

Globalização e Inovação Localizada:
Experiências de Sistemas Locais no Âmbito do Mercosul e
Proposições de Políticas de C&T

**SISTEMAS REGIONAIS DE INOVAÇÃO:
ESTUDOS DE CASO NO ESTADO DO PARANÁ**

Fábio Dória Scatolin
Gabriel Porcile
Adriana Sbicca
Carlos Manoel Drummond
(Universidade Federal do Paraná)

Nota Técnica nº 28/99

Mangaratiba-RJ, dezembro de 1998

Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro - IE/UFRJ

Patrocínio: Ministério da Ciência e Tecnologia
Organização dos Estados Americanos
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

A presente Nota Técnica faz parte do Projeto de Pesquisa Globalização e Inovação Localizada: Experiências de Sistemas Locais no Âmbito do Mercosul e Proposições de Políticas de C&T. Esta e as demais notas técnicas do referido projeto serão publicadas como livro no final de 1998, assim como encontram-se disponibilizadas em via eletrônica na homepage do Grupo de Economia da Inovação do Instituto de Economia da UFRJ: www.race.nuca.ie.ufrj.br/gei/gil.shtml.

O objetivo central do projeto de pesquisa em referência é o de analisar as experiências de sistemas locais selecionados no âmbito do Mercosul, visando gerar proposições de políticas de C&T aos níveis nacional, supra e subnacional. Para tal delinea-se um conjunto de objetivos subordinados, os quais podem ser divididos em dois grupos principais. O primeiro grupo inclui os objetivos mais gerais relacionados à necessidade de desenvolver mais aprofundadamente o quadro conceitual empírico e teórico que norteia a discussão proposta. Neste caso, a análise incluirá o exame de experiências internacionais (fora do Mercosul), destacando-se quatro tópicos principais de pesquisa:

- (i) a dimensão local do aprendizado, da capacitação e da inovação;
- (ii) processo de globalização e sistemas nacionais, supra e subnacionais de inovação;
- (iii) papel de arranjos produtivos locais e sua capacidade; e
- (iv) novo papel e objetivos das políticas de desenvolvimento científico e tecnológico, tendo em vista as dimensões supranacional, nacional, regional, estadual e local.

Já o segundo grupo de objetivos refere-se à necessidade concreta de (a) identificar e analisar as experiências específicas com arranjos locais de inovação em países do Mercosul; e (b) discutir soluções alternativas quanto à adoção de políticas de desenvolvimento - que considerem, não apenas as questões nacionais e supranacionais de aumento da competitividade e da capacitação industrial e tecnológica no cenário crescentemente globalizado, mas também se preocupem com os desafios e oportunidades relativos ao aprendizado nas dimensões sub, supra e nacionais nestes países.

Participam do projeto diversas instituições de pesquisa do Brasil, da Argentina e do Uruguai. O projeto é financiado pela Organização dos Estados Americanos, pelo Ministério da Ciência e Tecnologia e pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Brasil

José E. Cassiolato (IE/UFRJ-Brasil) - Coordenador Geral

Judith Sutz (Universidad de la Republica - Uruguai) - Coordenadora Adjunta

Gustavo Lugones (Universidad de Quilmes - Argentina) - Coordenador Adjunto

Helena M.M. Lastres (PPCI/IBICT/CNPq/UFRJ - Brasil) - Coordenadora Adjunta

AGRADECIMENTOS

Somos gratos aos colegas que participam do Projeto pelos úteis comentários recebidos no seminário de Rio de Janeiro. As opiniões e os erros remanescentes são da nossa exclusiva responsabilidade.

Agradecemos ao CNPq, à OEA e ao Instituto Euvaldo Lodi, sem cujo generoso apoio esta pesquisa não teria sido realizada.

Somos especialmente gratos a Sérgio Bruel, da Siemens, à Professora Elane Amorim Maia, do CEFET, à FUNPAR, a Erasmo Pilz de Andrade e a Arthur Krüger Passos pelas entrevistas concedidas e pelas valiosas informações que proporcionaram.

ÍNDICE

I. Resumo Executivo

II. Instituições e aprendizado tecnológico

III. Política Industrial

IV. Evolução Tecnológica da Firma e o Sistema Regional de Inovação: o caso da Siemens no Paraná

V. Fatores que afetaram as decisões de P&D da firma

VI. Considerações Finais

I. RESUMO EXECUTIVO

I.1. Objetivos do trabalho

O objetivo deste trabalho é estudar a trajetória tecnológica de uma firma líder num setor *high-tech* no Estado do Paraná, e analisar a interação entre essa trajetória e o ambiente institucional e tecnológico da região. A partir do estudo de caso da trajetória tecnológica da Siemens Telecomunicações do Paraná, discutem-se os vínculos entre o aprendizado tecnológico, a infra-estrutura de ciência e tecnologia disponível no Estado, e as distintas políticas industriais adotadas pelo governo brasileiro.

A elevação das capacidades tecnológicas da firma e a expansão da infra-estrutura de ciência e tecnologia reforçam-se mutuamente através da produção de *externalidades*, materializadas no intercâmbio de informações, de bens e de pessoas entre a firma e a região. A produção de externalidades pode adotar distintas modalidades. Nesta pesquisa, o foco estará colocado na realização de convênios de cooperação entre a Siemens e agentes públicos e privados de P&D.

A produção de externalidades é uma antiga preocupação das teorias da economia regional (ver seção II). A discussão sobre os “pólos” de desenvolvimento, as economias de aglomeração e os “*linkages*” entre as diversas atividades, apontam para a importância dos processos cumulativos no desempenho relativo das diversas regiões nas economias brasileira e internacional. Esses processos cumulativos também se observam no âmbito da tecnologia, em função do caráter localizado da inovação e do aprendizado. A cumulatividade do aprendizado tecnológico contribui para gerar círculos virtuosos ou viciosos de crescimento regional, associados a retornos crescentes de escala na firma, na indústria e/ou na região. Como resultado, diferenças iniciais pequenas no ambiente institucional e de política industrial podem produzir diferenças significativas na evolução posterior de cada região¹.

Este trabalho analisa alguns dos fundamentos “micro” e “meso” dessa diferenciação “macro” entre regiões, enfatizando tanto a construção das capacidades tecnológicas no interior da firma, quanto os impactos regionais dos mecanismos de cooperação tecnológica entre agentes públicos e privados .

I.2. Um resumo dos principais resultados

Os principais resultados obtidos, que serão desenvolvidos ao longo do relatório, podem ser resumidos da seguinte forma:

- (i) a trajetória da firma mostrou um elevado dinamismo tecnológico, no qual interagiram positivamente os estímulos da política econômica brasileira e a forte tradição de pesquisa da firma;
- (ii) esse dinamismo tecnológico aumentou ao longo do tempo, como resultado da acumulação de capacidades tecnológicas na firma e na região, redefinindo o papel da subsidiária paranaense no conjunto das atividades globais da Siemens;
- (iii) a firma combinou crescentemente suas próprias capacidades tecnológicas com o

¹ A literatura denomina esse tipo de fenômenos de *path-dependency*: o passado da firma ou da região desempenha um papel decisivo na sua evolução futura. Trabalhos clássicos sobre o tema são Arthur (1993) e David (1985). Ver seção II.

