o treinamento científico-tecnológico das universidades dos países desenvolvidos, quase inteiramente sob a égide de programas de PeD financiados pelos estados nacionais, estão se tornando crescentemente internacionalizados, baseados fortemente nos programas de graduação nos PRIs para estudantes pós-graduados. Ao mesmo tempo, os cientistas e engenheiros altamente qualificados resultantes destes programas estão disponíveis para a inovação globalizada.

- As firmas de tecnologia globalizada de base científica estão crescentemente usando cientistas e engenheiros treinados, pelo menos parcialmente, nos PRI para promover suas atividades de inovação, nos países desenvolvidos e também neles próprios.

- A disponibilidade crescente de engenheiros e cientistas dos PRI treinados nos centros de inovação aumenta os incentivos para os estados dos PRI envolverem-se em estratégias agressivas de inovação nacionalista. Algumas destas estratégias de inovação desenvolveram-se de uma inovação endógena para empreendimentos globais. Consequentemente, elas são agressivamente nacionalistas

apenas no sentido de que elas usam força de trabalho de cientistas e engenheiros localmente desenvolvidos para obter uma parcela das rendas da inovação. Porém, alguns outros países buscam autênticas estratégias nacionais de inovação; estas são tentativas de pólos autônomos de inovação, competindo com inovadores globais já estabelecidos.

## O ESTADO, PRODUÇÃO DE CONHECIMENTO E UNIVERSIDADES.

A educação universitária cumpre um papel crucial em dois níveis do desenvolvimento e transferência de tecnologia: (a) Tem a capacidade de desenvolver as habilidades de produção e administração necessárias para organizar a nova tecnologia. Consequentemente, a educação universitária é importante para o processo de transferência de tecnologia naqueles países que usam e produzem tecnologia. (b) Com a ampliação das indústrias de base científica, a universidade é o lugar que pode combinar a pesquisa básica necessária para o avanço destas indústrias com o treinamento de pesquisadores e aplicadores de pesquisa para a indústria.

Em quase todas as sociedades, o papel institucional das universidades foi definido em um contexto histórico anterior. E em muitas, senão na maioria, as universidades foram organizadas mais em torno da formação de elites, do que da produção de novo conhecimento. Isto significa que o discurso na maioria das universidades tem centrado sobre o poder do estado e o tipo de conhecimento que serve para produzir e obter poder político nas burocracias do estado. Castells (1992), sugere que esta politização das universidades é inerentemente inconsistente com os tipos de atividade de produção de conhecimento necessários para complementar o desenvolvimento de uma economia da informação.

Alguns países desenvolveram sistemas universitários de acordo com outro modelo, aonde universidades tornaram-se centros de pesquisa objetivando o desenvolvimento de novas tecnologias para aperfeiçoar seus resultados agrícolas e industriais. Notadamente, na Alemanha e nos Estados Unidos, as universidades tornaram-se intimamente ligadas com as indústrias privadas - químicas na Alemanha e agricultura nos Estados Unidos. Pesquisas feitas nos *land grant colleges* Americanos, contribuíram significativamente para a produtividade agrícola, embora crescentemente tendente em favor das grandes corporações agrícolas, em detrimento dos pequenos fazendeiros (Hightower, 1967). Mais importante, este modelo germano-americano de universidade serviu, naqueles países, para unificar pesquisa e ensino em uma instituição, ligando ambos em um sistema de treinamento em inovação financiado pelo estado que não apenas produziu inovações com consequências para a economia, mas também produziu indivíduos altamente treinados que puderam ser empregados por empresas produtivas para produzir inovações no setor industrial.

Ao longo da industrialização da maioria dos países já industrializados e daqueles em desenvolvimento, este não tem sido o papel tradicional das universidades (Ben-David,

1977), nem talvez, é seu “papel natural”: “longe de ser um encontro natural”, observou Joseph Ben-David, “pesquisa e ensino podem ser organizados sob uma mesma estrutura apenas em circunstâncias específicas” (Ben-David, 1977, p. 94, citado por Schwartzman, 1984, p. 199-200). O desenvolvimento científico e tecnológico tem, em muitos países, se dado em grande parte fora das universidades, em empresas e institutos especializados de pesquisa, enquanto as universidades têm oferecido treinamento profissional e frequentemente não baseiam este treinamento em pesquisa científica. (Schwartzman, 1984).

Nos termos de Gordon, estas dificuldades são agravadas pela globalização da inovação em um economia mundial crescentemente baseada em conhecimento científico. Por outro lado, os estados nacionais são os principais investidores e administradores da educação e treinamento dos futuros inovadores/resolvedores de problemas tecnológicos, dedicados à criação de uma cultura “inovativa, de solução de problemas” através dos sistema de educação pública. Mais recentemente, esta responsabilidade tem sido definida em termos de competitividade nacional para racionalizar os altos níveis de gastos com a educação. Pode ser argumentado que na falta destas políticas nacionalistas, haverá sub-investimento em capital humano e consequentemente em pré-requisitos necessários para inovação mundial (Reich, 1991). Além disto, políticas estatais em nome da competitividade nacional são também necessárias para desenvolver a universidade de treinamento em pesquisa requisitada por Castells para promover sistemas nacionais de inovação consistentes com produção globalizada de alta tecnologia (Castells, 1992; veja também, Carnoy, 1992). Assim, criando solucionadores de problemas, a cultura científica é vista como crucial para o desenvolvimento capitalista nacional.

Por outro lado, conhecimento científico e inovação são crescentemente globalizados, majoritariamente em empreendimentos privados e redes de empreendimentos privados. Qualquer que seja a força de trabalho científica que a universidade produz, depende para o seu valor de uso, grandemente do sistema global de inovação. Por seu turno, a habilidade das universidades de produzir inovadores e solucionadores de problemas depende do acesso que as universidades têm às redes de inovação global. A principal maneira através da qual a força de trabalho científica dos países periféricos (em relação aos centros de inovação global) aumenta seu capital humano é participando em programas de pós-graduação em centros de inovação e lá ficando para trabalhar. Os centros de inovação, por sua vez, tem crescentemente confiado em cientistas e engenheiros importados para produzir novas tecnologias. Este processo distribui “globalmente” as habilidades de inovação pelo treinamento, de um grande número de engenheiros e cientistas da periferia, no conhecimento mais avançado disponível. Mas à medida em que eles trabalham em centros de inovação, concentra-se lá também a inovação e sua renda econômica.

