

O Estado na promoção da Tecnologia da Informação e Comunicação: as interações entre sistema nacional de inovação e sistema social de bem estar

Sylvia Ferreira Marques (smarques@cedeplar.ufmg.br)
Solange Gomes Leonel (sgleonel@cedeplar.ufmg.br)

Resumo

A contribuição dos ambientes inovadores para o desenvolvimento econômico pode ser comprovada pela capacidade dos sistemas nacionais de inovação de incorporar os avanços tecnológicos aos processos produtivos. Os países que geram os produtos e processos mais avançados tecnologicamente são exatamente aqueles que investiram em uma boa infra-estrutura educacional, técnico-científica e produtiva. O progresso tecnológico das nações é, portanto, impulsionado por um arranjo complexo de instituições. Diante desse contexto, o artigo discute o papel do Estado na emergência de novos paradigmas tecnológicos, em especial na origem da quinta revolução tecnológica – Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) – no que se refere à: i) construção de um sistema nacional de inovação que articula as instituições mercantis e não mercantis que sustentam a origem e a difusão do progresso tecnológico; e ii) articulação de um arranjo institucional voltado para o bem estar social, em especial, aqueles que melhoram a distribuição da renda e criam mercado para produtos de alto conteúdo tecnológico.

Palavras-chave: desenvolvimento, tecnologia da informação e comunicação, sistema nacional de inovação, sistema de bem estar social.

1. Introdução

No pós Segunda Guerra Mundial, as inovações baseadas em eletrônica, em especial o transistor e o computador, ajudaram a delinear o setor de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) com a criação de três novas indústrias – componentes semicondutores, eletrônica de computadores (*hardware*) e programa de computadores (*software*). O conhecimento tecnológico gerado por essas três indústrias possibilitaram o surgimento de uma tecnologia amplamente difundida em diversos setores econômicos, a Internet.

Certamente, é impossível contar a história da evolução da TIC sem mencionar o papel do governo federal dos Estados Unidos da América (EUA) no desenvolvimento desse setor. A preocupação com a defesa nacional gerada pela Segunda Guerra Mundial e pela subsequente Guerra Fria estimulou os gastos do governo dos EUA em pesquisa e desenvolvimento (P&D) na área de eletrônica. Por meio de suas agências, o governo financiou a pesquisa científica e tecnológica nas firmas e nas universidades. O Estado também esteve presente na regulamentação do setor com as políticas antitruste que contribuíram para a rápida difusão do conhecimento gerado entre as firmas já estabelecidas e as recém criadas.

O objetivo desse trabalho é, portanto, discutir o papel do Estado na emergência da *quinta onda tecnológica*¹. Afinal, gostando ou não da idéia, não há dúvidas que para

¹ Em referência a teoria de Kondratieff, Freeman & Soete (1997) apresentam a Tecnologia da Informação e Comunicação como quinta onda tecnológica.

gerar progresso tecnológico não é possível contar apenas com as instituições mercantis. Na tentativa de elucidar melhor esse processo, explora-se a emergência da TIC nos Estados Unidos e traça-se um paralelo entre as estratégias de Coréia do Sul e Brasil rumo à inovação. Nesse sentido, o artigo sustenta que o Estado deve ser capaz de promover transformações nas estruturas econômicas e sociais para induzir a inovação tecnológica.

À luz da teoria, o artigo se baseia nas literaturas evolucionária e cepalina. A primeira contribui com a descrição do progresso tecnológico como a força motriz do desenvolvimento e o papel-chave desempenhado pelo sistema nacional de inovação nesse processo. A segunda discute a adequação da tecnologia e as condições estruturais de acesso e absorção do progresso técnico na superação do subdesenvolvimento. O artigo também explora a abordagem institucionalista que reconhece que o processo de superação do subdesenvolvimento depende, além das instituições, de características históricas singulares. Não rejeitando, contudo, a possibilidade de generalização de certas regularidades encontradas nas diferentes trajetórias de *catching up* de sucesso ao longo da história.

Para atingir o seu objetivo, o trabalho está estruturado em cinco partes principais, além desta introdução e de uma breve conclusão. São elas: i) relações entre instituições, mercado e progresso tecnológico; iii) o Estado na emergência da tecnologia da informação e comunicação: o caso norte-americano; e iv) Brasil e Coréia do Sul: da largada a diferentes posições no pódio.

2. Relações entre instituições, mercado e progresso tecnológico

Para os neoschumpeterianos, o desenvolvimento econômico é fruto do processo de inovação e difusão tecnológica. Naturalmente, a origem e a difusão desse conhecimento são possíveis graças à articulação de um arranjo complexo de instituições, tais como, as firmas, as universidades, os centros de pesquisa e desenvolvimento, as instituições financeiras, o governo, as agências reguladoras, dentre outros. Segundo Nelson e Rosenberg (1993), esse conjunto de instituições cujas interações têm papel determinante na promoção das inovações e no progresso tecnológico das nações é definido como Sistema Nacional de Inovação (SNI).

As instituições são criadas por força do embate social e pelo desenvolvimento das forças produtivas. Logo, elas podem se tornar um obstáculo, ou se bem definidas, facilitar ou incentivar a abertura de oportunidades e a alocação ótima de recursos na sociedade (KIM & NELSON, 2005). Conforme salienta Conceição (2008, p. 93), “diferentes conformações históricas e institucionais desenham, nos diversos contextos regionais, os sistemas nacionais de inovação que distinguem as trajetórias tecnológicas”. As instituições não podem ser entendidas, portanto, como estáticas e fora de contexto, e sim “como parte de um *link* complexo e dinâmico de causalidade do desenvolvimento econômico” (REINERT, 2007, p. 63).

As políticas públicas voltadas para a promoção da inovação tecnológica podem ser entendidas como parte de um conjunto de instituições do SNI. Na determinação dessas políticas, o Estado intervém por meio de ações estabilizadoras (políticas macroeconômica, monetária e fiscal), alocativas (direcionamento de fatores produtivos) e distributiva (inclusão social) (SBRAGIA, 2006). Aliás, o Estado tem um importante papel no fomento de conhecimento científico-tecnológico cujo benefício social não pode ser suportado pelas firmas privadas.

O papel do Estado no progresso tecnológico fica evidente quando se explora as causas das falhas de mercado que impossibilitam a alocação ótima de recursos em

pesquisa e desenvolvimento (P&D). Nessa direção, Arrow (1971) destaca que a incerteza, a indivisibilidade e a apropriabilidade limitada das atividades inovadoras dificulta a ação individual das firmas. Já Stiglitz (2000) atenta para o fato que o conhecimento possui as propriedades de *bem público*², isto é, ele não é excludente e tampouco rival. Portanto, sem a intervenção do Estado, o conhecimento gerado na pesquisa básica, por exemplo, receberia pouco investimento do setor privado.

A maior parte dos países, tanto industrializados como subdesenvolvidos, adota políticas de incentivo à inovação para promover o desenvolvimento econômico, estimulando os investimentos privados. Para Rodrik (2007), a diversificação produtiva é resultado de ação deliberada do governo e da colaboração público-privada. De fato, toda economia de mercado que funciona bem é uma mistura de Estado e mercado, *laissez-faire* e intervenção. Ainda com relação às políticas governamentais, Rodrik (2007, p. 117) destaca que “a política industrial não deve ser pensada como uma gama genérica de programas de incentivos. Ao contrário, ela é um processo designado para achar áreas onde as ações políticas tendem a fazer maior diferença”. Nesse sentido, cada país conseguirá, em função de sua trajetória, um resultado diferente.

2.1 A dinâmica da estrutura produtiva periférica

Desde a revolução industrial, a lacuna entre os países desenvolvidos e subdesenvolvidos, em termos de renda e produtividade do trabalho, tem aumentado consideravelmente (SBRAGIA, 2006). Grande parte dessa lacuna pode ser explicada pelas diferenças na acumulação de tecnologia entre países centrais e periféricos. No centro, a estrutura produtiva diversificada e homogênea leva a produção de bens com maior conteúdo tecnológico. Já na periferia, a estrutura especializada e heterogênea limita a capacidade de acumulação de capital e reduz a possibilidade de incorporação do progresso técnico (RODRÍGUEZ, 2009). É importante destacar que a especialização favorece a expansão dos setores nos quais o progresso técnico é reduzido.

A desvantagem na geração e incorporação do progresso técnico implica em um menor crescimento da produtividade do trabalho, alimentando o subemprego estrutural. Na periferia, os incrementos de produtividade advindo da incorporação da tecnologia não são suficientes para acompanhar a alta da produtividade que ocorre no centro. No entanto, mesmo na economia periférica, a incorporação da tecnologia gera uma transformação na estrutura produtiva, replicando o padrão de consumo das economias desenvolvidas. O ponto negativo é que tal fato eleva a demanda por importações provocando desequilíbrio na balança de pagamentos (RODRIGUEZ, 2009; FURTADO, 1961; PREBISCH, 1962).