- uso de capacidades externas, através das oportunidades oferecidas pela política de estímulos fiscais do governo federal e pela infra-estrutura de Ciência e Tecnologia (C&T) instalada no estado do Paraná e em outros estados do Brasil;
- (iv) as políticas públicas desempenharam um papel-chave na definição da direção e da intensidade das atividades tecnológicas da firma. Essas políticas combinaram distintos instrumentos cuja importância foi mudando nas diferentes etapas tecnológicas da história da empresa;
 - (v) em virtude da cumulatividade do progresso técnico, o impacto de longo prazo dessas políticas foi provavelmente muito mais significativo do que seu impacto no curto prazo;
 - (vi) os investimentos em P&D produziram dois tipos de externalidades: (a) a saída de pessoas com experiência para outras firmas do setor, ou para setores tecnologicamente próximos; (b) a expansão das capacidades tecnológicas regionais como resultado de convênios de cooperação em P&D com instituições públicas e privadas. Em ambos os casos, o investimento em P&D gerou capacidades técnicas que poderiam ser usadas em outras firmas e setores;
 - (vii) a existência de externalidades implicou numa diferença entre os retornos social e privado do investimento em P&D. O papel das políticas públicas nesses casos consiste em corrigir essa diferença, de forma a possibilitar que o nível de investimento em P&D se aproxime do ótimo social. Esse papel foi desempenhado pela política industrial, de diversas formas ao longo do tempo – através da proteção nos anos setenta e oitenta e de estímulos fiscais nos anos noventa;
 - (viii) as políticas de promoção do aprendizado envolveram uma importante transferência de recursos da sociedade em favor do setor, via preços domésticos mais elevados do que os preços internacionais (até os anos noventa) e via renúncia fiscal (no período recente). Uma análise adequada do impacto líquido das políticas exigiria levar em conta aspectos sistêmicos que escapam ao âmbito de um estudo de caso. Todavia, a pesquisa encontrou algumas evidências sobre custos e benefícios sociais que poderiam ajudar a reavaliar o papel das políticas de P&D no estado do Paraná;
 - (ix) parece claro que a forma relativamente gradual em que a liberalização comercial foi realizada, e a permanência de incentivos para P&D, evitou que a trajetória de aprendizado seguida nas décadas anteriores sofresse solução de continuidade. Não houve destruição de capacidades tecnológicas nem desmonte das equipes técnicas (como aconteceu em outros países submetidos a tratamento de choque). Pelo contrário, as atividades de P&D continuaram a aumentar na firma nos anos noventa;
 - (x) os resultados anteriores sugerem uma trajetória relativamente bem sucedida de construção de capacidades tecnológicas e de produção de externalidades para o conjunto da economia regional a partir de uma empresa multinacional líder num setor de ponta. Todavia, isso não implica que a trajetória seguida pela empresa, ou que as políticas adotadas pelo governo, sejam as mais desejáveis ou as mais

eficientes (ver seção II). A evidência apenas confirma a complexidade do aprendizado e a inconveniência de aplicar os instrumentos convencionais da teoria econômica para analisar o âmbito da tecnologia. Qualquer política orientada ao setor deveria levar em consideração a expansão das capacidades já desenvolvidas, que representam um ativo tecnológico lentamente acumulado durante décadas de aprendizado;

- (xi) há algumas evidências que indicam a necessidade de uma política mais ativa das instituições de P&D que atuam no Estado do Paraná no sentido de captar plenamente os investimentos em P&D das firma em nível regional. A cumulatividade da trajetória tecnológica não supõe um processo automático, mas apenas garante novas oportunidades que podem (ou não) ser aproveitadas;
- (xii) o efeito multiplicado das atividades da empresa no campo tecnológico foram importantes. Todavia, alguns aspectos da política deveriam ser analisados com mais cuidado, a saber: (a) a possibilidade de ter estímulos específicos para P&D nas pequenas empresas; (b) a possibilidade de atuar mais seletivamente sobre os investimentos que geram externalidades, *de forma a evitar que a renúncia fiscal se transforme em um subsídio para investimentos que já desfrutam de uma alta taxa de retorno privada, em lugar de estimular novos investimentos com retorno social elevado*; (c) a possibilidade de usar políticas horizontais de estímulo à P&D para promover esses investimentos também em outros setores; (d) a necessidade de corrigir a extrema fraqueza do investimento público *vis-à-vis* o montante do investimento privado realizado com fundos da renúncia fiscal, como forma de tornar a política industrial mais efetiva e austera.

I.3. Estrutura do Relatório

O restante do trabalho está organizado da seguinte forma:

- (a) na seção II, apresenta-se uma breve revisão da teoria do Sistema Nacional de Inovação/Sistema Regional de Inovação e do aprendizado tecnológico;
- (b) na terceira seção, discute-se a evolução da política industrial brasileira, que representou o marco geral das atividades de P&D na firma e na região;
- (c) na seção IV, analisam-se as principais fases da trajetória tecnológica da Siemens no Paraná e sua interação com o SRI;
- (d) na seção V, discutem-se os determinantes das decisões de investimentos em P&D com base na evidência apresentada na seção anterior.

II. INSTITUIÇÕES E APRENDIZADO TECNOLÓGICO: UMA BREVE REVISÃO DA TEORIA

II.1. Determinantes do aprendizado: O Sistema Regional de Inovação

A capacidade de uma região ou de um país de gerar e difundir inovações tem um componente sistêmico que abrange um certo âmbito geográfico e político, delimitado pelas articulações produtivas e tecnológicas entre as firmas, assim como pelo marco institucional que as regula. O conceito de Sistema Nacional de Inovação (SNI) procura, precisamente, capturar a influência do ambiente institucional sobre o dinamismo tecnológico do sistema. Nelson e Rosenberg (1993, pp.4-5) definem o SNI como:

"a set of institutions whose interactions determine the innovative performance (...) of national firms. There is no presumption that the system was, in some sense, consciously designed, or even that the set of institutions involved works together smoothly and coherently. Rather, the systems concept is that of a set of institutional actors that, together, plays the major role in influencing innovative performance".

Assim, o conceito de sistema de inovação faz referência (i) à importância das interações entre agentes diversos (públicos e privados) na produção e difusão de tecnologia no sistema econômico, (ii) à idéia de que essas interações são organizadas e canalizadas através de instituições que não se restringem ao sistema de preços², e (iii) à diversidade dos arranjos institucionais e produtivos que servem de base ao processo de aprendizado. Essa base, por sua vez, muda como resultado da operação de mecanismos de seleção (principalmente, da concorrência entre firmas e tecnologias no mercado) e das respostas criativas dos agentes a um ambiente em mudança permanente.

Alguns autores também enfatizam o tipo de especialização produtiva do país como uma variável-chave na definição da intensidade e da direção do aprendizado (Andersen, 1992). Esses autores sugerem estender a idéia de SRI além do âmbito institucional, para incorporar aspectos relativos à estrutura produtiva da região. Esses autores observam que:

- (a) o aprendizado tecnológico é localizado, isto é, ele ocorre na vizinhança de uma certa base tecnológica e produtiva;
- (b) como consequência, o potencial de aprendizado futuro dependerá crucialmente do tipo de atividades produtivas e tecnológicas já internalizadas no país ou na região (as capacidades tecnológicas existentes num certo momento delimitam o espaço do aprendizado em períodos subsequentes);
- (c) por isto, o padrão de especialização dos países/regiões tende a ser relativamente estável no tempo (não há "saltos" no padrão de especialização);
- (d) como os distintos setores da economia diferem em termos da sua oportunidade tecnológica³, cada padrão de especialização está associado a um potencial diferente de

² As instituições, nesse contexto, são definidas como regras sociais (formais e informais), regularidades e hábitos de comportamento que organizam a interação entre os indivíduos em sistemas complexos (Johnson, 1992, p.25). Uma revisão mais ampla do tema pode ser encontrada em Maki (1993).