Os países periféricos estão geralmente conscientes desta ligação, embora poucos a têm resolvido satisfa-

tóriamente. Lembrando-nos da observação de Gordon a respeito do generalizado desperdício destas estratégias nacionalistas e da análise de Ben-David sobre a provável falta de um “ajuste natural” entre as universidades e a inovação científica na grande maioria dos países, ainda parece que as estratégias nacionais mais coerentes para desenvolver sistemas de inovação têm sido: treinamento baseado em inovações nas universidades e estímulo à inovação em indústrias locais (embora não necessariamente indústrias de *propriedade* local). Eu mostrarei que os estados fazem isto de diferentes maneiras e, em diferentes graus, as várias estratégias parecem funcionar, à medida em que os componentes de treinamento e da indústria privadas estejam no devido lugar. Nos casos mais bem sucedidos, tais como a República da Korea, o resultado tem sido atrair força de trabalho científico de alto nível de volta dos centros de inovação para a periferia.

Mas mesmo quando os estados fazem um esforço para “nacionalizar” a inovação, (uma vez que os sistemas de inovação mais altamente desenvolvidos, incluindo as universidades de treinamento em pesquisa, estão localizadas nos países industrializados centrais), os estados periféricos desenvolvem esta nacionalização em um contexto de treinamento em pesquisa que é em si mesmo crescentemente internacionalizado. A estratégia coreana de usar as universidades norte-americanas para formar uma geração de PhD's para pesquisar e ensinar na Korea é um exemplo. Porém, a maioria dos países termina com um grande número de estudantes de pós-graduação nos Estados Unidos, Europa e Japão, sem um política consciente. Mais do que isto, é o estudante quem escolhe ir para o exterior, e as políticas nacionais apoiam a sua ida, porém sem qualquer plano específico indicando porque eles estão promovendo estudos nos estrangeiro. É nos países desenvolvidos que estes estudantes desenvolvem habilidades de alto nível em pesquisa e eles fazem isto engajando-se de fato em pesquisas, geralmente patrocinadas pelo governo. Por exemplo, as firmas privadas de base científica e as universidades norte-americanas têm passado a confiar crescentemente em estudantes estrangeiros (ou nascidos no estrangeiro) dos programas de pós-graduação, para fazer pesquisa científica e treinar as futuras gerações de cientistas e engenheiros norte-americanos. Esta incorporação das habilidades científicas e de engenharia mundiais nos centros de PeD é provavelmente uma característica tão dominante da inovação globalizada quanto o é a difusão do processo de inovação em si mesmo, do centro para a periferia.

### **A INTERNACIONALIZAÇÃO DA EDUCAÇÃO SUPERIOR EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA.**

A revolução da informação tem tido dois efeitos principais sobre a produção de força de trabalho científica de alto nível: primeiro, as universidades nos países asiáticos recentemente industrializados estão provocando uma rápida e crescente distribuição dos cientistas naturais, cientistas da computação e engenheiros, criando um incentivo para or-

ganizações de produção do conhecimento nos centros de inovação. Seja para importar cientistas e engenheiros nascidos no estrangeiro treinados nestes países recentemente industrializados ou para exportar trabalho de PeD para o novo supridor de força de trabalho nos países recentemente industrializados.

Em segundo lugar, as universidades nos centros de inovação, sempre relativamente internacionalizadas, uma vez que o pensamento científico por natureza é uma atividade global difícil de conter no interior de fronteiras nacionais), têm se tornado ainda mais internacionalizadas. Altíssima proporção de estudantes de pós-graduação em ciência e engenharia nos países desenvolvidos são cidadãos estrangeiros. Eles não estudam apenas para os níveis de pós-graduação, mas também como parte do seu treinamento, fazem bastante da pesquisa científica básica desenvolvida pelas universidades. Mais do que isto, um número crescente de cidadãos estrangeiros pós-graduados em ciências naturais e engenharia (CN&E) ficam no país aonde fazem a pós-graduação para trabalhar em pesquisa nas indústrias privadas ou assumir trabalhos de pesquisa e ensino nas próprias universidades.

Porque iriam os estados nacionais na periferia da inovação globalizada produzir um grande número de engenheiros e cientistas naturais (CN&E) treinados nas universidades, quando os melhores dentre eles provavelmente emigrarão?

Primeiro, estes estados estão aparentemente convencidos de que a maior parte destes CN&E voltará ao país de origem para iniciar uma indústria doméstica de base científica. Na versão da Índia ou de Singapura sobre esta visão, a existência de um grande concerto de trabalho de CN&E supostamente estimula a formação de indústrias locais baseadas em CN&E, sejam elas domésticas ou de propriedade estrangeira.

Em segundo lugar, a maioria dos estados nacionais comprou, na nova ideologia global, a idéia de que para tornar-se parte da economia mundial da informação são requeridos deles investimentos pesados nas habilidades matemáticas e científicas de suas novas gerações. Aqueles países com mais cientistas e engenheiros e cujos alunos alcançam escores superiores em testes internacionais de matemática e ciência, serão provavelmente os vencedores nesta recentemente definida competição econômica mundial.

### ***Força de trabalho científica e a periferia dos sistemas de inovação.***

A maioria dos engenheiros e cientistas do mundo obtêm sua formação nos EUA, na Europa Ocidental e no Japão. Mas esta situação está mudando rapidamente. Em 1980, por exemplo, 71,87% dos graduados em NSE obtiveram sua graduação naquelas 3 regiões. Apenas 28,13% obtiveram sua graduação na Ásia, excluindo o Japão. Em 1992, estas proporções tinham mudado e assim 43,64% tinham obtido sua graduação em universidades asiáticas não-japonesas [adaptado da tabela 1, pelo tradutor].

A ascensão dos países asiáticos recentemente industrializados como área de treinamento para força de traba-

lho científica é primariamente o resultado do grande incremento de graduados em CN&E na China, Índia, Korea do Sul e Taiwan. Com uma população combinada de mais de 2 bilhões de pessoas, a expansão de qualquer tipo de programa universitário nestes países tem um efeito significativo no suprimento mundial de graduados naqueles campos. O crescimento anual de graduados em CN&E em 1975-1992 foi 9% na Korea, 6% na China, e 3% na Índia, comparados com 4,5% na Europa, 2% no Japão e 0,8% negativos nos EUA. Já em 1992, com 120.000 graduados em engenharia, a China estava produzindo anualmente mais engenheiros que a Europa (NSF 1996b Capítulo 2), e tantos quanto os EUA.