Na visão estruturalista, quando a industrialização da economia periférica ocorre de forma espontânea há, apesar das mudanças estruturais significativas (modernização), uma reprodução da desigualdade e do desequilíbrio (marginalização). Isso porque, na maioria das vezes, as tecnologias desenvolvidas no centro requerem escala e alta dotação de capital por trabalhador. Em contraste, a periferia não apresenta condições favoráveis de acumulação de capital e de absorção de mão-de-obra ao nível de produtividade exigido pela tecnologia (RODRIGUEZ, 2009). Dessa forma, o ciclo vicioso de modernização-marginalização tende a ser mantido.

² Os bens públicos possuem duas propriedades importantes, são elas: i) as pessoas não podem ser excluídas do uso do bem, e ii) o custo marginal de adicionar um novo usuário é zero, ou seja, o uso do bem por uma pessoa não impede outra de usá-lo.

A dinâmica do progresso tecnológico advindo com a inovação na periferia impõe uma perversa concentração da renda que favorece a persistência da heterogeneidade social. É verdade que o caminho para romper a barreira da heterogeneidade e superar o subdesenvolvimento passa pelo desenvolvimento de uma forte estrutura de ciência e tecnologia, integrada com a P&D industrial. No entanto, nada disso é possível se o país não promover transformações nas estruturas sociais e econômicas. Conforme salienta Albuquerque (2007), para Furtado a homogeneização social e a criação de um sistema produtivo eficiente na geração de inovações tecnológicas são fundamentais para a superação do subdesenvolvimento. Em resumo, um SNI eficiente é condição necessária para promoção do processo de *catching up*, porém não é suficiente para garantir o desenvolvimento de uma nação.

Portanto, o subdesenvolvimento não é uma etapa do processo de desenvolvimento como acreditava Rostow (1969), muito menos uma armadilha sem saída da estrutura do sistema. O subdesenvolvimento é um processo histórico com dinâmicas próprias que tendem a reproduzi-lo (Furtado, 1961), mas que pode ser superado com arranjos institucionais orientados para a adequação da tecnologia à estrutura produtiva, alimentando o processo de *catching up*. O caso da tecnologia da informação e comunicação é singular para exemplificar o papel-chave desempenhado pelo Estado na articulação dos sistemas de inovação e bem estar.

3. O Estado na emergência da tecnologia da informação e comunicação: o caso norte-americano

A atuação do Estado no desenvolvimento de novas tecnologias é facilmente observada quando se analisa o caso norte-americano. Antes de 1940, os Estados Unidos já lideravam de modo incontestável uma ampla gama de tecnologias indústrias e agrícolas. Entretanto, no mundo da ciência eles ainda não haviam estabelecido uma posição de liderança. Em parte, isso pode ser explicado pelo fato que a indústria era quem fomentava as atividades de P&D e o financiamento federal ainda era limitado. Com o advento da Segunda Guerra Mundial, a estrutura de P&D dos EUA foi profundamente transformada. A pesquisa acadêmica e industrial passou a contar com o maciço financiamento do governo federal (MOWERY & ROSENBERG, 2005).

A trajetória da TIC começa a ser contada a partir da emergência de um paradigma tecnológico, os semicondutores. Isto é, o desenvolvimento da tecnologia dos semicondutores tornou possível o minicomputador na década de 1960, o computador pessoal na década de 1970/1980, e a Internet na década de 1990 (FREIBERGER & SWAINE, 2000). O mesmo processo de estabelecimento dessa trajetória tecnológica esteve fortemente ligado a emergência da liderança dos EUA no setor de TIC. Sem dúvida, as políticas públicas de aquisição de P&D pelo setor militar foram um importante estímulo para a capacidade de inovação norte-americana em semicondutores e computadores (FABRIZIO & MOWERY, 2007).

O Estado tem papel imprescindível no estabelecimento inicial da estratégia tecnológica ao construir pontes entre a ciência pura e a P&D aplicada, tendo em vista que os mecanismos de mercado são frágeis na seleção *ex ante* das direções tecnológicas (DOSI, 2006). É interessante notar que embora os Estados Unidos sigam, a princípio, práticas econômicas não-intervencionistas, na prática, eles promoveram de forma massiva os primeiros anos do setor da TIC criando mercado para os primeiros computadores e *softwares*. O poder público americano atuou, dentre outras formas, via os programas militares e espaciais que funcionaram, conforme observa Dosi (2006, p. 48), como um “poderoso mecanismo de focalização em relação a alvos tecnológicos

definidos, enquanto, ao mesmo tempo, propiciaram apoio financeiro à P&D e garantiram mercado através das compras governamentais.” Logo, o setor militar ajudou a promover a trajetória tecnológica da TIC no pós-guerra ao demandar produtos tecnologicamente mais avançados. É interessante notar que ao demandar produtos na fronteira tecnológica, o Estado não estava preocupado com os custos unitários decrescentes – requisito importante para expansão dos semicondutores no mercado não-militar. No entanto, “as inovações inter-relacionadas de processo e produto (...) contribuíram *ao mesmo tempo* para rebaixar os custos unitários” (DOSI, 2006, p. 84).

O grande volume das compras governamentais possibilitou um avanço adicional na curva de aprendizado dos fornecedores de tecnologia. Afinal, as compras do setor militar garantem mercado para qualquer inovação que satisfaz as suas exigências, independente dos custos e riscos associados (DOSI, 2006). Dessa forma, as compras governamentais também reduziram as barreiras à entrada das firmas no mercado. Segundo, Mowery e Rosenberg (1993), as barreiras a entrada relativamente baixas favoreceram não apenas a entrada em si, mas o rápido crescimento de muitas firmas jovens e relativamente pequenas.

Em relação aos subsídios governamentais à P&D, Dosi (2006, p. 86) ressalta que “os projetos de P&D do setor militar registraram uma impressionante quantidade de insucessos”, apesar das somas expressivas empregadas pelo Estado. Além disso, a maior parte das inovações importante na área de semicondutores ocorreu em projetos patrocinados pelo setor privado, como foi caso do transistor pela AT&T e do circuito integrado pela *Texas Instruments*. Entretanto, os insucessos do setor militar também possibilitaram avanços adicionais na curva de aprendizado da indústria de semicondutores, “aumentando sua experiência e seu conhecimento sobre possíveis trajetórias tecnológicas” (DOSI, 2006, p. 87).

Cabe destacar que o setor militar também possibilitou uma expansão da capacidade produtiva dos EUA ao final dos anos 1950. Isso, possivelmente, estimulou a difusão das tecnologias, a busca de novas aplicações e novos mercados. Além disso, a difusão das inovações tecnológicas da indústria de semicondutores fez com que a demanda por componentes semicondutores e computadores deixasse de ser circunscrita à procura militar e passasse a ser global (MEDEIROS, 2004). Dessa forma, o padrão da mudança técnica (miniaturização, alta velocidade, alta confiabilidade, custo reduzido, dentre outros parâmetros) para o uso dual, civil e militar, das inovações passou a caminhar lado a lado.

A marcha dos EUA rumo à prosperidade demonstra que a capacidade de uma nação de gerar conhecimento e transformá-lo em desenvolvimento econômico depende da ação de alguns agentes institucionais. Nesse sentido, a presença de universidades, centros de pesquisa, instituições de capital de risco, profissionais altamente qualificados e um parque industrial dinâmico torna-se um requisito importante e “viabilizador” do processo de geração de tecnologias, produtos e negócios inovadores. Aliado a isso, é fundamental, também, a formação de um ambiente social dinâmico, com um Estado atuante, que possibilita a sinergia entre as infra-estruturas educacional, técnico-científica e produtiva. O grande desafio é como recriar esse ambiente inovador considerando as diferenças nas circunstâncias econômicas e políticas, e nas prioridades dos países.

4. Brasil e Coréia do Sul: da largada a diferentes posições no pódio

Entre 1950 e 1980, os EUA já colhiam os frutos dos avanços tecnológicos ocorridos no pós Segunda Guerra Mundial nas indústrias de semicondutores, *hardware*

e *software*. No mesmo período, Brasil e Coréia do Sul vivenciavam um processo de industrialização parecido (Quadro 1) com a formação de um amplo parque industrial. Nas duas décadas seguintes, esses dois países assumiram trajetórias bastante distintas. Enquanto a Coréia do Sul tinha como meta a inserção em mercados externos (KIM, 2005), o Brasil tinha como objetivo a satisfação da demanda interna pela substituição das importações (FURTADO, 1961). O resultado é que a Coréia do Sul, de país pobre e subdesenvolvido, passou ao *status* de país avançado e próspero. Já o Brasil continuou preso nas armadilhas do subdesenvolvimento a “espera de um milagre”.