³ Definida como a facilidade de encontrar inovações importantes ao longo de uma trajetória tecnológica (Dosi, 1984).

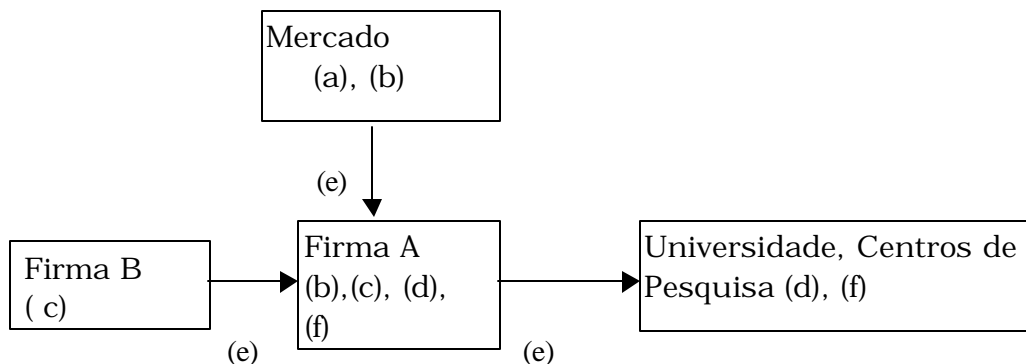
inovação e aprendizado (taxas diferentes de inovação e aumento da produtividade no tempo);

- (e) à luz dos aspectos anteriores, o padrão de especialização é um componente importante do SRI.

O conjunto de variáveis acima mencionado - institucionais, tecnológicas e produtivas - faz com que a evolução da firma/indústria mostre um componente local irredutível, definido em nível de países (SNI) ou de regiões circunscritas no interior de um país (SRI). Essas variáveis constituem o principal objeto da pesquisa desenvolvida.

II.2. Mecanismos de Aprendizado

O *diagrama 1* mostra resumidamente algumas das interações possíveis entre instituições, especialização e aprendizado. Existem distintos tipos de aprendizado, e cada um deles tem exigências específicas em termos da comunicação e do intercâmbio de informações entre os agentes. O marco institucional organiza essas interações, facilitando ou limitando o processo de aprendizado.

DIAGRAMA 1 - FLUXOS DE INFORMAÇÃO E APRENDIZADO

- (a) seleção
- (b) *learning by using*
- (c) *learning by doing*
- (d) *learning by exploring*
- (e) *learning by interacting*
- (f) busca

Alguns esclarecimentos com relação ao diagrama:

* **Mecanismos de aprendizado:** *Leaning by Doing; Learning by Using; Learning By Interacting; Leaning by Exploring; busca: atividades de P&D voltadas à geração de novos produtos e processos.* Aprendizado e busca redefinem as rotinas de produção às estratégias da firma.

* **Seleção:** expansão/contração da população e do tamanho das firmas como resultado da concorrência.

* **Evolução da Firma/Indústria.**

(i) A firma A opera num certo mercado onde a pressão da *concorrência* provoca um processo de seleção entre as firmas, que se contraem, expandem, desaparecem e/ou redefinem suas estratégias e rotinas de produção e de busca.

(ii) A firma tem interfaces com os produtores de insumos e equipamentos (firma B), com os quais troca informação, bens e serviços. Em alguns casos, as informações são transmitidas na forma de preços e quantidades. Em outros casos, essas informações também adotam a forma de especificações técnicas, uma lista de problemas não resolvidos e um conjunto de experiências e habilidades acumuladas pelos engenheiros e pelas equipes de ambas as firmas. Simultaneamente, a firma interage com centros de pesquisa e universidades, através do treinamento e da realização de projetos tecnológicos específicos e de pesquisas de fronteira. Os esforços em áreas de fronteira concentram-se nas universidades e centros de pesquisa ,

mas as firmas podem manter equipes de monitoramento do movimento da fronteira.

(iii) O *marco institucional* estrutura o fluxo de informações, os estímulos e os mecanismos de aprendizado. As instituições podem adotar a forma de estímulos econômicos convencionais (incentivos fiscais, subsídios a P&D, proteção de patentes ao inovador etc); da criação de externalidades (infra-estrutura de ciência e tecnologia, treinamento, formação profissional); e de mecanismos de promoção do fluxo de informações entre firmas (onde as variáveis culturais podem desempenhar um papel especialmente relevante).

(a) *Aprendizado na produção*. É o aprendizado que surge das atividades de produção, compra de equipamentos e insumos, e de vendas da firma, o que inclui, como casos específicos, os chamados *learning by doing*, *learning by using* e *learning by interacting* (aprendizado no processo produtivo, na utilização dos equipamentos e através da interação com fornecedores e usuários, respectivamente). Ele não deve ser visto como um processo automático ou como um sub-produto das operações rotineiras da firma: exige, na maior parte dos casos, esforços deliberados e investimentos específicos, embora muitas vezes a firma não tenha formalmente um departamento de P&D⁴. Esse tipo de aprendizado já foi amplamente documentado em pesquisas de campo na América Latina (Katz, 1982).

Deve-se observar que esse tipo de aprendizado tem uma associação estreita com a estrutura produtiva do país/região, como sugerido por Andersen (ver acima). No caso do estado do Paraná, a base produtiva sofreu um processo intenso de mudança estrutural em anos recentes, o que certamente terá consequências de longo prazo sobre o aprendizado através da produção.

(b) *Aprendizado através da busca*. Esse tipo de aprendizado desenvolve-se em departamentos formais de P&D, com o objetivo explícito de desenvolver novos produtos e processos. Constitui o âmbito por excelência de geração de vantagens competitivas por parte das firmas inovadoras.

(c) *Aprendizado através da exploração*. É um tipo de aprendizado sem vínculo direto com o desenvolvimento de novos produtos e processos. Ele inclui a ciência pura ou a experimentação tecnológica de fronteira. Apesar do seu caráter aparentemente afastado das demandas do mercado, sua importância para o aprendizado na busca e na produção não deve ser negligenciada. A existência de esforços de acompanhamento das tecnologias de fronteira no interior da firma, ou de mecanismos de acesso rápido a esses avanços através de vínculos entre as firmas e as universidades/centros de pesquisa, pode ser uma variável relevante para explicar o desempenho diferencial das firmas inovadoras (Freeman, 1974).

Deve-se observar, ainda, que esses três tipos de aprendizado não formam comportamentos estanques e independentes. De fato, existem diversos mecanismos de retroalimentação e reforço mútuo entre eles. É mais correto, portanto, falar de um contínuo de processos de aprendizado, onde os limites entre os distintos mecanismos são bastante elásticos. Por sua vez, através do aprendizado a firma desenvolve novas capacidades, novos ativos tecnológicos, que revelam problemas e induzem novos desequilíbrios - entre os quais a própria sub-utilização das capacidades tecnológicas recentemente criadas - de acordo com o processo descrito no trabalho clássico de Edith Penrose. Elas constituem um estímulo para novos investimentos em tecnologia e para a expansão da firma num contexto de desequilíbrio.