A "qualidade" dos graduados em CN&E produzidos pelas universidades dos países recentemente industrializados varia muito. Os graduados podem, em média, não ser tão inovadores ou altamente habilidosos para solução de problemas complexos como nos países desenvolvidos (em grande parte porque eles estão menos expostos às oportunidades de PeD se comparados aos graduados dos países desenvolvidos). Ainda assim os números absolutos sendo produzidos nos países asiáticos recentemente industrializados estão tendo sua influência sobre a inovação global.

A educação pós-graduada tem também crescido rapidamente nas últimas duas décadas, embora ainda muito aquém dos Estados Unidos e Europa. Em 1992, toda a Europa (excluída a antiga União Soviética) produziu 25.000 doutorados em CN&E, os Estados Unidos 18.000 e o Japão cerca de 4.000 (NSF, 1996b, apêndice Tabela 3). Os doutorados em CN&E nos países asiáticos recentemente industrializados cresceram de 3.250 (excluída a China) para cerca de 7.000 (dos quais 1.300 na China), entre 1980 e 1992 (NSF, 1993, Tabela A-7; NSF, 1996b, apêndice Tabela 3).

Apesar disto, os pós-graduados produzidos nos países asiáticos recentemente industrializados representam apenas parte das contribuições destes países para o suprimento da força de trabalho de alto nível em CN&E. Outros 5.200 doutorados em CN&E nas universidades dos Estados Unidos foram obtidos em 1993 por estudantes dos países asiáticos recentemente industrializados (NSF, 1996b, Tabela 2-34). Isto representou quase 30 por cento do total de doutorados obtidos em ciências naturais, ciências da computação, e engenharia nas universidades norte-americanas em 1993 (NSF, 1996b, Tabela 2-29). Dos 2.500 doutorados em CN&E produzidos nas universidades japonesas em 1993, 1.000 ou 40 por cento eram de estudantes estrangeiros, quase todos dos países asiáticos recentemente industrializados (NSF, 1996b, Tabela 2-33).

### ***Força de trabalho científica de cidadãos estrangeiros nos EUA e em outros centros de inovação tecnológica.***

A Tabela 1 mostra que, em grande parte por razões demográficas mas parcialmente porque as carreiras em CN&E têm parado de crescer em popularidade, o número

de graduados em CN&E nas universidades dos Estados Unidos decaiu entre os anos 1975 e o início dos anos 1990. Como consequência, a proporção dos estudantes estrangeiros que se graduaram em ciências naturais, matemática e ciências da computação e engenharia (CN&E graduados) nas universidades norte-americanas cresceu rapidamente nos últimos 20 anos: de 3,6 por cento para 5,4 por cento do total de graduados, porém permaneceu pequeno.

Este não é o caso para os graus avançados. Um terço de todos os estudantes de pós-graduação em engenharia nas universidades dos Estados Unidos em 1994 eram estrangeiros, comparados com 27 por cento em 1985. A percentagem de graus de mestre obtidos por estudantes estrangeiros em ciências naturais, matemática e ciências da computação e engenharia pulou de 15,4 por cento em 1977 para 30,9 por cento em 1993. O maior salto foi em matemática e ciências da computação, de 10 por cento para 34 por cento. A proporção de graus de doutor obtidos por estudantes estrangeiros nestas três áreas de estudo pulou de 18,5 por cento em 1977 para 38,5 por cento em 1993. Em 1993, 45 por cento dos PhD em matemática e ciências da computação e mais da metade dos PhD em engenharia concedidos nas universidades dos Estados Unidos foram obtidos por estudantes estrangeiros, 70 por cento dos quais eram da Ásia em 1993 (NSF, 1996b, Apêndice Tabela 2-29). Estes números eram comparáveis em vários outros países desenvolvidos. Por exemplo, em 1992, 40 por cento dos PhD em engenharia na França foram para estudantes estrangeiros; no Reino Unido, 50 por cento dos PhD em engenharia foram concedidos para estudantes estrangeiros; e no Japão, 40 por cento dos PhD em ciências naturais e em engenharia, quando esta proporção era de 9 por cento em 1983. Em contraste, a Alemanha concedeu apenas 12 por cento dos seus graus de engenharia para estudantes estrangeiros em 1992 (NSF, 1996b, Apêndice Tabela 2-33).

A educação pós-graduada em CN&E nos Estados Unidos, no Reino Unido, na França e no Japão é, por consequência crescentemente, um domínio de estudantes estrangeiros. Isto representa a internacionalização de muitas universidades de países industrializados. Mais do que isto, esta internacionalização corresponde, muito de perto, ao crescimento de PeD nestas universidades e nas necessidades de pessoal qualificado em PeD pelas indústrias privadas dos países desenvolvidos.

O rápido crescimento da proporção de mestres nascidos no estrangeiro e especialmente de programas de doutorado em ciências naturais, ciências da computação e engenharia nos Estados Unidos, Reino Unido, Japão e França é dirigido por 2 fatores: O primeiro é salário relativamente alto para os cidadãos destes países graduados nestes campos. Um cidadão dos Estados Unidos com o grau de B. S. em engenharia ou ciência da computação de uma universidade dos Estados Unidos alcança um salário relativamente bom na indústria. Adquirir um PhD em engenharia ou ciências naturais tem um retorno relativamente baixo porque é essencialmente uma qualificação de pesquisa. O segundo é

que a demanda por estudantes com graus avançados em ciências e engenharia é em grande parte função da aplicação de fundos federais para pesquisa básica nas universidades e não da demanda por portadores de graus avançados no mercado de trabalho (Massey e Goldman, 1955).

Portanto, existe uma demanda exógena para estudantes que é independente do mercado de trabalho para graduados destes programas. Para preencher trabalhos de pesquisa universitária, os departamentos de ciências naturais e engenharia nos países desenvolvidos são compelidos a procurar estudantes de pós-graduação os quais têm renda muito inferior à renda dos cidadãos graduados do próprio país e que podem encontrar trabalho na indústria com salários altos. Os estudantes estrangeiros dos países asiáticos recentemente industrializados, graduados, preenchem a vaga. Sua renda alternativa é relativamente baixa, eles têm preparação relativamente boa em matemática e ciência, e eles têm interesse em vir para as universidades dos países desenvolvidos com a esperança de ou ficar para trabalhar no país desenvolvido ou, de posse de um grau avançado obtido em país desenvolvido, encontrar no seu país de origem um trabalho de pesquisa bem pago, prestigiado, ou interessante. Quanto mais improvável o último, mais provável o portador do grau avançado vai tentar ficar no país desenvolvido. Estudantes de pós-graduação da PRC e Índia são os que têm maior probabilidade de ficar trabalhando nos EUA.