Quadro 1: Paralelo entre o desenvolvimento econômico de Brasil e Coréia do Sul no período 1950-2000

Brasil	Coréia do Sul
1950-1962: entrada das transnacionais, investimentos em infra-estrutura e em indústrias de base (inclui o governo de Juscelino Kubitschek)	1950-1962: indústria de base era quase inexistente, aliado incondicional e dependente dos EUA (inclui o governo de Syngman Rhee)
1963-1967: crise política e reformas sob o governo do gen. Castelo Branco	1963-1971: 1ª arrancada sob o governo do gen. Park
1968-1974: “milagre” econômico sob o auge do regime autoritário	1972-1975: Planejamento e implantação da indústria de base
1975-1980: II PND, conclusão da base pesada da indústria	1976-1979: conclusão da base pesada da indústria (fim da “era Park”)
1981-1983: recessão provocada pelo “choque da crise da dívida”	1980-1982: recessão/estagnação após queda de Park e crise da dívida
1984-1989: crescimento irregular com inflação alta, implantação dos planos Cruzado, Bresser e Verão.	1983-1987: <i>drive</i> exportador, integração econômica com Japão e <i>upgrade</i> industrial
1990-1993: recessão decorrente dos planos econômicos anteriores, implantação dos planos Collor I e II, início da abertura	1988-1993: transição para economia baseada nos complexos eletrônicos e automobilísticos
1994-1998: estabilização com o plano Real, juros altos e câmbio valorizado	1994-1997: expansão com abertura financeira e internacionalização das grandes corporações (<i>chaebols</i>)
1999-2000: crise cambial e recuperação precária	1998-2000: crise cambial e recuperação promissora

Fonte: Adaptado de Coutinho (1999)

A análise histórica revela que o desdobramento e a concretização dos processos de industrialização de Brasil e Coréia do Sul “dependeram diretamente da iniciativa, fomento e coordenação por parte do Estado” (COUTINHO, 1999, p. 357). Há, entretanto, diferenças marcantes no que tange a intervenção do Estado na trajetória de desenvolvimento científico-tecnológico dos dois países em questão. Nessa direção, os próximos sub-tópicos debatem sucessos e desastres das políticas públicas na trajetória tecnológica de Coréia do Sul e Brasil.

4.1 A trajetória da Coréia do Sul

Em pouco tempo a Coréia do Sul saltou de uma economia agrária e pobre para uma economia de industrial na fronteira tecnológica. Em 1960, a Coréia era o mais pobre dos países de industrialização recente e em 1995 era uma das mais avançadas

(Kim, 2005). Segundo Vogel (1991), nenhum outro país conseguiu em tão pouco tempo alcançar a prosperidade industrial como a Coreia do Sul.

De acordo com Lee (2005), o curso do desenvolvimento tecnológico na Coreia do Sul passou por três estágios. Os anos de 1962 a 1979 marcam o estágio da imitação. Conforme mostra a tabela 1, há uma mudança estrutural entre 1980 e 1985 com destaque para o aumento significativo do P&D das firmas; a proliferação da estratégia de fabricação com marca própria; e o canal de transferência tecnológica (licenciamentos e investimentos diretos estrangeiro - IDE). Assim, o período de 1980 a 1989 caracterizam um segundo estágio, o da internalização.

A partir de 1990 tem-se um novo ponto de inflexão na trajetória tecnológica e inicia-se o estágio da criação. Em 1991 a Coreia já produzia em larga escala seus próprios modelos de computadores e foi lançado o projeto G-7 cujo objetivo era desenvolver tecnologias industriais essenciais (LEE, 2005). De fato, dois anos antes, a Samsung conseguiu lançar no mercado, quase que ao mesmo tempo de seus concorrentes norte-americanos e japoneses, o circuito integrado de 4 megadram (MDRAM). O número de laboratórios de pesquisa nas empresas e de marcas registradas tem um incremento significativo a partir de 1990 (Tabela 1) e em 1992 o governo sul-coreano criou a *National Strategies for Information Industries*.

Tabela 1 – Principais indicadores das atividades de inovação na Coreia do Sul

	1970	1975	1980	1985	1990	1995
P&D total (A) - em bilhões de won	105	427	282,5	1.237,1	3.349	9.440,6
P&D do setor privado (B)	25	141	102,5	930,3	2.698,9	7.659,7
P&D governamental (C)	80	286	180,0	306,8	651,0	1.780,9
A/PNB	0,39	0,44	0,58	1,56	1,88	2,71
B/PNB	0,09	0,15	0,21	1,17	1,52	2,20
C/PNB	0,30	0,29	0,37	0,39	0,36	0,51
C/Orçamento total do governo	2,2	2,0	2,8	2,8	2,3	2,2
Quantidade de pesquisadores	5.628	10.275	18.434	41.473	70.503	128.315
em instituições públicas/governamentais	2.458	5.308	4.598	7.154	10.434	15.007
em universidades	2.011	2.312	8.695	14.935	21.332	44.686
no setor privado	1.159	2.655	5.141	18.996	38.737	68.625
Dispêndio em P&D por pesquisador (em milhões de won)	1.874	4.152	15.325	27.853	49.514	73.574
Numero de laboratórios de P&D em empresas	0	12	54	183	966	2.270
Licenciamentos Tecnológicos (Quantidade)						
Importação	84 ^a	99	222	454	738	236
Exportação	-	-	-	11,2	21,8	112,4
Investimento Direto Estrangeiro ^b						
Valor (em milhões de dólares)	67.405	203.519	143.136	532.197	802.500	1.941,4
Quantidade	115	45	37	127	296	-
Investimento Direto no Exterior ^c						
Valor (em milhões de dólares)	4,8	9,7	15,5	31,5	891	3.059
Quantidade	13	11	18	11	344	-
Patentes requeridas	1.846	2.914	5.070	10.587	25.820	78.499
Projetos industriais	4.522	6.707	10.075	18.949	18.769	29.978
Marcas registradas	5.124	9.476	13.558	26.069	46.826	71.852

Notas: a, Estatística de 1972

b, Investimento aprovado

c, Investimento líquido

Fonte: adaptado de Lee (2005, p.369)

No processo de desenvolvimento da Coreia do Sul, as indústrias automobilística e de produtos eletrônicos progrediram de forma incremental ao longo de três décadas, mas a indústria de semicondutores precisou apenas de uma para apresentar um avanço espetacular. Segundo Kim (2005), essa diferença no desempenho entre os setores se deve ao fato de que a base de tecnologia sul-coreana ser muito limitada no período em que as grandes empresas - os *chaebols* - ingressaram nas indústrias automobilística e de produtos eletrônicos (década de 1960), e de haver um número reduzido de pesquisadores e engenheiros altamente especializados e treinados. Em contrapartida, quando a Coreia entrou na indústria de semicondutores, a base tecnológica do país já era significativa e havia o conhecimento acumulado no ramo de eletrônicos. Além disso, já pôde contar com um grande número de cientistas e engenheiros sul-coreanos altamente especializados.

4.1.1 A política científico-tecnológica e a indústria de TIC

A Coreia do Sul entrou na corrida da tecnologia da informação e comunicação na fase dos circuitos integrados e em apenas uma década passou de mera montadora de dispositivos eletrônicos a um dos principais fabricantes mundiais de chips de memória DRAM. Na fabricação desse tipo de chip perdia apenas para o Japão e na de semicondutores estava atrás somente de Japão e Estados Unidos. Na década de 1990 a área de semicondutores já era dominada pelos três maiores *chaebols* sul-coreanos, a saber, Samsung, Hyundai e LG.

Os anos 1960 marcam o início da indústria de semicondutores na Coreia do Sul com os investimentos de empresas multinacionais – Fairchild, Motorola, Toshiba, etc. – para a montagem de dispositivos isolados em consignaço. As subsidiárias das multinacionais importavam das matrizes todas as peças e componentes, realizavam a montagem e empacotamento dos dispositivos e reexportavam para os consignatários. Esse tipo de operação tirava proveito da mão-de-obra barata disponível no mercado sul-coreano sem proporcionar ganhos de transferência de tecnologia de projeto e engenharia para a Coreia. Para mudar esse quadro era preciso investimentos públicos que incentivassem a ciência e a tecnologia (C&T).