⁴ É o chamado P&D implícito, realizado informalmente pelos engenheiros na própria planta, como resposta aos gargalos e dificuldades que surgem durante o processo de produção (*trouble-shooting*).

O foco deste trabalho está constituído precisamente por esse processo de transformação das capacidades tecnológicas da firma no tempo, e pela sua interação com o ambiente institucional no estado do Paraná⁵.

II.3. Externalidades, retornos crescentes e política industrial

As externalidades surgem quando as decisões de alguns agentes afetam o bem-estar ou a eficiência de outros, sem que esses efeitos sejam captados pelos mecanismos de mercado. Meade definiu externalidades da seguinte forma (cf. Cornes e Sandler, 1986, p.29):

“ An external economy (diseconomy) is an event which confers an appreciable advantage (inflicts an appreciable damage) on some person or persons who were not fully consenting parties in reaching the decision or decisions which led directly or indirectly to the event in question ”

O aspecto mais destacado das externalidades é que seus efeitos não podem ser “otimizados” pelos agentes através dos sinais de mercado. Como consequência, o equilíbrio competitivo não é neste caso um ótimo Pareto. Para alcançar esse ótimo, é necessário corrigir a falha de mercado através de subsídios ou impostos sobre a fonte das externalidades.

Neste trabalho, interessam as externalidades produtor-produtor (os produtores são a fonte e os receptores da externalidade). Mais especificamente, interessam as externalidades positivas geradas pelos investimentos em P&D.

Com efeito, um convênio entre uma firma e uma instituição de P&D permite elevar as capacidades tecnológicas dessa instituição. Isso terá efeitos positivos não apenas sobre a eficiência da firma que realiza o convênio, mas também sobre outras firmas da região que utilizam os serviços daquela instituição de P&D. Obviamente, um volume elevado de investimentos dessa natureza por distintas firmas na região terá como consequência um impacto significativo sobre a eficiência de todas as firmas, superior ao custo individual de cada um dos investimentos. Existem, neste caso, retornos crescentes de escala, que impulsionam o processo de crescimento e geram círculos virtuosos (cumulatividade) de expansão industrial. Todavia, esses benefícios não são inteiramente captados pelas firmas que realizam o investimento. Por essa razão, os investimentos tendem a ficar num nível sub-ótimo. A necessidade de corrigir a divergência entre o benefício social e privado do investimento em P&D justifica a intervenção pública nesses casos. Este ponto é tratado com mais detalhe no diagrama 2A e 2B à frente.

O diagrama 2 A descreve a diferença entre o equilíbrio socialmente ótimo e o equilíbrio de mercado, num marco estático, como analisado na teoria *mainstream*. O equilíbrio de mercado ocorreria onde o custo marginal do investimento em P&D iguala a receita marginal privada desse investimento, o que resulta num nível de investimento I 1. Todavia, o nível de investimento socialmente ótimo ocorreria onde o custo marginal privado e a receita marginal social se cortam, em I 2. Um subsídio ao investimento em P&D deslocaria a curva de custo marginal para a direita, de forma a igualar o nível privado de investimento com o socialmente ótimo.

O papel dos subsídios às atividades de P&D pode ser analisado num contexto dinâmico, mais consistente com a abordagem evolucionista utilizada previamente. O diagrama 1 B é uma representação

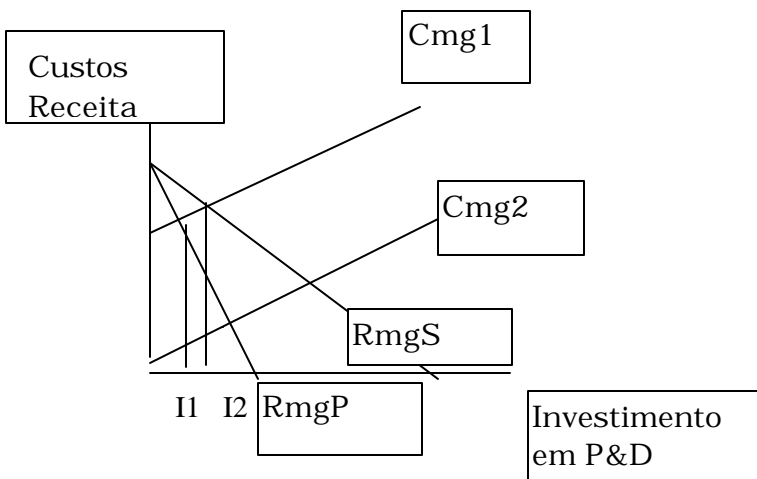
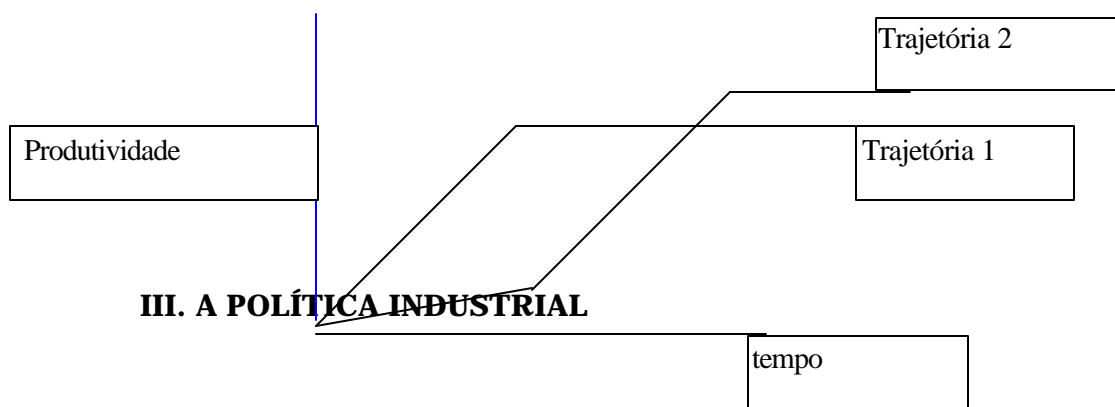
⁵ Esta perspectiva de transformação das capacidades constitui um aspecto central das teorias evolucionistas da organização industrial. Ver Nelson e Winter (1982), cap.2.

muito estilizada do impacto dos investimentos em P&D. Ele representa duas trajetórias diferentes da produtividade no tempo de uma região, associadas a diferentes níveis de investimento em P&D: um nível baixo (trajetória 1) e um nível alto (trajetória 2). Devido à cumulatividade do progresso técnico, os custos de mudar de uma trajetória à outra são extremamente altos. As regiões aparecem, assim, “bloqueadas” (*lock-in*) na trajetória escolhida, o que corresponde a um sistema com equilíbrios múltiplos.

A produtividade regional na trajetória 1 aumenta rapidamente a partir da exploração de vantagens comparativas estáticas, elevando a competitividade da firma com baixos investimentos em P&D. A trajetória 2, pelo contrário, estaria vinculada à construção de vantagens comparativas dinâmicas. A produtividade cresce lentamente enquanto se estabelece a infra-estrutura de ciência e tecnologia. A construção de externalidades exige solucionar problemas complexos de coordenação entre os agentes e a realização de vultosos investimentos iniciais, cujos resultados não são imediatamente visíveis. Mas os ganhos de produtividade tornam-se cada vez mais acelerados, o que possibilita a superação da trajetória 1, baseada em vantagens estáticas.