O crescente número de graduados com graus avançados provenientes dos países asiáticos recentemente industrializados, nos países desenvolvidos, é consequentemente um "casamento feliz" entre indivíduos procurando um caminho no mercado de trabalho dos países desenvolvidos e as necessidades de assistentes de pesquisa na pesquisa universitária e, mais recentemente, de professores e pesquisadores maduros.

Como um efeito colateral, a presença de tantos asiáticos de países recentemente industrializados, portadores de graus avançados nos EUA, por exemplo, tem contribuído para o aumento do número de engenheiros e cientistas estrangeiros trabalhando nas indústrias de alta tecnologia. Um estudo sugere que a proporção de profissionais e administradores estrangeiros de origem asiática com graduação ou educação pós-graduada empregados na indústria eletrônica da região de São Francisco Bay aumentou de 12 por cento dos empregados com a mesma condição para 27 por cento, em 1990 (Carnoy e Cong, 1996). Esta tem sido, consequentemente, a maior fonte de trabalho de estrangeiros capacitados em CN&E na indústria de alta tecnologia dos EUA, uma vez que as firmas de alta tecnologia são líderes na luta por desobstaculizar a imigração direta de engenheiros e cientistas de computadores, particularmente da Ásia e da Europa (Carnoy, Castells e Benner, 1997).

Apesar destas tendências gerais, uma diminuição dos recursos federais para pesquisa básica nos EUA, combinada com a demanda crescente de profissionais em países como a Coreia, tem produzido um declínio relativo de Asiáticos portadores de graus avançados ficando nos EUA para tra-

balhar. Para que esta contra tendência continue, a PeD na Ásia e outros PRIs, terá de se desenvolver mais rapidamente do que nos EUA e o pagamento pelo trabalho deverá ser atraente o suficiente para atrair os pós-graduados de volta para seu países.

## **INOVAÇÃO GLOBALIZADA E UNIVERSIDADES NACIONAIS**

A expansão ao nível universitário da educação em CN&E nos países – especialmente nos asiáticos – tem coincidido com esforços destes países para obter uma parcela das rendas de inovação no mercado global para a tecnologia da informação e da comunicação. Em todos estes países, o Estado é um participante fundamental nesta busca por renda, e em um grau ou outro, a habilidade do Estado em transformar as universidades nos sistemas locais de inovação é um fator de sucesso importante.

Três tipos de estratégias têm emergido entre os países “menos desenvolvidos” para integrar sua educação superior no sistema de inovação global. A primeira é a estratégia Coreana, a segunda a Brasileira e a terceira a de Singapura. Nas duas primeiras, o Estado nacional persegue a produção do conhecimento e usa estratégias que são mercantilistas e em desacordo com a chamada de Gordon para a cooperação intersticial na valorização da inovação global. O modelo de Singapura é mais consistente com a estratégia de ligar trabalhadores educados nacionalmente em ciência no sistema privado de inovação globalizada. Todas as 3 estratégias porém, têm sido bem sucedidas em atrair de volta dos programas pós graduação dos países desenvolvidos, profissionais engenheiros e cientistas de alta qualificação.

### ***A República da Korea.***

Começando no início dos anos 1960, a Korea conscientemente perseguiu uma estratégia de substituição de conhecimento importado que simultaneamente expandiu a PeD nas firmas Koreanas privadas e o treinamento de cientistas e engenheiros nas Universidades. Esta estratégia foi principalmente baseada na cópia e adaptação de tecnologia existente, e inicialmente incluiu a atração de firmas estrangeiras para montagem na Korea. Também incluiu o envio de grande número de estudantes de pós-graduação, financiados pelo governo, para os EUA. Estes estudantes treinados nos EUA formaram o staff dos pesquisadores e professores dos centros de pesquisa e cursos de pós-graduação na Korea. Ao final desta primeira fase de desenvolvimento (substituição de importações), o relativamente pequeno esforço de PeD estava concentrado nos institutos de pesquisa criados pelo governo para auxiliar a indústria a desenvolver sua capacidade de copiar e exportar. 84% da PeD foi desenvolvida nestes institutos e apenas 13% nas firmas. O crescimento da PeD se deu em grande parte devido ao crescimento do setor privado, ao ponto de que, em 1985, 80% da PeD era financiado pelo setor privado e as firmas assumiram 65% de toda a PeD. Os institutos de pesquisa ainda produziram

cerca de 1/4 da PeD ao final dos anos 1980 (Lee, in Altbach et. al., 1989). Nos anos 1980 portanto, a Korea era capaz de suprir a maior parte dos esforços em PeD com pós-graduados das Universidades Koreanas e dos institutos de pesquisa.

Hoje, o desenvolvimento e aquisição de tecnologia na Korea é dirigido em grande parte por firmas de PeD. A maioria desta PeD é informal, à medida em que as firmas Koreanas importam capital e assistência técnica para instalar a PeD, aprendem como usá-las, aprendem a expandir mais os equipamentos de capital, aprendem a produzir os equipamentos de capital e então o exportam para outros. Este processo é guiado por grandes incentivos financeiros do Estado, para atravessar cada estágio. É também facilitado pela proteção de mercado, pelo controle estatal do setor bancário e pelo desenvolvimento consciente de grandes conglomerados que têm capital e podem suportar os riscos de desenvolver novos produtos e mover-se para os mercados de exportação. A PeD formal é desenvolvida e facilitada pelo mesmo sistema, financeira e estrategicamente controlada desde cima pelo Estado desenvolvimentista.

As universidades Koreanas cumprem um papel muito menor do que as firmas e institutos, no que respeita aos sistemas de inovação. A proporção de gastos das universidades com Pe D nunca excedeu 13% e elas têm empregado aproximadamente 34-40% dos engenheiros e cientistas, principalmente no ensino. O principal papel das universidades no sistema de inovação Coreano é treinar um grande número de engenheiros e cientistas. Nos anos em que as matrículas no ensino superior foram freadas pelo governo (1961-1970) e a matrícula total nas universidades cresceu apenas 3.6% ao ano, as matrículas em engenharia cresceram 11% e em ciências naturais 8.3%. Durante o período de expansão da universidade, entre 1973-1984, as matrículas em engenharia e ciências naturais se mantiveram com o crescimento geral de 14% ao ano. No período (1985-1989) de aguda diminuição das matrículas em geral (2.3% anualmente), a engenharia ainda liderava o crescimento (3.3%). Em 1962, haviam 15.000 estudantes de engenharia e 7.700 estudantes de ciências naturais matriculados; em 1989, os dados eram 228.000 estudantes de engenharia e 90.000 em ciências naturais. Isto representou cerca de 31% do total de matrícula nas universidades. Dos 31.500 engenheiros pós-graduados em 1989 (eram 3.500, apenas, 20 anos antes), quase 1/3 estava especializado em equipamento e maquinária elétrica e eletrônica, (eram menos de 1/5 no início dos anos 1970).