De acordo com Lee (2005), durante o estágio de imitação (1962-1979) grande parte do orçamento do governo sul-coreano foi destinado à construção da infra-estrutura de C&T. Foi realizada uma importante inovação institucional com a implementação de institutos públicos de pesquisa e de atividades científico-tecnológicas. O plano de desenvolvimento industrial, liderado pelo presidente Park Chung Hee, foi colocado em prática por meio de planos quinquenais a partir de 1962. Nessa época, os investimentos em P&D totalizavam apenas 0,2% do PNB da Coreia do Sul e as atividades de P&D nas firmas e nas universidades eram praticamente inexistentes (LEE, 2005). No segundo plano quinquenal, lançado em 1966, a importância da C&T para o desenvolvimento industrial foi devidamente considerada. Em 1966 foi implementado o *Korea Institute of Science and Technology* (KIST), um centro técnico integrado. O KIST corresponde ao primeiro esforço sistemático do governo sul-coreano de repatriar seus cientistas. Em 1967 foi criado o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) para integrar os planos de desenvolvimento de C&T, coordenar o P&D estatal e as atividades internacionais de C&T e as pesquisas de energia nuclear. O investimento governamental em C&T passou de 0,18% do PNB em 1964 para 0,3% em 1970 (Tabela 1).

A construção da infraestrutura de C&T foi mantida nos planos seguintes. Em 1971 foi fundado o Instituto Avançados de Ciência e Tecnologia da Coréia (KAIST), uma escola de pós-graduação *stricto sensu* em ciências aplicadas, que se tornou a principal fonte de cientistas e engenheiros de alta qualidade. A década de 1970 registra a criação de muitas instituições importantes especializadas em pesquisa financiadas pelo governo. Destacam-se uma universidade nacional especializada em engenharia eletrônica e o Instituto de Tecnologia Eletrônica da Coréia (ITEC) especializado em atividades de P&D e processos de produção de circuito integrado em larguíssima escala (VLSI³). O forte compromisso governamental da Coréia do Sul foi responsável pelo estabelecimento das aptidões tecnológicas das empresas do país (Lee, 2005). O ITEC foi de fundamental importância na formação de engenheiros de P&D com experiência em semicondutores que se transferiram para o setor privado e realizaram a trajetória da imitação. Como coloca Kim (2005:132), “a formação de um estoque de recursos humanos devidamente instrumentalizados possibilitou à Coréia dominar as tecnologias de produção maduras através da imitação por engenharia reversa.”

Ainda na década de 1970 algumas empresas coreanas começaram uma produção de laminas de silício de três polegadas, em escala modesta e com baixos rendimentos, para atender uma demanda interna por produtos eletrônicos de consumo. A lei de Desenvolvimento da Tecnologia e a Lei de Fomento aos serviços de engenharia também são deste período. Na verdade, a política de C&T no estágio da imitação desempenhou papel limitado, pois a demanda privada de P&D era muito pequena.

O papel mais decisivo no estabelecimento das aptidões tecnológicas dos setores industriais estratégicos foi desempenhado pela política industrial. Nesse período, os institutos de C&T tiveram como objetivo “prover os serviços de C&T a serem utilizados na absorção e assimilação da tecnologia estrangeira e de efetuar pesquisas sob contrato para o setor privado” (LEE, 2005, p. 371) e a política de C&T não esteve intimamente ligada à política industrial. Se por um lado isso prejudicou o desenvolvimento tecnológico do setor produtivo; por outro, possibilitou à política de C&T maior consistência, uma vez que a política industrial sul-coreana era influenciada pelos ciclos de conjuntura e situação política (LEE, 2005). Quanto à transferência de tecnologia, os IDE contaram com uma dura política seletiva⁴ no estágio da imitação, ao passo que os licenciamentos tecnológicos enfrentavam exigências mínimas para aprovação.

Em meados da década de 1980, a Samsung, a Hyundai, a LG e o quarto *chaebol*, a Daewoo iniciaram a produção de VLSI. O momento era propício, pois os *chaebols* tinham acesso a mão-de-obra especializada, baixo custo de produção e acesso a fundos ligados a outras atividades do conglomerado. Lee (2005) destaca que, no estágio da internalização (1980-1989), a política de C&T voltou-se para o aumento da capacidade de inovação das empresas privadas. Nesse intuito, foram reforçados os incentivos fiscais e financeiros para gastos em P&D e qualificação da mão-de-obra. Além disso, a aquisição de tecnologia via IDE e licenciamentos foram estimulados pela redução das barreiras de acesso e pela regulamentação de controle de qualidade. De acordo com Lee (2005), nesse período, os formuladores da política de C&T passaram a enfatizar a eficácia dos investimentos. Apesar dos incentivos governamentais para a transferência de tecnologia estrangeira, as multinacionais se recusaram a licenciar suas tecnologias de VLSI para os *chaebols* coreanos. Contudo, eles adquiriram o conhecimento tácito inicial pelo recrutamento de engenheiros experientes e conseguiram transferência de tecnologias em projeto e processo pela aquisição de pequenos fabricantes de semicondutores norte-americanos com problemas financeiros.

³ Very large scale integrated circuits.

⁴ Para conseguirem permissão de ingresso os IDE tinham que cumprir diversas restrições governamentais.

Em 1982, após a recusa da Texas Instruments, Motorola, Nec, Toshiba e Hitachi em licenciar a tecnologia da memória DRAM, a Samsung organizou uma força tarefa para formular uma estratégia de acesso à tecnologia de VLSI. Para conseguir realizar esse salto tecnológico, a Samsung mandou um grupo de funcionários por um mês aos Estados Unidos para i) recrutar pesquisadores e engenheiros coreanos-americanos que trabalhavam no ramo de semicondutores e ensinavam nas universidades norte-americanas; ii) estudar o mercado e a estrutura do setor de semicondutores; iii) identificarem potenciais fornecedores de tecnologias (KIM, 2005).

A Samsung ampliou seu conhecimento explícito e tácito em VLSI e MOS de alta velocidade ao adquirir a Micron Technology e a Zytrex, respectivamente. Duas pequenas empresas norte-americanas que se encontravam em dificuldade financeiras. A Samsung, que já tinha conhecimento prévio em chip de LSI, começou seu desenvolvimento tecnológico importando 3 mil chips de memória DRAM de 64 KB da Micron Technology para serem montados na Coreia e facilmente assimilou a tecnologia de montagem de VLSI. Rapidamente sua taxa de produção alcançou os níveis japoneses (KIM, 2005). Para saltar da tecnologia de montagem para a tecnologia de processo e projeto, e converter o conhecimento explícito e tácito em atividade produtiva lucrativa, a Samsung instalou em 1983 um laboratório avançado de P&D no Vale do Silício, na Califórnia. Lá empregou cinco engenheiros eletrônicos coreano-americanos com doutorados nas mais importantes universidades americanas e com experiência em projetos de semicondutores em empresas como a IBM, a Intel, e outras. A interação entre a unidade do Vale do Silício e a Samsung na Coreia ampliou com eficácia e rapidez a aptidão tecnológica da empresa e a capacidade de assimilação tecnológica de seus trabalhadores. Estar presente no Vale do Silício permitiu à Samsung o acesso ao conhecimento tácito na fronteira tecnológica.

Em 1983, foi a vez da Hyundai entrar no mercado de semicondutores. Diferentemente da Samsung, a Hyundai não tinha conhecimento prévio no ramo, mas os caminhos traçados foram bem próximos. A Hyundai também contratou engenheiros coreano-americanos com doutorados nas melhores universidades americanas e com experiência na produção de semicondutores e computadores, bem como implementou um posto de P&D na Califórnia. A Hyundai conseguiu escala adquirindo tecnologia de fornecedores estrangeiros e montando memórias dinâmicas de 64KB para a Texas Instruments e comprando da Vitelic os projetos de memória estática RAM de 16KB e dinâmica de 64KB. Com um *lag* temporal de 2 anos em relação à Samsung, a Hyundai foi o segundo *chaebol* a produzir memória DRAM de 64kb na Coreia do Sul.

A LG iniciou sua produção de VLSI em 1984 com a aquisição das instalações, já obsoletas, de P&D e de produção do ITEC. Ela também licenciou os projetos de *chips* das norte-americanas Advanced Micron Devices e Zilog e fechou uma parceria estratégica na forma de *joint-venture* com a Western Electric da AT&T. A Daewoo também tinha conhecimento prévio no ramo de semicondutores e produtos eletrônicos de consumo e adotou em 1985 as aquisições como estratégia para o início da fabricação de VLSI. O fato é que os *chaebols* coreanos conseguiram, alcançar seus concorrentes japoneses e norte-americanos na fabricação de memória DRAM de 64 KB (KIM, 2005).

No que se refere à política de C&T no estágio da criação (a partir dos anos 1990), o governo sul-coreano fomentou a capacidade de pesquisa das universidades com um novo programa do MCT e buscou promover a pesquisa em cooperação com a promulgação de uma lei que fornecia a base legal para seu financiamento prioritário. Centros de Pesquisa de Ciência e os Centros de Pesquisa de engenharia foram criados em 1990 para financiar a pesquisa básica nas universidades e em 1995 um novo

programa de apoio às universidades orientadas para a pesquisa também foi criado pelo Ministério da Educação. Como coloca Lee (2005, p. 381),

[...] nesse estágio, o principal objetivo da política de C&T foi o estabelecimento de sistemas nacionais de inovação similares aos encontrados nos países mais avançados. O desenvolvimento equilibrado das aptidões de pesquisa entre ramos industriais, entidades acadêmicas e instituições públicas tornou-se um importante objetivo político. Além disso, enfatizou-se a implantação de redes (networking) entre os principais atores envolvidos em P&D.