Se as firmas fossem capazes de internalizar todos os benefícios do investimento em P&D, escolheriam a trajetória 1, a mais vantajosa no longo prazo. Nesse caso, os retornos sociais e privados coincidiriam e a solução de mercado seria um ótimo paretiano. Todavia, a presença de externalidades induz níveis de investimento privados menores aos socialmente desejáveis, razão pela qual, na ausência de política industrial, a trajetória 1, menos eficiente no longo prazo, prevaleceria. Inversamente, na ausência de externalidades, os subsídios da política apenas resultariam em lucros mais elevados para as empresas que atuam, sem compensação alguma em termos de benefícios sociais.

Em resumo, as externalidades propiciadas pelos investimentos em P&D seriam capazes de garantir retornos crescentes para a expansão econômica regional durante um período maior do que aquele possibilitado pela exploração de vantagens comparativas estáticas, como recursos naturais ou mão-de-obra barata, o que justifica o uso da política industrial quando essas externalidades são significativas.

Diagrama 2 A: Externalidades num contexto estático: subsídio às atividades de P&DDiagrama 2 B. As externalidades num contexto dinâmico

III. A POLÍTICA INDUSTRIAL

Política industrial pode ser abordada em duas perspectivas diferentes. Numa destas abordagens é tratada num sentido restrito como políticas de orientação do mercado e medidas para corrigir falhas de mercado ou melhorar operações de mercado. Na outra, é possível tratar o conceito de maneira mais ampla, incluindo não apenas medidas de política especificamente industrial mas também outras medidas macroeconômicas mais gerais, como aquelas que influenciam a performance industrial (crescimento, competitividade e produtividade).

Neste trabalho adotaremos o conceito amplo de política industrial. Portanto, admitimos que a competitividade dos setores depende tanto de aspectos microeconômicos como macroeconômicos, os últimos dando suporte estrutural às firmas. Sabe-se que as vantagens competitivas ocorrem em determinados setores, indústrias ou aglomerados (*clusters*) geográficos e as vantagens competitivas nacionais são determinadas pelo número e natureza destas indústrias e *clusters*. Por isso, “as diferentes economias (aí incluídas tanto desenvolvidas como em desenvolvimento) dispõem de instituições e

instrumentos de ação que visam alcançar objetivos tais como: (...) promoção de setores considerados (sob diferentes pontos de vista) estratégicos” (IEDI, 1998, p.i)

No Brasil pode-se observar um “modelo de competitividade” de meados dos anos 50 até fim dos anos 70, o qual teve relativo sucesso, pois a estrutura industrial criada neste período convergiu para os padrões industrial e tecnológico internacionais. Todavia, essa convergência foi apenas parcial. Permaneceram problemas sérios de competitividade na indústria nacional, que não foi capaz de realizar o *catching up* com as novas tecnologias dos anos 80. Isto principalmente porque as instituições criadas geraram uma inércia política em geral e especificamente de política industrial, a qual acabou por dificultar as transformações que eram necessárias para a década de 80 (Suzigan, 1997, p.31).

O Plano de Metas de Kubitschek foi a primeira tentativa efetiva de planejamento do desenvolvimento industrial. O plano coordenou um programa de investimentos públicos e privados (nacional e estrangeiro) organizado de acordo com um conjunto de metas específicas. Nos anos 60, com reformas constitucionais, crise política e o advento do autoritarismo, a política industrial foi abandonada. A preocupação principal era a estabilização e a coordenação econômica através do CMN (Conselho Monetário Nacional). Durante o chamado período do milagre (1968-73) retornou a preocupação com política industrial, através do I Plano Nacional de Desenvolvimento (I PND). No entanto, neste período não houve uma preocupação significativa com o tema do desenvolvimento tecnológico.

A segunda grande tentativa de implementar uma política industrial foi o II PND, adotado pelo Governo Geisel (1974- 1979). Através deste plano um conjunto de investimentos públicos e privados foi realizado na indústria e na infra-estrutura. Foram definidas indústrias preferenciais para receber os recursos, como insumos básicos e bens de capital, deixando de privilegiar os bens de consumo duráveis como na década de 50 (Castro, 1985, p.38). Esse plano resgatou o foco setorial incluindo, dentre estes, insumos básicos como petroquímica e metais não ferrosos, bens de capital e alta tecnologia (telecomunicações, aviões, armas, energia nuclear e informática). Em realidade, a eletrônica digital foi um setor com caráter estratégico no II PND, sendo caracterizado por uma forte reserva de mercado, que beneficiou às empresas do setor, como será visto na seção seguinte. A política incluiu a elevação de tarifas e, posteriormente, a exigência de depósitos equivalentes a 100% do valor da importação por 360 dias. Dessa forma, houve um encarecimento de componentes importados (Lessa, 1988, p.208).

Existiu pouca preocupação no II PND com as deficiências do país nas áreas de educação e treinamento da mão-de-obra. Por outro lado, a sua estrutura institucional acumulou problemas que tornaram difíceis as importantes modificações que deveriam ter sido realizadas nos anos 80. Para Suzigan (1997, p. 43), os principais problemas do II PND foram: um excessivo protecionismo; a concessão de subsídios generosos (fiscais e financeiros), sem uma contrapartida clara em termos de metas de exportação e de ganhos de produtividade; uma ênfase insuficiente e tardia no incentivo às exportações; a negligência quanto ao desenvolvimento tecnológico; a falta de seqüência entre os planos e políticas.

Foi dentro do contexto do II PND que a Equitel -Siemens começou sua expansão na cidade industrial de Curitiba.

Nos anos 80, a política industrial foi abandonada. Este fator pode ser apontado como uma das causas da década perdida (Suzigan, 1997, p.11). Houve nesses anos um processo de deterioração das instituições, da infra-estrutura e do sistema de ciência e tecnologia, juntamente com a instabilidade macroeconômica. Durante os anos 80, a prioridade foi dada à política monetária de curto prazo e às políticas fiscais para controlar a inflação, com efeitos negativos sobre a indústria nos primeiros cinco anos da década (ibid., p.12).

Na segunda metade dos oitenta, apesar de que as medidas anti-inflacionárias ainda eram a prioridade dos *policy-makers*, ocorreu um amplo debate sobre política industrial. Isto foi a base para as reformas de política comercial e industrial que ocorreram na década seguinte. Neste período, o investimento em infra-estrutura declinou de 24,1% em 1980 para 16,6% do PIB em 1984, assim como o investimento de empresas estatais declinou no mesmo período cerca de 26,7%. O maior declínio de investimento ocorreu em energia (29,4%) e infra-estrutura de transporte (28,4%) enquanto telecomunicações sofreram redução de 18,4%. A infra-estrutura de ciência e tecnologia também se deteriorou com redução dos gastos em P&D (depois de um aumento contínuo na década de 70 alcançou 0,58% do PIB em 1980 e decaiu para 0,5% em 84) e com a menor atenção dada à formação em nível de pós-graduação, reduzindo os recursos do CNPq (Suzigan, 1997, p.56-57). As políticas do período provocaram uma estratégia defensiva das empresas para a reestruturação de seus patrimônios, corte de investimentos, redução da força de trabalho, substituição das atividades produtivas pelas financeiras como principal fonte de lucro e direcionamento de uma maior parcela de suas produções para o mercado externo. Na segunda metade da década, a tendência apresentada aprofundou-se.