O número de Koreanos cursando pós-graduação em CN&E tem também se acelerado: em 1980, apenas 87 Koreanos obtiveram doutorados em CN&E. 10 anos depois este número cresceu 10 vezes, para 848. (NSF, 1966b, Tabela 2-34). Ao mesmo tempo, a proporção de doutores Koreanos em CN&E pretendendo ficar para trabalhar nos EUA caiu de 51% para 23% (tabela 2-34). Juntamente com os pós-graduados Japoneses, os Koreanos são entre os Asiáticos treinados nos EUA, os com menor possibilidade de ficar e trabalhar.

A explicação de fundo é que a Korea foi bem sucedida em desenvolver níveis relativamente altos de capacidade de inovação com uma agressiva estratégia nacional de aquisição de conhecimento, baseada parcialmente na internacionalização de seu sistema universitário para incluir a formação, nas universidades norte americanas, de um número significativo de engenheiros e cientistas de graus avançados. Muitos dos pós-graduados retornaram à Korea para ensinar a próxima geração de estudantes de ciência os quais forneceram os quadros para o rápido crescimento dos trabalhos de PeD na indústria privada Koreana. A Korea continua a enviar estudantes para cursar graus avançados em CN&E nos EUA e Japão e, de acordo com os dados que obtivemos, uma proporção crescente retorna para trabalhar na Korea. A combinação de apoio estatal para a PeD nas indústria e para o desenvolvimento de pessoal treinado no exterior para as universidades, fez esta estratégia bem sucedida.

Poderia ser argumentado que tudo isto começou bem antes da globalização da inovação e conseqüentemente não teria valor para hoje. A indústria Koreana teria muito mais dificuldades em fazer parte das atuais caras taxas para ingresso nas redes de inovação. Poderia ser argumentado que as diferenças das oportunidades de inovação entre países têm crescido e conseqüentemente os Koreanos treinados nos EUA teriam menos possibilidades de retornar à Korea, onde a política de substituição de conhecimento importado começa nos anos 1990.

Estes são argumentos persuasivos. Brasil, um exemplo tardio, sugere os prós e contras das políticas de substituição de conhecimento importado no atual ambiente. Singapura, um outro exemplo, sugere uma terceira estratégia, a qual pode ser mais consistente com a atual rede globalizada.

### **Brasil.**

O Brasil tem uma longa historia de industrialização para substituição de importações (anterior a proteção tarifária) quando começou, em meados dos anos 1970, uma estratégia de substituição da importação de conhecimentos na indústria de computadores. Como a Korea, o Brasil enviou estudantes de pós-graduação em CN&E para universidades nos países altamente desenvolvidos (principalmente nos EUA, França e Alemanha), nos anos 1960 e 1970. Mas o Brasil diferiu da Korea em aspectos importantes. O Brasil promoveu rápido crescimento econômico (por um longo período de tempo = 20 anos) sem uma concomitante expansão rápida dos cientistas e engenheiros treinados nas universidades. O crescimento brasileiro foi principalmente baseado na substituição de importações para vendas domésticas e, embora a indústria brasileira tenha aumentado seu posição de exportadora nos anos 1970, foi incapaz de continuar este crescimento nos anos 1980. Parcialmente porque seu limite de competição era pequeno e porque a qualidade da maioria dos produtos brasileiros não era internacionalmente competitiva. A falta de administração e trabalho de alta qualidade é parte do problema brasileiro enquanto a disponibilidade de trabalho de qualidade é uma parte im-

portante do sucesso Koreano (Amsden, 1989, Capítulo 8).

Assim, diferentemente da Korea, onde, a partir de meados e final dos anos 1970, havia já amplas oportunidades para engenheiros e cientistas Koreanos engajarem-se em PeD, no Brasil, os pós-graduados retornando das universidades e treinamentos em países inovadores centrais (tais como os EUA), não podiam encontrar trabalho em PeD nas firmas domésticas. Os retornados formaram um agrupamento tecnológico frustrado que queria viver e trabalhar em PeD no Brasil. Isto não lhes era possível nas 2 firmas estrangeiras produtoras de computadores no Brasil nem nas demais firmas locais, as quais operavam com PeD de forma muito limitada. Os cientistas e engenheiros juntaram forças com os militares brasileiros para criar uma estratégia para desenvolver uma indústria de hardware e software de computadores, empregando brasileiros em atividades intensivas de PeD.

Esta política de desenvolvimento tecnológico em eletrônica ajudou a criar uma das maiores indústrias de computadores do mundo em desenvolvimento. Ao final dos anos 1980, o componente doméstico das vendas brasileiras de computadores – quase exclusivamente computadores pessoais – foi maior do que o componente estrangeiro (principalmente IBM e Burroughs). Em 1990, havia mais de 100 firmas brasileiras de computadores e componentes. Elas empregavam mais de 80% dos engenheiros eletricitistas trabalhando na indústria de computadores como um todo. Uma alta percentagem destas firmas brasileiras eram ativas em PeD (Evans, 1986; Carnoy, 1991).

A política de reserva de mercado que criou esta indústria eletrônica doméstica é altamente controversa. Basicamente porque não foi capaz de produzir uma indústria eletrônica de computadores competitiva internacionalmente, como aconteceu na Korea. Porém, ela foi bem sucedida no desenvolvimento de extensa capacitação em hardware e software, usando engenheiros locais e empresários de computadores (Evans, 1986). De fato, o governo brasileiro, desde 1970 sob pressão dos tecnocratas e cientistas locais apoiados pelos militares brasileiros, reservou o mercado de minicomputadores e computadores pessoais para firmas que eram majoritária ou inteiramente brasileiras. A IBM recusou (como faz em todos os países) uma joint-venture com estas firmas brasileiras. A IBM permaneceu como a principal produtora de grandes computadores no Brasil (montados domesticamente, com partes importadas). Esta política foi bem sucedida num sentido: protegendo os produtores domésticos de computadores pessoais contra a competição estrangeira, permitiu àqueles desenvolver competência técnica para produzir um largo espectro de software e componentes de computador (os chips ainda são importados).