Com a intensificação do processo de globalização nos anos 1990, as políticas governamentais de C&T acomodaram as novas tendências. A política de C&T passou a ser aberta aos estrangeiros; houve um crescimento na quantidade de programas voltados para a atração de cientistas e engenheiros estrangeiros e a cooperação com ex-países comunistas como a Rússia e a China foi contemplada. O conjunto de políticas relativas à globalização também abarca a proteção dos direitos de propriedade intelectual. À medida que as firmas sul-coreanas passaram da imitação à inovação, gerando novas patentes, o governo foi reforçando o respeito aos direitos de propriedade. A Lei de Patentes foi promulgada em 1995. De fato, antes de conseguirem fazer inovações, durante o estágio de internalização, os *chaebols* coreanos sofreram processos de violação de direitos de propriedades na tecnologia de memória DRAM da Texas Instruments e Intel (KIM, 2005). E na medida em que a tecnologia de chips se desenvolvia com aumento progressivo de capacidade de armazenamento de informação, diminuía os fornecedores dispostos a venderem suas tecnologias e as empresas sul-coreanas tiveram que caminhar com suas próprias pernas e alcançar o estágio da criação. Como coloca Amsden (1992, p. 325), “a competição aumentou na medida em que os fluxos tecnológicos pelas fronteiras internacionais cresceram e o hiato nas capacidades tecnológicas existente entre as nações estreitou.” De fato, o avanço da tecnologia de memória DRAM e dos dispositivos não-memórias não foram obstáculos para a Coreia do Sul, que se mantém na fronteira da tecnologia de informação e comunicação desde o final dos anos 1980.

Também foi nos anos 1990 que ocorreu a globalização das grandes empresas sul-coreanas e que o canal reverso da transferência de tecnologia, pelo investimento direto no exterior, passou a ser destaque (ver tabela 1). Os *chaebols* intensificaram o comportamento ativo na procura de tecnologias e na realização de networking global, conseguindo importantes fontes tecnológicas para desenvolvimento da indústria eletrônica (LEE, 2005).

4.2 A trajetória do Brasil

Ao longo das décadas de 1950 e início dos anos 1960, o Brasil recebeu grandes investimentos de empresas estrangeiras com a instalação de subsidiárias. Esse período também foi marcado por maciços investimentos públicos e estatais em infra-estrutura e indústria de base, levando ao limite a capacidade pública de financiamento. Entre 1960 e 1964, o Brasil vivenciou um duro desequilíbrio inflacionário e uma séria crise política que resultou na instalação da ditadura militar. Como parte da recuperação econômica, o governo do general Castelo Branco realizou profundas reformas (fiscal, tributária, etc), no triênio 1964-1966, que viria a viabilizar o longo ciclo de crescimento, denominado “milagre econômico”. A conclusão da base pesada da indústria ocorreu com a

instalação do II PND (plano nacional de desenvolvimento) entre 1975 e 1979. Ao final da década de 1970, o Brasil havia concluído o ciclo de industrialização e acumulado ao longo de trinta anos uma taxa média anual do PIB de 6,5% (COUTINHO, 1999). No entanto, não havia sido criada uma hegemonia do capital nacional sobre o sistema industrial. A maior “fatia do bolo”, oriunda de setores manufatureiros mais sofisticados e de maior valor agregado, estava nas mãos das empresas estrangeiras.

Um capítulo a parte do período de industrialização brasileiro, foi a atuação do sistema financeiro. Os bancos privados estavam relativamente distantes do “processo de industrialização, limitando-se ao crédito comercial de curto prazo para capital de giro, sem oferecer créditos longos e relevantes para os investimentos de grande escala” (COUTINHO, 1999, p. 361). Coube ao Estado financiar, através de bancos públicos, como o *Banco Nacional de Desenvolvimento Social* (BNDES) e o *Banco do Brasil*, o esforço doméstico de acumulação industrial.

Nos anos 1980, a chamada década perdida, o país enfrentou perda de dinamismo da economia, com queda significativa dos investimentos. O clima desfavorável também foi agravado pela “crise da dívida”, entre 1981 e 1983, que “marginalizou o país do mercado financeiro internacional, segregando a economia brasileira do mercado financeiro mundial até o início dos anos 90” (COUTINHO, 1999, p. 364). As perspectivas de crescimento, controle de inflação e *déficit* fiscais também sofreram com as tentativas frustradas de estabilização da economia com os mal sucedidos planos Cruzados, Bresser e Verão, implantados entre 1985 e 1989. Além dos fatores domésticos, o país também sofreu com as mudanças do cenário internacional na década de 1980, destacando-se: i) o esgotamento dos mecanismos de financiamento externo e ii) a crescente integração entre as economias da OECD combinada com acelerado processo de inovação tecnológica.

A essa altura, o Estado – cada vez mais debilitado – era incapaz de fomentar estratégias de desenvolvimento para acomodar o novo complexo de indústrias de produtos eletrônicos que crescia mundialmente. Embora tivesse um mercado interno potencialmente grande, o Brasil se viu refém de sua política de desenvolvimento orientada *para dentro*⁵ e estrutura produtiva *especializada e heterogênea*⁶. Essa defasagem do setor industrial deixou o país de fora do processo inicial de integração da economia mundial com a formação de blocos comerciais regionais, intensificação do comércio intra-indústria e intrafirma, e globalização financeira.

No início da década de 1990, o Brasil vivenciava um período de agravamento da crise financeira e cambial, herdada de períodos anteriores. No mesmo período, uma grave recessão econômica se abateu sobre as principais economias mundiais. Para atrair os investidores ávidos por formas alternativas de remunerar o capital com taxas de retorno mais atrativas, o governo do presidente Collor, por meios dos planos Collor I e II, “iniciou o processo de liberalização e desregulamentação financeira que permitiu atrair montantes consideráveis de capital financeiro especulativo internacional” (TAVARES, 1999). O governo também adotou várias medidas – como a redução e eliminação dos controles quantitativos e administrativos sobre as importações – para promover a abertura da economia à concorrência externa.

⁵ Segundo Rodríguez (2009), o desenvolvimento para dentro é baseado na ampliação da produção industrial.

⁶ Na periferia, uma estrutura produtiva é especializada significa que parte dos recursos produtivos é destinada a ampliação do setor exportador de produtos primários. Já a estrutura heterogênea envolve a coexistência de setores “onde a produtividade alcança níveis muito altos (...) e atividades que utilizam tecnologias com as quais a produtividade do trabalho resulta significativamente inferior” (RODRÍGUEZ, 2009, p. 81-82).

Entre 1994 e 1998, ao logo do governo do presidente Fernando Henrique Cardoso, o Brasil começou a vivenciar a estabilidade econômica com a implantação bem sucedida do Plano Real. Essa estabilização, baseada na taxa de câmbio defasada, teve, entretanto, um preço elevado. A fragilidade competitiva das empresas brasileiras (da indústria de alto valor agregado e conteúdo tecnológico à indústria de bens não-duráveis de consumo) foi posto a prova com a “enxurrada” de insumos, partes e componentes importados – irresistivelmente mais baratos e de qualidade superior – que “inundaram” o mercado nacional. Embora as causas da reduzida competitividade do sistema industrial brasileiro sejam inúmeras, Coutinho (1999, p. 370) enfatiza que “com a proteção tarifária já reduzida, a apreciação cambial e os juros elevados sobreoneram a rentabilidade das empresas e dificultam seus processos de reestruturação para competir dentro de padrões mundiais.” No final da década de 1990, o setor produtivo se viu ainda mais fragilizando com a crise cambial que se instalou no país.

Diante desse contexto, o governo brasileiro não conseguiu formular e desenvolver de forma coordenada condições para o surgimento do novo complexo de indústrias de base microeletrônica. Muito embora, o país já contasse com uma indústria de bens eletrônicos, localizada na Zona Franca de Manaus, com um sistema moderno de telecomunicações e “com um esforço acumulado de capacitação e de produção de soluções próprias em sistemas de informática” (COUTINHO, 1999, p. 365), foi impossível articular o SNI brasileiro em direção a um complexo eletrônico capaz de liderar um novo ciclo de acumulação rumo ao desenvolvimento.