Em 1988 é proposta a chamada Nova Política Industrial (NPI), que incluía Programas Setoriais (PSIs) e Programas de Desenvolvimento Tecnológico (PDTIs), nos quais a variável tecnológica recebia maior destaque. Também foi proposta uma reforma do comércio exterior, com redução de tarifas de importação. Esta última proposta foi compensada em alguns casos por legislações específicas - como no caso da lei de informática. Mas houve uma redução da média tarifária de 51% para 40% em 1988, com uma redução posterior para 35% em 1989 (Suzigan, 1997, p.76).

No entanto, a liberalização tarifária não teve inicialmente grande impacto, já que as barreiras não-tarifárias se mantiveram. Somente no governo Collor a liberalização comercial foi efetivamente implementada, embora com importantes exceções, como o setor de informática e a *Zona Franca* de Manaus. Todavia, reduziam-se crescentemente as exigências de permissão para importar produtos de informática, o que indicava que a reserva de mercado estava por ser terminada.

Para estimular o setor de informática foi aprovada a Lei 8248/91 que definia as firmas brasileiras de capital nacional. Esta, entre outras características, apresentava a obrigação de nacionalidade e residência de acionistas e no mínimo 51% do capital votante em mãos de brasileiros e com poder de efetivamente administrar a firma. Em 1995, esta lei foi modificada, sendo eliminada a diferenciação entre capital nacional e estrangeiro, considerando firma brasileira aquela constituída sob as leis brasileiras e operando neste país. Outros incentivos foram: a) dedução de até 50% do imposto de renda nos anos fiscais de 1992 a 97 dos gastos com P&D feitos no país, seja diretamente ou com centros de pesquisa e universidades; b) isenção de IPI, para produtos fabricados no país, de acordo com regras do PPB; c) prioridade no financiamento por instituições financeiras federais para investimentos fixos, expansão e modernização da indústria (Suzigan, 1997, pp.88-89). Esta lei tem sido o principal instrumento legal utilizado pela Siemens-Equitel em seu projeto de P& D.

O financiamento de investimento a médio e longo prazo da economia brasileira continuou sendo apenas pelo sistema BNDES. Para se beneficiar de incentivos e compras pela agências federais, o produto deveria ter um conteúdo doméstico de no mínimo 60% (Regulação do Ministério da economia 121/91). O Mercosul foi também um importante instrumento de incentivo à exportação de manufaturados brasileiros e isto ocorreu principalmente nos setores automotivo e de capital com destino para a Argentina.

As privatizações foram aceleradas no governo Collor, sendo justificadas por gerar verbas para cobrir o grande déficit público e por tentar melhorar a deficiente infra-estrutura do país. As preocupações eram os setores de transporte, principalmente, e de energia e telecomunicações. Estas áreas eram vistas

como pré-condições para a competitividade industrial.

Após o impeachment de Collor houve alta da inflação e um novo plano de estabilização (Plano Real) foi proposto, do qual os processos de liberalização comercial e financeira eram parte, deixando no entanto num plano secundário uma política industrial abrangente no país. No final dos 90, uma nova política industrial foi anunciada e parcialmente implementada. A ênfase era dada ao aumento da competição, à desregulação e às políticas de privatização. Quando o plano Real foi lançado a liberalização ocorreu de maneira acelerada, a qual não requeria recursos do governo e tão somente uma pequena intervenção do Estado. Como resultado, tivemos um déficit comercial e medidas políticas foram lançadas para tentar estimular a exportação e o investimento setorial principalmente com a utilização de tarifas e a regulação de práticas comerciais injustas.

Durante a administração de Itamar Franco novas medidas foram adotadas, como a Lei 8661 de junho de 93, que incentivava o desenvolvimento tecnológico e definia estímulos à capacitação tecnológica da indústria e da agricultura. Entre os principais incentivos temos (Suzigan, 1997, p.111): a) dedução de 8% do Imposto de Renda sobre o gasto realizado com P&D; b) aceleração da depreciação calculada de maquinaria e equipamento destinado a atividades de P&D; c) isenção de IPI para maquinaria, equipamento, acessórios e ferramentas relacionadas a P&D; d) aceleração da amortização de gastos relacionados à P&D, entre outras.

Em 1994, houve uma grande reestruturação tarifária com a criação da nova tarifa externa comum proposta no âmbito do Mercosul (negociada em outubro de 94 e implementada em janeiro de 95).

As privatizações foram aceleradas e a lei de concessão 8987/95 permitiu que o setor privado participasse dos setores de transporte, geração e distribuição de energia, numa tentativa de diminuir a *gap* entre demanda e oferta nestes setores (Suzigan, 1997, p.128-9). A Siemens se engajou ativamente nesta nova fase alterando sua estratégia industrial no país por esperar um aumento de sua participação no mercado em decorrência da privatização. Segundo artigo da Gazeta Mercantil⁶, a empresa espera crescimento no setor de telecomunicações entre 15 e 20% aa. nos próximos anos com uma profunda mudança no ambiente competitivo.

IV. EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA DA FIRMA E O SISTEMA REGIONAL DE INOVAÇÃO (SRI): O CASO DA SIEMENS NO PARANÁ⁷

Neste seção é analisada a interação entre a evolução da firma e o SRI, no marco definido pelas políticas industriais estudadas na seção anterior. Primeiramente, apresentam-se brevemente algumas informações gerais sobre a empresa. Posteriormente, discutem-se as principais fases da evolução da Siemens Telecomunicações do Paraná. Na seqüência, discute-se como essas fases se vincularam ao SRI, com destaque para a produção de externalidades na região.

⁶ Ericsson e Siemens definem planos – por Anna Lúcia França e Christiane Martinez, 6/08/98.

⁷ As fontes utilizadas são informações institucionais proporcionadas pela própria empresa, informações de jornais especializados e entrevistas com diversas pessoas envolvidas no processo de geração e difusão de tecnologia. Cf. as fontes no final do relatório.

IV.1. Histórico

Fundada em Berlim em 1847, a Siemens ocupava, em 1996/97, o quinto lugar entre as empresas de engenharia elétrica e eletrônica do mundo, em termos de volume de vendas. Considerando apenas o volume de vendas no setor de bens de capital elétrico, a empresa ocupava a segunda posição, sendo superada somente pela IBM.

A base tecnológica da firma está constituída pelo desenvolvimento, projeto e produção de equipamentos de telecomunicações, tendo-se diversificado, a partir da sua base inicial de excelência tecnológica, na direção da informática, material de transporte, geração e transmissão de energia, iluminação, produção de componentes eletrônicos⁸ e aparelhos médicos de alta tecnologia. Trata-se de setores tipicamente *high-tech*, vetores privilegiados de incorporação e difusão das novas tecnologias eletro-eletrônicas.

A importância da inovação e do P&D como fonte de competitividade é especialmente evidente nessas indústrias: entre 1992 e 1997, a Siemens investiu US\$ 4,8 bilhões em média por ano em P&D. O dinamismo tecnológico da empresa reflete-se no curto ciclo de vida dos produtos. Em 1997, os produtos desenvolvidos há menos de cinco anos pela empresa representavam 74 % de seu faturamento. Em 1985, essa percentagem era de 55%. Uma tendência similar verifica-se no caso do grupo Siemens do Brasil. Em 1993-94, a empresa investiu US\$ 35 milhões, dos quais 12 % destinava-se a produtos novos e 41 % à racionalização da produção. Em 1996-97, foram investidos US\$ 44,9 milhões, dos quais 21 % destinava-se a produtos novos e 17 % à racionalização.