Os críticos desta política argumentam que ela provocou um retrocesso na capacidade de competição internacional das demais indústrias brasileiras à medida em que elas tinham que comprar produtos domésticos que eram caros e distantes do “estado da arte”. Porém os proponentes da política argumentam que, sem ela, o Brasil não teria desen-

volvido a competência em eletrônica e em PeD que tem. Um grande número de engenheiros e cientistas foram empregados nesta indústria e ela cresceu para tornar-se um dos mais importantes setores de PeD no Brasil. Entre 1985 e 1988, 90 das 366 firmas brasileiras ativas em PeD, eram de eletrônica (Dahlman e Frischtack, 1990, tabela 2.3). Mesmo que a proteção tarifária possa ter levado à criação de muitas pequenas empresas que não alcançaram as suas melhores práticas produtivas porque elas estavam protegidas contra a competição, as atuais políticas de redução tarifária têm sacudido a indústria e permitido que alguns produtores locais, capazes de competir com importados capturem uma maior porção do mercado em certos nichos. O Brasil é atualmente o maior produtor de software na América Latina.

Apesar de seu brilho localizado em PeD, em especial com relação a aeronaves, equipamentos de telefonia e tecnologia da informação, a economia brasileira está longe de ser orientada para a inovação, se comparada à da Korea. Um importante fator deste atraso brasileiro são as deficientes qualidades de seu sistema de educação primária e secundária e a relativamente estreita base de educação superior de qualidade capaz de produzir quadros de engenheiros e cientistas. Apenas agora, ao final dos anos 1990, que o estado brasileiro começou a enfrentar este problema. Assim, longe de perseguir uma agressiva política de inovação na frente educacional, correspondente à sua precoce política de reserva de mercado, o estado brasileiro se retraiu.

Em meados de 1960, havia apenas 10.000 estudantes universitários no Brasil (2 % do coorte da idade). Quase todos frequentando as universidades públicas federais. Em 1988, havia 1.5 milhão de estudantes de ensino superior. Destes, 450 mil estavam nas universidades públicas, implicando em um crescimento de 5 vezes, daquela parte do sistema, em uma geração. Ainda, 2/3 de todos os estudantes de nível superior em 1988 frequentavam universidades ou faculdades privadas (920 mil estudantes), a maioria deles nos 3 estados mais industrializados – São Paulo, Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul – onde este grau tem maior valorização. O fenomenal crescimento deste sistema privado foi estimulado pelas bolsas estatais subsidiadas para estudantes (num país com altas taxas de inflação, estas bolsas tinham taxas de juro negativas). Embora de menor custo, neste sentido, mais “eficientes”, estas universidades empregavam cerca de 60 mil professores mal qualificados lecionando em várias instituições. Ao mesmo tempo, elas são de baixa capacidade e incapazes de desenvolver uma base científica e de engenharia para o progresso tecnológico.

Apesar de tudo, os programas de pós-graduação se expandiram rapidamente nos anos 1970 e 1980, de 57 para 300 programas de doutorado entre 1970 e 1985 e 800 programas de mestrado em 1985. Combinados, eles graduam 5.000 estudantes por ano. Os mais qualificados destes programas não são apenas baseados em pesquisa, eles produzem também bons professores e pesquisadores. O problema, como mencionado acima, é que o Brasil produz relati-

vamente poucos engenheiros e cientistas e poucos dos pesquisadores estão nas áreas de ciências físicas e engenharia. A falha do sistema universitário em produzir um número suficiente de engenheiros e cientistas qualificados (comparado com os PRI asiáticos) é identificada como um dos principais obstáculos para a modernização e aperfeiçoamento tecnológico do país (Dahlman e Frischtak, p. 20).

A produção limitada é uma explicação para o relativamente baixo número de graus avançados obtidos por brasileiros em CN&E, nos EUA. Em 1980, 92 brasileiros obtiveram doutorado em CN&E, mais do que os Koreanos. Em 1992, este número tinha crescido para apenas 110, um oitavo do número obtido pelos Koreanos. Durante este período, a pós-graduação brasileira tinha se expandido e, devido à crise econômica, os fundos para bolsas de estudo no estrangeiro tinham diminuído. Porém, na Korea, também a pós-graduação se expandiu e os fundos para estudo no estrangeiro subiram pouco.

No entanto, a política de reserva de mercado e a relativa escassez de pós-graduados bem qualificados em CN&E para preencher os postos universitários tem aparentemente contribuído para a muito baixa proporção de brasileiros treinados nesta área e que pretendem ficar nos EUA. Em 1980, apenas 1 dos 92 doutores em CN&E tinha planos firmes para ficar nos EUA. Em 1992, a proporção destes tinha aumentado, mas para apenas 12%. (NSF, 1996b, Tabela 2-34).

Assim, o esforço brasileiro para construir um sistema nacional de inovação foi razoavelmente bem sucedido nas indústrias especificamente influenciadas pela política do governo. Adicionalmente, porque o estado nacional não se engajou nem na expansão da base educacional de CN&E, nem expandiu o seu uso do treinamento internacional de trabalho em CN&E, este esforço não se espalhou para outras indústrias. Teve, conseqüentemente, muito menos impacto do que as políticas estatais de promoção da inovação na Korea. Foi este o resultado da falha brasileira em cooperar intersticialmente para participar integralmente no sistema global de inovação? Apenas parcialmente. Sem uma mais rápida expansão da educação superior doméstica em CN&E, é difícil imaginar muitos brasileiros obtendo treinamento pós-graduado em CN&E no exterior. Uma política nacionalista mais agressiva para desenvolver as indústrias brasileiras de alta tecnologia, onde o estado investisse mais em educação matemática, científica e de engenharia, poderia ter produzido mais sucesso.

### *Singapore.*

O processo de desenvolver o sistema de inovação em Singapura seguiu estratégias estatais anteriores, em industrialização e diversificação. Neste caso, o governo estabeleceu prioridades em 6 áreas chave: tecnologia da informação, biotecnologia, robótica e inteligência artificial, microeletrônica, tecnologia do laser e eletro-ótica e tecnologia da comunicação. Através do seu escritório para o desenvolvimento econômico, foram criados, perto da universidade,

o Parque Científico e o Instituto Tecnológico que tornou-se o centro da PeD industrial em Singapura. O governo proporcionou ao parque científico o mesmo tipo de infraestrutura que tinha proporcionado aos parques industriais destinados a atrair investimentos estrangeiros. O Conselho de Ciências de Singapura, o qual supervisiona os esforços de PeD, está encarregado de coordenar e encorajar projetos de pesquisa conjuntos entre a Universidade Nacional de Singapura/Instituto Nacional de Tecnologia e o setor empresarial de negócios. Mesmo nos meados dos anos 1980 havia projetos em desenvolvimento envolvendo genética de plantas, visão robótica e tecnologia marinha (Conselho de Ciências de Singapura, 1986, p. 8).