4.2.1 Ações do governo na promoção da TIC no período 1970-2000

Os esforços brasileiros no setor de TIC iniciaram na década de 1970 com a política de reserva de mercado para *hardware*. Como parte das ações, o governo adotou uma política protecionista que restringia, por exemplo, importação de equipamentos de informática. O objetivo era desenvolver competências tecnológicas e impulsionar a geração de inovações em empresas nacionais. Nessa direção, foi criada a empresa Cobra, primeira empresa estatal de computadores do Brasil, fundada em 1974, que se destacou, de 1978 a 1981, no desenvolvimento, produção e comercialização de minicomputadores (PIRES, 1997). Outra ação da política nacional de informática foi a publicação da “Lei da Informática nº 7232”, em 1984. O intuito do governo era garantir a sustentabilidade das empresas brasileiras por meio da reserva de mercado para a quase totalidade dos produtos e serviços relacionados às atividades de informática (GARCIA & ROSELINO, 2004).

Na década de 1990, a indústria de informática nacional sofreu uma grade transformação com a abertura do mercado à concorrência externa e a redução das políticas protecionistas. Nesse novo cenário, o governo promulgou a nova “Lei da Informática, nº Lei 8.248/91”, sua vigência efetiva inicia-se apenas com a regulamentação em 1993. “Esta legislação eliminou as restrições anteriores ao capital estrangeiro e definiu uma nova política de estímulo centrada na obrigatoriedade de esforços mínimos” (GARCIA & ROSELINO, 2004, p. 179), como redução de impostos para as empresas que utilizassem componentes domésticos na produção de seus produtos e investissem parte de seu faturamento em P&D. “A aplicação desta legislação, e a aceitação destas pelas empresas, resultou em significativos valores investidos em P&D durante sua vigência” (GARCIA & ROSELINO, 2004:179). Essa lei vigorou até 2001, quando substituída pela Lei 10.761/01, que altera as parcelas de incentivos e direciona parte dos investimentos para as regiões Amazônica, Nordeste e Centro-Oeste do país.

A partir de 1992, várias políticas governamentais foram postas em prática, como parte integrante de um projeto maior denominado Programa Desenvolvimento Estratégico em Informática (DESI), lançado pelo Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT). Dentre os projetos mais relevantes, destaca-se a criação do *SOFTEX 2000* - Programa Nacional para Exportação de Software, voltado para a criação de uma indústria nacional orientada para a exportação, e a Rede Nacional de Pesquisa (RNP) – infra-estrutura de rede Internet voltada para a comunidade acadêmica.

De acordo com Garcia & Roselino (2004), as políticas governamentais, em especial a Lei da informática, contribuíram para atração de diversas empresas transnacionais da indústria de eletrônica para o Brasil. Entretanto, essas ações foram incapazes de estimular a acumulação de competências tecnológicas na produção de componentes eletrônicos – um dos principais responsáveis pelo déficit comercial do setor. Isso pode ser explicado a partir dos efeitos da marginalização descrito pelos estruturalistas, como falta de mercado interno e novas demandas.

4.2.2 O atraso brasileiro: existe luz no fim do túnel para a TIC?

A política científico-tecnológica passou a fazer parte da agenda formal do governo brasileiro ao final da década de 1960, com a elaboração e implementação do I Plano Nacional de desenvolvimento (PND) e do I Plano Básico para Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PBDCT), seguido pelos II e III PBDCT (FIGUEIREDO, 2004). Desde então, inúmeras políticas de incentivo à inovação vêm sendo adotada pelo Estado, entre as quais subvenção direta ao esforço privado de P&D e incentivos fiscais. A subvenção direta é utilizada para induzir a inovação em alguns setores estratégicos, ao passo que os incentivos fiscais não restringem o tipo de beneficiário.

É importante destacar que apesar de ser insuficiente, o gasto com P&D no Brasil não é desprezível. Por exemplo, em 2005, ele ficou em torno de 1% do PIB, sendo que do montante total, 0,6% são gastos do governo, quase o mesmo nível da Coréia do Sul. Porém, na Coréia a cada US\$ 1 investido pelo governo, tem-se uma contrapartida de US\$ 4 das empresas, no Brasil o gasto privado é de apenas US\$ 0,7 (BUAINAIN & PACHECO, 2005). Daí surge a dúvida, se as políticas públicas de fomento do governo brasileiro têm sido eficazes para estimular os investimentos do setor privado. Aparentemente, a resposta é não.

No que se refere especificamente à TIC fica a pergunta se o Brasil perdeu ou não a janela de oportunidade⁷. O paradigma tecnológico da TIC ainda não está completamente amadurecido, em especial, na indústria de software. Sendo assim, ainda oferece janelas de oportunidades que podem ser aproveitadas pelas firmas brasileiras. A janela de oportunidade no setor de software está aberta, pois o setor ainda está em constante expansão e a cada dia inovações são apresentadas ao mercado. O programa SOFTEX é, sem dúvida, um passo nessa direção. No entanto, o único caminho para que a oferta de inovação passe a ser uma realidade no Brasil é a eliminação dos entraves estruturais do desenvolvimento numa articulação entre sistema nacional de inovação e sistema de bem estar social.

5. A superação do subdesenvolvimento pelo sistema de bem estar social

Dentre os elementos estruturais do subdesenvolvimento – heterogeneidade social, a concentração da renda e o processo de modernização-marginalização – a concentração da renda é apontada por Albuquerque (2007) como o principal entrave

⁷ Ver Perez & Soete, 1988.

para o desenvolvimento tecnológico na periferia. A concentração da renda afeta a estrutura de demanda (e oferta), influenciando na direção do progresso tecnológico. De modo geral, os esforços de inovação das firmas dependem da estrutura de demanda e das condições de apropriabilidade do bem (público ou não). Obviamente, as condições de demanda afetam o progresso técnico por ser a força motriz na orientação tecnológica e por ser fonte de economias de escala e escopo. Por sua vez, a redução dos custos gerados por ganhos de escala aumenta a demanda dando início a um ciclo virtuoso.

Do lado da oferta, a concentração de renda inibe, por exemplo, a expansão geral do sistema educacional e o acesso ao crédito. Sem conhecimento técnico e sem recurso para buscá-lo, os agentes (indivíduos e firmas) não conseguem assimilar a mudança técnica e gerar novos conhecimentos. Como sintetiza Albuquerque (2007, p. 683), “a orientação tecnológica de uma economia subdesenvolvida está enraizada em seu padrão de distribuição de renda”. Portanto, a solução para romper com o mecanismo que liga a concentração da renda à baixa orientação para inovação é desenvolver ao mesmo tempo, o SNI e o sistema de bem estar.

Cabe frisar que o sistema de bem estar social que promove desenvolvimento não é aquele orientado para a assistência social (pensões, ajudas, seguros, etc.). São os sistemas universalistas descritos por Esping-Andersen (1995) que promovem o amplo acesso à educação, saúde, dentre outros, e diminuem as desigualdades sociais. Esse tipo de sistema de bem estar social provoca efeitos que desencadeiam forças dinâmicas capazes moldar um sistema de inovações que impulsiona o desenvolvimento (ALBUQUERQUE, 2007). Pelo lado da demanda, a melhora na distribuição da renda provoca uma diminuição da pobreza que se traduz na elevação do consumo. Isso equivale a um aumento no mercado de bens industriais e a possibilidade de ganhos de escala, o que gera um estímulo para criação de novas firmas e expansão das já existentes no mercado. Pelo lado da oferta, a diminuição da desigualdade social representa uma melhora na escolaridade e qualificação da mão-de-obra, insumo importante na economia baseada em conhecimento.

Em linhas gerais, isso representa um aumento nas habilidades e nas oportunidades de se fazer ciência & tecnologia, bem como nas oportunidades de adoção, adaptação e criação de produtos inovadores. Além disso, a elevação da escolaridade e a qualificação da mão-de-obra aumentam também a capacidade da economia de incorporar os frutos do progresso técnico. Isto é, a absorção da oferta excedente da mão-de-obra qualificada diminui o desemprego e aumenta a sofisticação na divisão do trabalho, aumentando a renda e a produtividade média por trabalhador. Sendo assim, o sistema de bem estar, em especial sua dimensão educacional, é fundamental para se entender o sucesso da Coréia do Sul em seu processo de *catching up* e o atraso no desenvolvimento tecnológico do Brasil em relação à TIC.

5.1 O papel do sistema de bem estar no desenvolvimento sul coreano

Os investimentos em educação na Coréia do Sul foram essenciais na sua caminhada para o desenvolvimento. Para superar o elevado índice de analfabetismo (78% em 1945), o governo sul-coreano aumentou significativamente o orçamento público voltado para a educação, que passou de 2,5% em 1951 para 17% em 1966 (Kim, 2005). No entanto os investimentos públicos em educação corresponderam a apenas um terço do total investido no setor, os outros dois terços foram patrocinados pelo setor privado e pelas famílias. A sociedade sul-coreana assumiu, assim, um forte comprometimento com o conhecimento (KIM, 2005).