Sem dúvida, o setor de telecomunicações aparece como um setor estratégico em termos da criação de vantagens competitivas regionais/nacionais e de aprendizado tecnológico. Essa importância é particularmente elevada no caso brasileiro, por ser o Brasil um país no qual esse setor mostra grande potencial de expansão e no qual o marco institucional está sofrendo profundas transformações, tanto do ponto de vista da propriedade dos ativos quanto da regulamentação de mercados, como visto na seção anterior.

A Siemens mostra uma importante diversificação geográfica, com 305 fábricas localizadas na Europa, 142 nas Américas (com uma forte concentração na América do Norte), 69 fábricas na região do Pacífico e 11 fábricas no resto do mundo. Ela constitui, portanto, um exemplo claro de empresa que produz e concorre em nível global.

Embora a Siemens do Brasil tenha sido fundada em 1905, já em 1867 havia participado da instalação da primeira linha telegráfica ligando o Rio de Janeiro ao atual estado do Rio Grande do Sul. Em 1873, participou do lançamento do cabo submarino Rio de Janeiro-Montevideú. Destacam-se também, como momentos significativos da trajetória tecnológica da empresa no Brasil, a instalação da primeira central telefônica automática da América do Sul (Porto Alegre, 1921), o fornecimento e posterior fabricação do primeiro PBX automático do Brasil (Rio de Janeiro, 1953), e a instalação das primeiras centrais de telex automáticas (aerportos de São Paulo e Rio, 1955).

⁸A Siemens é hoje o terceiro fabricante de *chips* de memória da Europa. Todavia, em agosto deste ano teve de fechar a sua fábrica no Nordeste da Inglaterra, em função de perdas recorrentes nesse setor, associadas a uma situação de crise mundial da indústria de semicondutores - a qual também afetou severamente o principal produtor mundial, a Samsung Electronics.

O Grupo Siemens no Brasil está constituído por quatro empresas: a Equitel, que responde por 37 % do faturamento líquido da empresa; a Siemens (inclusive Maxitec), que responde por 37 %; a Osram, que responde por 7 %; e a Icotron (inclusive Coelma), que responde por 6 % desse faturamento. A Siemens tem hoje instaladas fábricas em diversos estados brasileiros, a saber: (i) a fábrica de material elétrico da Lapa, SP; (ii) a fábrica Coelma de material elétrico e a fábrica Equitel Norte de telecomunicações, em Manaus, AM; (iii) a fábrica de material de telecomunicações de Curitiba, PR; (iv) a fábrica Siemens Técnica Médica de Rio de Janeiro; (v) a fábrica de transformadores Tusa de Jundiá, SP; (vi) a fábrica Icotron de componentes passivos e válvulas de Gravataí, RS; e (vii) a fábrica Osram de lâmpadas elétricas de Osasco, SP.

No Paraná, a Siemens instalou-se em 1973 para produzir centrais telefônicas com relê, de base eletro-mecânica (ESK). Em 1975, uma fábrica foi construída na cidade industrial de Curitiba, reunindo a produção de FDM e ESK⁹. Recentemente, foi instalada uma fábrica de sistemas de distribuição elétrica para veículos (chicotes elétricos) em Irati, no Sul do estado do Paraná. Com investimentos iniciais de US \$ 10,0 milhões, a fábrica deverá fornecer chicotes elétricos para os veículos Gol fabricados em São Paulo, para o Mégane Scenic, que está sendo fabricado em São José dos Pinhais, e para a fábrica da montadora da Renault em Córdoba, Argentina.

IV.2. Fases do Desenvolvimento Tecnológico da Siemens no Brasil e no Paraná

Em meados dos anos setenta a CEPAL mostrou, com base nas informações proporcionadas por um conjunto de estudos de caso de empresas latino-americanas, que a indústria metal-mecânica da região tinha seguido um processo evolutivo peculiar a partir de sua implantação nos anos cinquenta (Katz, 1982). Inovações incrementais, orientadas a melhorar/adaptar a tecnologia existente às peculiaridades da região, sustentaram um processo idiosincrático (gradual, porém persistente no tempo) de elevação da produtividade e da competitividade das firmas da América Latina.

Os resultados encontrados neste trabalho sugerem que esse tipo de evolução não se restringe apenas ao setor metal-mecânico. Ele aparece como uma característica marcante da evolução da Siemens do Paraná nas últimas três décadas. Sem que seja possível generalizar com base no estudo de uma única empresa, poder-se-ia sugerir que processos similares ocorreram em outros setores da indústria latino-americana, como os de material elétrico e de telecomunicações¹⁰.

Deve-se observar, desde logo, que a existência do *upgrading* tecnológico na empresa não implica que a trajetória observada seja a mais desejável. Ela pode exibir um certo grau de ineficiência se comparada com as taxas internacionais de progresso técnico e de aumento da produtividade no mesmo setor. Todavia, é importante abandonar a idéia de uma firma periférica passiva que não absorve tecnologia, ou que reproduz estaticamente e sem modificações a tecnologia da matriz, para enfatizar as transformações da firma e do ambiente no tempo.

⁹Do ponto de vista tecnológico, as centrais eletro-mecânicas representam um processo relativamente simples. Já a sigla FDM designa uma base tecnológica diferente e mais sofisticada, baseada em enlaces através de microondas de rádio.

¹⁰Segundo Passos (1998), a Siemens constitui uma exceção, que “vem afastando-se de uma das características apontadas na literatura especializada, qual seja, a de empresas com maioria de capital estrangeiro dificilmente efetuarem quaisquer atividades significativas de P&D fora de seus mercados matrizes e/ou em última instância, fora da tríade de países industrializados composta pelos territórios dos EUA, Japão e União Européia” (p.21).

Com efeito, inicialmente os esforços de aprendizado estiveram orientados à adaptação de processos e produtos às condições físicas, técnicas e econômicas do contexto regional. Gradualmente, o *upgrading* das capacidades tecnológicas locais possibilitou a realização de atividades de pesquisa mais avançadas, redefinindo a posição das subsidiárias brasileiras (inclusive da subsidiária paranaense) na divisão do trabalho de P&D intra-firma. Uma breve descrição desse processo evolutivo é apresentada a seguir.

Entre 1973 e 1978, os esforços tecnológicos da Siemens na área de telecomunicações concentraram-se na adaptação de processos às normas locais e à nacionalização de componentes desenvolvidos no exterior. A partir de 1974, iniciou-se uma fase de desenvolvimento de produtos próprios para o mercado brasileiro, onde se destacaram os sistemas eletro-mecânicos para centrais rurais (CPR-PBX) e os sistemas, mais sofisticados, de adaptação do protocolo analógico para o digital (transmultiplex). Essas tecnologias foram introduzidas no contexto de elevada proteção do II PND, reforçada no final dos anos setenta pela Lei de Informática, que obrigava às firmas a nacionalizar parte da oferta de equipamentos (cf. seção III). Em 1989, começou a produção de sistemas complexos para o mercado brasileiro, com base em tecnologia obtida de parceiros internacionais, com destaque para o sistema multiplex de transmissão de dados. Posteriormente (1992), a firma iniciou a produção de sistemas complexos para o mercado internacional.

A partir de 1994, essa linha evolutiva de aprendizado tecnológico consolidou-se com a implantação de centros de competência (CC) (em nível mundial, latino-americano ou brasileiro) para o desenvolvimento de novos produtos em diversas áreas. Fábricas da Siemens no Brasil são hoje centros de competência mundial em algumas áreas, como na produção de hidrogeradores (com sede na fábrica da Lapa, em São Paulo) e na produção de capacitores de poliéster metalizado (fábrica Icotron, Gravataí-RS). Também estão localizados no Brasil os centros de competência em nível latino-americano para papel e celulose, e para contadores elétricos.