A segunda parte da estratégia, voltada para as firmas (embora cobrindo também as universidades), envolve um largo espectro de incentivos para PeD, incluindo dedução dupla em despesas de PeD por um período de até 5 anos e 3 esquemas de bolsas, um esquema de assistência financeira em PeD para firmas privadas e públicas e universidades (RDAS), um esquema de assistência para processos e produtos locais inovadores (PDAS), e um programa inicial de assistência para investimentos em novas tecnologias (INTECH). O governo também estabeleceu um fundo de capital de risco.

A terceira parte da estratégia de PeD são as atividades de algumas firmas inteiramente públicas, notadamente a Singapore Technology Corporation, mais conhecida por seus produtos militares, em transição para microeletrônica, automação industrial e serviços de computação; a Singapore Aircraft Industries, uma firma aeroespacial ligada às forças armadas de Singapura, mas também mudando para atividades comerciais, particularmente para desenvolvimento de software, e a Telecom - Telecommunication Authority of Singapore - a qual está desenvolvendo novas maneiras de aperfeiçoar seus já altamente avançados sistemas de telecomunicação (Castells, Lee, and Yin-Wang, 1980).

Os principais institutos de pesquisas em Singapura são a universidade e o Nanyang Technological Institute (NTI), e eles estão muito mais intimamente ligados com a indústria do que a pesquisa universitária está na Korea e no Brasil. A universidade está também enfatizando grandemente a integração entre a pesquisa e o treinamento ao nível da graduação, como no Microelectronics Laboratory do departamento de engenharia elétrica da Universidade Nacional de Singapura (NUS), o qual treina estudantes em projetos de concepção e fabricação de circuitos integrados. Também o Institute of Molecular and Cell Biology na Universidade Nacional de Singapura, o qual desenvolve pesquisa original em biotecnologia, treina estudantes pós-graduados, auxilia indústrias estrangeiras de biotecnologia estabelecidas em Singapura, e engaja-se em joint ventures com indústrias, para aplicações em biotecnologia. Ainda, o Institute of Systems Science (ISS), o qual começou em 1981 na NUS como programa de parceria de 4 anos com a IBM para treinamento e pesquisa aplicada de alto nível em computação. Este programa foi ampliado para mais 4 anos em 1985. Esta segun-

da fase foi planejada para estabelecer uma capacitação em PeD no ISS objetivando servir à indústria de tecnologia da informação de Singapura.

Tudo isto sugere um sistema de inovação muito mais estreitamente integrado do que em outros países em desenvolvimento, com um potencial de grandes fundos governamentais e uma pronta disponibilidade de engenheiros e cientistas altamente treinados, com mais base de pesquisa do que seus parceiros em outros PRIs, com boas razões: devido ao seu pequeno mercado interno, Singapura tem que transformar-se numa plataforma de exportação de PeD, confiando principalmente nas firmas globalizadas para usar a força de trabalho científica e a infraestrutura de pesquisa universitária de Singapura para parte de sua produção global de inovação. Dois exemplos são: A Phillips e a Hewlett-Packard Singapore. Todos os áudio-equipamentos Phillips produzidos em Singapura são projetados, desenvolvidos e testados por engenheiros de Singapura; os engenheiros da fábrica Hewlett-Packard Singapore projetam os teclados de todas as operações da H-P ao redor do mundo.

Singapura não expandiu suas duas "universidades" (NUS e NTI) nos anos 1970, mas com o programa de reestruturação industrial dos anos 1980 a educação de terceiro grau se expandiu rapidamente. A maior parte desta expansão não ocorreu nas universidades mas nos colégios técnicos; no entanto, a NUS e o NTI também se expandiram, especialmente a faculdade de engenharia da NUS. Os 8.500 estudantes da NUS em 1979 tornaram-se 14.200 em 1986 (embora a maior parte deste crescimento tenha ocorrido fora das áreas de ciência e engenharia). O número total de estudantes cresceu de 25.000 em 1980 para quase 60.000 em 1987, um crescimento excepcional de 13,5% anuais, mais rápido do que os 12% Koreanos, os 10% da República Popular da China e muito mais rápido do que Brasil e México. O crescimento de Singapura, mais do que tudo, veio dos gastos públicos (Fong and Gopinathan, in Altbach et al., 1989).

Consequentemente, da mesma forma que no sistema Koreano, a educação universitária de Singapura sente a mão diretora forte dos planos e estratégias governamentais, mais forte mesmo que na Korea, devido ao caráter inteiramente público do sistema. O sistema é também muito ligado à indústria e em Singapura, ela tende a ser de propriedade estrangeira.

## ALGUMAS CONCLUSÕES.

O trabalho de Richard Gordon nos ajuda a entender que a globalização da inovação não diminui a competição entre estados, mas de fato torna mais difícil para os estados exercerem influência sobre a distribuição dos ganhos da inovação. Mesmo assim, não impede os estados de continuarem tentando. Gordon argumenta que eles poderiam ser mais bem sucedidos se eles cooperassem, mais do que competissem. Eu argumento que, pretendam eles ou não, os

estados cooperam mesmo quando eles estão competindo para expandir seu espaço econômico individual. A cooperação ocorre através do movimento pervasivo de ida e volta, dos estudantes e pós-graduados em ciência e engenharia, das economias menos inovativas para as economias mais inovativas, geralmente financiados direta ou indiretamente com fundos públicos. O dinheiro público em países competindo para alcançar ganhos da inovação financia principalmente os estudantes que buscam sua graduação no país de origem. Mas ele também auxilia grandemente a financiar muitos que vão aos centros de inovação para etapas avançadas de formação. O dinheiro público, nos centros de inovação, financia a pesquisa universitária e por sua vez, financia estudantes de pós-graduação fazendo pesquisa. Um crescente número destes estudantes é dos "esperançosos" competidores dos PRIs.