Para Amsden (1992), a razão do rápido desenvolvimento industrial da Coreia do Sul reside nos pesados investimentos realizados na educação. De fato, o fator que distingue a Coreia do Sul de outros países na sua caminhada para o desenvolvimento pelo investimento em educação foi a expansão equilibrada de todos os níveis de ensino - primário, médio, técnico, e universitário (Kim, 2005). Para acompanhar a expansão e complexidade tecnológica do setor industrial foram incentivados pelos programas governamentais o ensino técnico superior e o universitário. A evolução sul-coreana na educação pode ser visualizada nos dados apontados por Kim (2005, p. 106):

[...] o número de pesquisadores e engenheiros cresceu mais do que cinco vezes, passando de 18.434 em 1980 para 98.764 em 1993, com uma taxa média de crescimento anual de 14%, a mais alta do mundo. O número de pesquisadores e engenheiros por 10mil habitantes [...] é o maior entre os países em desenvolvimento e se aproxima dos números registrados na França e no Reino Unido.

Os engenheiros formados tiveram um papel chave na trajetória tecnológica da Coreia do Sul permitindo a imitação e o aprendizado para chegar à criação. Vale destacar nesse sentido também a capacitação (doutoramentos) e experiência dos sul-coreanos em instituições estrangeiras, em especial nos Estados Unidos,⁸ que possibilitaram a aquisição de conhecimento e experiência em empresas de projetos e fabricantes de semicondutores no estrangeiro.

A qualificação da mão-de-obra permitiu a incorporação dos frutos do progresso técnico na sociedade sul-coreana que vivenciou um processo de elevação salarial da força trabalhadora a partir de 1991 (LEE, 2005). O aumento do nível de renda *per capita* é, segundo os estruturalistas, um processo fundamental para quebrar o mecanismo de marginalização induzido introdução da inovação em uma economia periférica. Como consequência do rompimento do processo de marginalização pelos investimentos em conhecimento, habilidade e capacidade, a Coreia do Sul conheceu o caminho do desenvolvimento e melhorou sua posição no *rank* mundial de IDH – índice de desenvolvimento Humano (KIM, 2005).

5.2 O sistema de bem estar como entrave ao desenvolvimento brasileiro

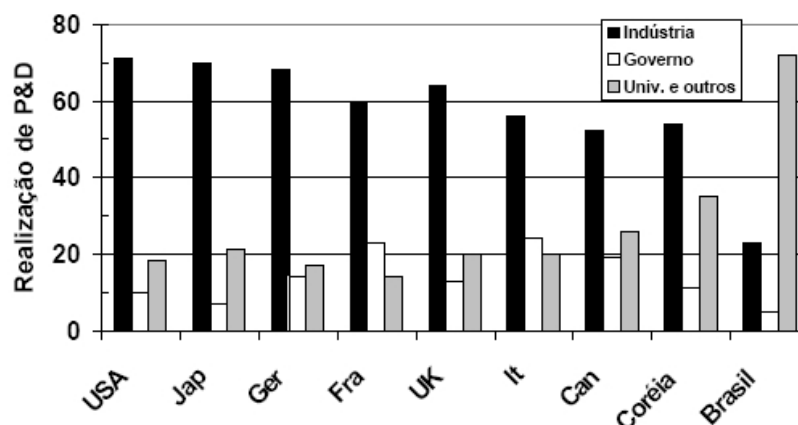
A distribuição de cientistas e engenheiros (C&E) em P&D é condicionante importante do atraso brasileiro. Enquanto nos EUA e na Coreia do Sul, a grande maioria dos profissionais qualificados para as atividades de inovação está dentro das empresas. No Brasil, o quadro é exatamente o inverso. Os profissionais capacitados para as atividades de inovação estão dentro das universidades e dos institutos de pesquisa (gráfico 1), com pouca ou nenhuma interação com o setor produtivo.

O principal reflexo desse quadro pode ser notado na evolução da produção científica brasileira (publicações internacionais) nas últimas duas décadas, em comparação com a Coreia do Sul (gráfico 2). Apesar das publicações brasileiras não terem avançado tanto quanto as sul-coreanas, seu crescimento foi considerável, graças à grande concentração de C&E nas universidades. O número de patentes e o investimento das empresas brasileiras em P&D, entretanto, ao contrário da Coreia do Sul, ficaram

⁸ Pela posição geopolítica estratégica desfrutada pela Coreia do Sul na Guerra Fria, o país recebeu grande ajuda econômica e militar. No entanto, Kim (2005) ressalta que a importância dessa ajuda para o desenvolvimento da Coreia do Sul é controversa, pois o período de maior crescimento não coincide com o de ajuda mais intensa.

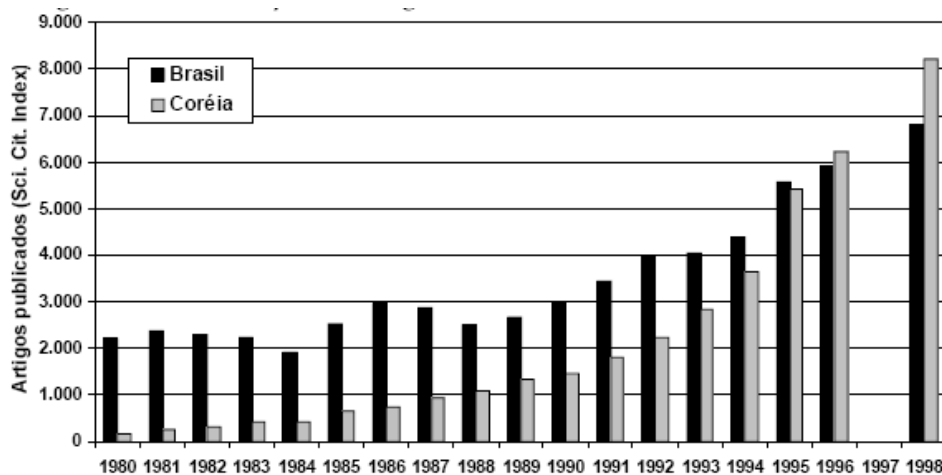
praticamente estagnados no mesmo período (gráfico 3). Esses dados revelam que a produção de conhecimento no país é satisfatória, mas, na maioria das vezes, não é aplicável ao contexto das empresas, o que dificulta a geração de patentes e, em última instância, a inovação (CRUZ, 1999). Não é por acaso que a pauta de exportação brasileira é composta principalmente por *commodities* primárias.

Gráfico 1 – Distribuição dos Cientistas e Engenheiros ativos em P&D



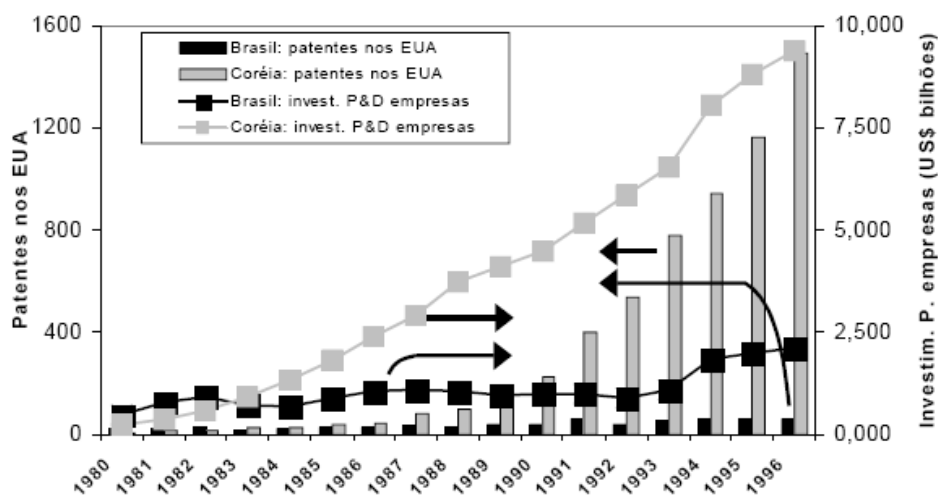
Fonte: CRUZ, 2000, p. 9

Gráfico 2 – Número de publicações em revistas do Science Citation Index, cujo endereço institucional é no Brasil e Coréia.



Fonte: CRUZ, 2000, p. 14

Gráfico 3 – Número de patentes registradas anualmente nos Estados Unidos e dispêndio empresarial em P&D para Brasil e Coréia do Sul.