Quando os estudantes estrangeiros ficam num cen-

tro de inovação, os estados estão implicitamente "cooperando" para financiar a inovação continuada em países que podem oferecer treinamentos mais avançados; quando estes pós-graduados retornam para os países menos avançados em inovação, os estados estão implicitamente "cooperando" para financiar as tentativas destes países para obter maiores parcelas dos ganhos da inovação. Os pós-graduados, treinados pelas universidades dos países desenvolvidos, em grande parte às expensas dos estados desenvolvidos e algumas vezes treinados como empregados em firmas de alta tecnologia dos países desenvolvidos, são os mais importantes recursos dentre os esforços para iniciar a inovação em PRIs. Eles também formam uma força política para a promoção de centros nacionais de inovação, como mostra o caso brasileiro. Assim, a competição intersticial provoca a cooperação e a cooperação intersticial também pode provocar a competição.

### Referências bibliográficas

- Amsden, Alice (1989). *Asia's Next Giant*. New York: Oxford University Press.
- Ben-David, Joseph (1977). *Centers of Learning: Britain, France, Germany, United States*. New York: McGraw Hill.
- Carnoy, Martin (1992). "Universities, Technological Change, and Training in the Information Age", World Bank, PHREE, January (processed).
- Carnoy, Martin and Gong, Weimin (1996). "Women and minority gains in a rapidly changing labor market: The San Francisco Bay Area in the 1980s." *Economics of Education Review*, 15, 3:273-287.
- Carnoy, Marin, Castells, Manuel, and Benner, Chris (1997). "Labor markets and employment practices in the age of flexibility: A case study of Silicon Valley", *International Labour Review*, 136, 1 (Spring): 27-48.
- Castells, Manuel (1991). *Four Asian Tigers with a Dragon Head: A Comparative Analysis of the State, Economy, and Society in the Asian Pacific Rim*. Madrid: Instituto Universitario de Sociología de Nuevas Tecnologías, Universidad Autónoma de Madrid.
- Castells, Manuel (1992). "The University System: Engine of Development in the New World Economy," World Bank, PHREE (processed).
- Castells, Manuel, Lee Goh, R. Yin-Wang, Kwok (1990). *The Shek Kip Mei Syndrome*. London: Pion Limited.
- Dahlman, Carl and Claudio Frischtak (1990). *National Systems Supporting Technical Advance in Industry: The Brazilian Experience*. World Bank, Industry and Energy Department.
- Evans, Peter (1986). "State, Capital, and the Transformation of Dependence: The Brazilian Computer Case," *World Development*, 14, 7:719 ff.
- Fong, Pang Eng and Gopinathan, S. (1989). "Public Policy, Research Environment, and Higher Education in Singapore," in Altbach, Philip, et. al. (eds.). *Scientific Development and Higher Education: The Case of the Newly Industrializing Nations*. New York: Praeger.
- Gordon Richard (1996). "Globalization, Innovation, and Regional Development," Silicon Valley Research Group, University of California, Santa Cruz (processed).
- Lee, Sungho (1989). "Higher Education and Research Environments in Korea," in Altbach, Philip, et. al. *Scientific Development and Higher Education: The Case of the Newly Industrializing Nations*. New York: Praeger.
- Massy, William and Goldman, Charles (1995). "The Production and Utilization of Science and Engineering Doctorates in the United States." Stanford, CA: Stanford Institute for Higher Education Research, August (processed).
- National Science Foundation (1993). *Human Resources for Science and Technology: The Asian Region*. Washington, D.C.: NSF 93-303.
- National Science Foundation (1996a). *Human Resources for Science and Technology: The European Region*. Washington, D.C.: NSF 96-316.
- National Science Foundation (1996b). *Science and Engineering Indicators, 1996*. Washington, D.C.: NSF.
- Reich, Robert (1991). *The Work of Nations*. New York: Alfred Knopf.
- Schwartzman, Simon (1984). "The Focus on Scientific Activity," in Clark, Burton (ed.), *Perspectives on Higher Education: Eight Disciplinary and Comparative Views*. Berkeley: University of California Press, pp. 199-232.
- Science Council of Singapore (1986). *Singapore Science and Technology*. Singapore: Cheney Tan Associates.

# Anexos

Table 1. *First Degrees in Natural Science and Engineering, by Region, 1975-1992 (thousands)*

Year	United States	Western Europe	Japan	Asian NICs*	Total
1975	156.8	105.2	85.5	135.6**	483.1
1980	176.8	127.4	97.5	157.2**	558.9
1985	213.6	154.0	96.2	301.8	765.6
1990	169.7	207.8	106.5	407.7	891.7
1992	173.1	239.6	115.1	408.6	936.4

Source: National Science Foundation, Human Resources for Science and Technology: The European Region, NSF 96-136; NSF, Human Resources for Science and Technology: The Asian Region, NSF 93-303; NSF, Science and Engineering Indicators, 1996 (1992 figures).

\* People's Republic of China; India; Singapore; South Korea; Taiwan. \*\*PRC data not available.

Table 2. *Science and Engineering Degree in Higher Education Earned by Foreign Students, by Selected Country, 1981-1993 (percent of total degrees)*

Country	First University Degree		Doctoral Degree	
	1981	1992	1983	1993
<u>United States</u>				
Natural science	2.9	4.3	21.1	32.8
Engineering	4.3	7.3	53.5	50.5
<u>Japan</u>				
Natural science & Engineering	n.a	n.a	8.7	39.5
<u>Germany</u>				
Natural science	2.7	3.1	9.9	6.8
Engineering	5.7	3.8	11.6	11.7
<u>France</u>				
Natural science	n.a	n.a	30.1	34.5
Engineering	n.a	n.a	43.7	40.1
<u>United Kingdom</u>				
Natural science	5.7	5.3	27.5	26.7
Engineering	18.8	19.5	50.7	49.7

Source: Science and Engineering Indicators, 1996, Table 2-33

Table 3 : foreign Ph.D Recipients of NS&E Degrees from U.S Universities Who Plan to Stay in the U.S., by Country of Origin, 1980 and 1992.

Region/Country	1980		1992	
	Total Ph.D Recipients	% With Firm Plans to Stay in U.S.	Total Ph.D Recipients	% With Firm Plan to Stay in U.S.
China	280*	47*	1,803	49
Taiwan	399	54	1,133	28
Japan	47	28	75	15
South Korea	87	50	848	23
India	339	59	768	58
Europe	261	48	708	39
Mexico	46	13	84	29
Argentina	23	39	59	29
Brazil	92	1	110	12
Chile	21	19	33	45

Source: National Science Foundation, Science and Engineering Indicators, 1996, Table 2-34.