Fonte: CRUZ, 2000, p. 15

É indispensável assinalar que ao longo de 50 anos de desenvolvimento econômico e industrial, o Estado não foi capaz de desarticular as mazelas do subdesenvolvimento como a desigualdade social, o analfabetismo e a concentração fundiária. Ressalta-se também a impotência do Estado brasileiro em prover um ambiente apto a superar as indefinições existentes nos marcos regulatórios, na legislação de propriedade industrial e nos processos de transferência tecnológica. Conforme assinalado por Albuquerque (2007), e exposto anteriormente, esses problemas estruturais são um entrave para o desenvolvimento, pois afetam a demanda e a oferta de inovações tecnológicas, conseqüentemente, o tão almejado processo de *catching up*.

6. Conclusão

O artigo defende que o desenvolvimento econômico é fruto do processo de inovação e que a geração e difusão da tecnológica somente são possíveis graças à articulação de um arranjo complexo de instituições, tais como, as firmas, as universidades, os centros de pesquisa e desenvolvimento, as instituições financeiras, o governo, as agências reguladoras, dentre outros. Além disso, acredita que a incorporação do progresso técnico segue dinâmicas diferentes em economias subdesenvolvidas, daquelas presentes em economias desenvolvidas. Assim, o Estado pode desempenhar um papel ativo de extrema relevância na geração e difusão do progresso técnico pela construção de um sistema nacional de inovação que articula as instituições mercantis e não mercantis e pela articulação de um arranjo institucional de bem estar social capaz de melhorar a distribuição da renda e criar mercado para produtos de alto conteúdo tecnológico.

O caso norte-americano explicita de modo incontestável que sem a intervenção do Estado a TIC não teria evoluído tão rapidamente. Além disso, a trajetória de Coreia do Sul e Brasil evidencia que a inovação tecnológica só pode ser almejada quando o Estado é capaz de promover transformações nas estruturas econômicas e sociais. Um SNI não consegue isoladamente induzir a inovação tecnológica, ele requer um sistema de bem estar social que promova condições de mobilidade e equidade social para poder articular de forma eficiente os agentes da inovação.

As experiências estudadas enfrentaram contingências históricas específicas, contudo, os altos investimentos governamentais em C&T, fomento ao P&D, e promoção do ensino nos diferentes níveis para qualificar a força trabalhadora são regularidades encontradas nas diferentes trajetórias de *catching up* de sucesso. E o futuro do desenvolvimento do Brasil e sua inserção na quinta revolução tecnológica estão diretamente atrelados ao comprometimento do país em eliminar os entraves estruturais pela construção de um sistema de bem-estar para articular de modo eficiente as instituições que compõe o sistema nacional de inovação.

BIBLIOGRAFIA

ALBUQUERQUE, Eduardo da Motta e (2007). *Inadequacy of technology and innovation systems at the periphery*. Cambridge Journal of Economics, 31, 669–690

AMSDEN, Alice (1992). *Asia's Next Giant: South Korea and Late Industrialization*. Oxford University Press.

ARROW, Kenneth (1971). Economic welfare and the allocation of resources for R&D. In K. Arrow, ed., *Essays in the theory of risk bearing*. New York: American Elsevier.

BUAINAIN, Antônio; PACHECO, Carlos (2005). As duas patas da política de inovação. *O Estado de São Paulo*, São Paulo, publicado em 26/04/2005.

CRUZ, Carlos Henrique de Brito (2000). *A Universidade, a empresa e a pesquisa que o país precisa*. Parcerias Estratégicas, Brasília, n. 8, pp. 5-30.

CONCEIÇÃO, Otávio (2008). *A dimensão institucional do processo de crescimento econômico: inovações e mudanças institucionais, rotinas e tecnologia social*. Economia e Sociedade. Campinas, v. 17, n.1 (32), pp. 85-105.

COUTINHO, Luciano (1999). Coréia do Sul e Brasil: paralelos, sucessos e desastres. In: FIORI, José Luís (org). *Estados e moedas no desenvolvimento das nações*. Petrópolis, RJ: Vozes. 3 ed. pp. 351-378.

DOSI, Giovanni. (2006). *Mudança Técnica e Transformação Industrial: a teoria e uma aplicação à indústria dos semicondutores*. Campinas, SP: Editora da Unicamp.

ESPING-ANDERSEN, Gösta (1995) Welfare State and the economy. In: SMELSER, Neil; SWEDBERG, Richard (eds). *The handbook of economic sociology*. Princeton: Princeton University Press, pp. 711-732.

FABRIZIO, Kira; MOWERY, David (2007). The Federal Role in Financing Major Innovations: Information Technology During the Postwar Period. In: LAMOREAUX, N.; SOKOLOFF, K. (eds). *Financing Innovation in the United States, 1870 to Present*, Cambridge, Mass.: MIT Press, pp. 283-316.

FIGUEIREDO, Paulo (2004). Aprendizagem tecnológica e inovação industrial em economias emergentes: uma breve contribuição para o desenho e implementação de estudos empíricos e estratégias no Brasil. *In: Revista Brasileira de Inovação*, v. 3, nº 2, Jul/Dez, pp. 323-361.

FREEMAN, Christopher; SOETE, Luc (1997). *The economics of industrial innovation*. London: Pinter.

FREIBERGER, Paul; SWAINE, Michael (2000). *Fire in the valley: the making of the personal computer*. Publisher: McGraw-Hill Companies; 2nd edition

FURTADO, Celso. (1961). *Desenvolvimento e subdesenvolvimento*. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura.

GARCIA, Renata; ROSELINO, José Eduardo (2004). *Uma avaliação da Lei de informática e seus resultados como instrumento indutor de desenvolvimento tecnológico e industrial*. *Gestão & Produção*, v. 11, n. 2, p. 177-185.

LESLIE, Stuart. (1993). *The Cold War and the American Science: the military-industrial-academic complex at MIT and Stanford*. New York: Columbia University Press.

KIM, Linsu (2005) *Da imitação à inovação: a dinâmica do aprendizado tecnológico da Coreia*. Campinas: Editora Unicamp.

KIM, Linsu, NELSON, Richard (Orgs.) (2005). *Tecnologia, aprendizado e inovação: as experiências das economias de industrialização recente*. Campinas: Unicamp.

MEDEIROS, Carlos Aguiar de (2004) O desenvolvimento tecnológico americano no pós-guerra como um empreendimento militar. *In: FIORI, José Luís (org.) O Poder Americano*. Petrópolis, RJ: Ed. Vozes.

MÉZÁROS, István (1989) *Produção destrutiva e estado capitalista*. São Paulo, Editora Ensaio.

MOWERY, David; ROSENBERG, Nelson (1993). The US National Innovation Systems. *In: NELSON, Richard. National Innovation Systems: an comparative analysis*. Oxford University Press.

_____. (2005). *Trajetórias da Inovação: a mudança tecnológica nos Estados Unidos da América no século XX*. Campinas, SP: Editora da Unicamp.

PEREZ, Carlota; SOETE, Luc (1988). Catching up in technology: entry barriers and windows of opportunities. *In: DOSI, Giovanni (ed.). Technical Change and Economic Theory*. London: Printer, pp. 458-479.

PIRES, Hindenbugo Francisco (1997). *Reestruturação inovativa e reorganização das instituições financeiras do setor privado no Brasil*. *Revista Geouerj* Nº2, Rio de Janeiro, pp.65-79.

PREBISCH, Raúl (1962). Desenvolvimento econômico da América Latina e alguns de seus problemas principais. In: BIELSCHOWSKY, Ricardo. Cinquenta Anos de Pensamento na Cepal. Rio de Janeiro: Record, vol.1, 2000.

REINERT, Erik (2007). Institutionalism ancient, old and new: a historical perspective on institutions and uneven development. In: CHANG, Ha-Joon (ed.). Institutional Change and Economic Development. New York: UN University Press, pp.53-72.

RODRÍGUEZ, Octavio (2009). *O estruturalismo latino-americano*. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira.

RODRIK, Dani (2007). *One Economics, Many Recipes: globalization, institutions and economic growth*. Princeton: Princeton University Press.

ROSTOW, Walt (1969). A decolagem para o desenvolvimento auto-sustentado. In: Agarwala, A. N. & Singh, S. P. (Org). A economia do subdesenvolvimento. Rio de Janeiro: Forense, 2010.

SBRAGIA, Roberto (org). (2006). Inovação: como vencer esse desafio empresarial. São Paulo: Clio Editora, 327p.

STIGLITZ, Joseph (2000). *Economics of the public sector*. New York: Norton&Company. 3rd edition.

TAVARES, Maria da Conceição. (1999). Império, território e dinheiro. In: FIORI, J. L. (Org) Estados e moedas no desenvolvimento das nações. Petrópolis, RJ: Ed. Vozes.

TEIXEIRA, Aloísio. (1999). Estados Unidos: a “curta marcha” para a hegemonia. In: FIORI, José Luis. (Org) Estados e moedas no desenvolvimento das nações. Petrópolis, RJ: Ed. Vozes.

VOGEL, Ezra (1991). *The Four Little Dragons: the spread of industrialization in East Asia*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.