Em Curitiba, em particular, a empresa concentrou-se nas atividades de treinamento e de desenvolvimento na área de telecomunicações. A subsidiária paranaense tornou-se centro de competência (CC) mundial em diversas áreas:

- (i) CC para o desenvolvimento de sistemas de supervisão e controle de redes de assinantes (TMN)¹¹ (junho de 1994);
- (ii) CC para o treinamento em centrais de comutação digital (EWSD¹²) e em equipamentos de transmissão radiodigital (RADI) (fevereiro de 1995);
- (iii) CC para o desenvolvimento de pequenas centrais telefônicas operadas através de teclas (KS/PBX) (agosto de 1996);
- (iv) CC para o desenvolvimento, produção e vendas de telefones analógicos (outubro de 1996);
- (v) CC para o desenvolvimento de documentos de *shelters* (outubro de 1996);
- (vi) CC para o desenvolvimento de placas de circuito de uma linha de assinantes de

¹¹ *Telecommunication Management Network*

¹² A sigla SD designa *software*, enquanto que EW faz referência às centrais telefônicas públicas.

- uma central telefônica pública (SLMA), com *chipset* da fábrica ADM¹³ (janeiro de 1997);
- (vii) CC para desenvolvimento de *software* customizados para uma região (*Application Software Programme*) (abril de 1997);
 - (viii) CC para o desenvolvimento de sistemas multiplex não sincronizados (PDH) (junho de 1997);
 - (ix) CC para elaboração de documentos e manuais para *shelters* (junho de 1998).

Em julho de 1998, Curitiba tornou-se sede do mais novo centro mundial de competência da Siemens. Através de um contrato com a divisão Switching Networks da matriz da Siemens AG em Munique (principal centro mundial de pesquisa da Siemens na área de comutação), a área de comutação do centro de pesquisa e desenvolvimento de Curitiba terá a responsabilidade de desenvolver uma série de produtos para o mercado mundial¹⁴.

Como mencionado, no caso da Equitel em Curitiba, a implantação de um CC mundial na área de comutação implicou um avanço significativo no papel tecnológico da subsidiária no interior da Siemens. O novo CC amplifica as possibilidades de intercâmbio global da subsidiária com outras unidades da empresa. Os investimentos previstos nessa área deverão aumentar de US\$ 5,0 milhões para US\$ 10,0 milhões por ano¹⁵. De acordo com a informação publicada pela *Gazeta Mercantil*, o novo CC estaria encarregado de produzir dois tipos de produtos: (a) um circuito de assinantes, ao qual são conectados os sistemas telefônicos para digitalização da voz; (b) um *shelter*, que permite a redução da rede de fios de cobre no sistema.

Os dados anteriores são perfeitamente consistentes com as evidências que apontam para o *upgrading* das atividades tecnológicas da firma. Nas primeiras fases da trajetória tecnológica, a maior parte do esforço de P&D (97 %) estava voltado para a área de *hardware*. Existia também um fluxo importante de pessoas na direção das subsidiárias européias, onde eram treinadas para participar da nacionalização da produção no Brasil. Já em fins dos anos oitenta, na fase de produção de sistemas complexos para o mercado brasileiro, o esforço tecnológico dividia-se de maneira equitativa entre *hardware* e *software*. Recentemente, com a instalação de centros de competência mundiais e regionais, o *hardware* passou a representar menos da terceira parte do esforço tecnológico.

¹³ *Chipset* designa um circuito integrado para um conjunto de ligações SLMA.

¹⁴ Lorena Klenk, "Siemens traz centro de competência para Curitiba", *Gazeta Mercantil*, 06 de julho de 1998.

¹⁵ Já foi mencionada a implantação de centros de competência mundiais e regionais em diversos setores. A isso devem-se agregar as mudanças no perfil produtivo de certas unidades. É o caso da fábrica de componentes eletro-eletrônicos e de eletrônica embarcada em Salto, São Paulo. Inicialmente, essa unidade produzia fusíveis e acendedores de cigarros. Mais recentemente, ela passou a produzir equipamentos de última geração, como o *immobilizer* (sistema de segurança eletrônica) e um sistema de ventilação para os carros Corsa (Arthur Rosa, "Siemens Inaugura Fábrica de Chicotes Elétricos em Irati", *Gazeta Mercantil*, 19 de junho de 1998).

IV.3. A interação entre a firma e o ambiente: as externalidades

Já foi mencionado que um aspecto-chave da interação entre a firma e o ambiente regional adota a forma da produção de externalidades, as quais freqüentemente sustentam processos cumulativos de aprendizado tecnológico.

(i) migração de técnicos

Um exemplo tradicional de produção de externalidades é o treinamento de pessoas numa firma, que posteriormente passam para outras firmas e setores, os quais se beneficiam desse treinamento. Apesar deste tipo de externalidade não constituir o objeto principal deste trabalho, é importante mencionar que ele parece ter efetivamente ocorrido de forma significativa. Existe uma história de funcionários da firma que abandonaram a empresa para trabalhar em outras empresas ou para abrir seus próprios negócios, o que representou um efeito multiplicador importante das atividades tecnológicas da firma.

No começo dos anos oitenta, numerosas pessoas foram treinadas pela Siemens (na Alemanha ou em subsidiárias européias) para desenvolver produtos com um índice mais elevado de nacionalização para o mercado brasileiro, como exigido pela Lei de Informática. À empresa interessava ter capacidade de produzir esses produtos para reagir às ameaças competitivas ou para aproveitar as oportunidades de mercado. Todavia, em alguns casos, a decisão de produzir localmente era abandonada e, nesse sentido, as capacidades técnicas desenvolvidas pela empresa ficavam sub-utilizadas. *Isso deve ser visto como uma dimensão específica – no âmbito tecnológico – de um aspecto bem conhecido em teoria do oligopólio: nessa estrutura de mercado, as firmas tendem a manter um certo nível de capacidade ociosa*, destinado a convencer aos concorrentes potenciais que a entrada no mercado teria como resposta um aumento da produção e uma queda dos preços. Mas a capacidade física instalada é apenas uma dimensão do poder de retaliação do oligopólio contra concorrentes potenciais. Ela deve estar respaldada pelo domínio das capacidades técnicas necessárias para efetivar a produção.

Já foi mencionado que a criação de novos ativos na empresa gera desequilíbrios que resultam em novas oportunidades de expansão da firma. Mas a acumulação de ativos locais nem sempre estará em perfeita sincronia com as estratégias globais da matriz. Quando os ativos mostram um certo grau de mobilidade, como é o caso das pessoas que já incorporaram conhecimentos tecnológicos sofisticados, esse desequilíbrio pode ser resolvido através da saída de pessoas da empresa – e não através da expansão das atividades da empresa. Num contexto de salários deprimidos na primeira metade dos anos oitenta e com ausência de uma política industrial que estimulasse a produção da empresa (como apresentado na seção III), alguns técnicos da firma decidiram abrir seus próprios negócios. Um exemplo desse tipo foi a criação da empresa Nutron, especializada na produção de equipamentos elétricos para a indústria de alimentos, que chegou a ter 800 funcionários. Alguns dos funcionários da Nutron a abandonaram posteriormente para entrar em outras atividades ligadas à mesma base tecnológica, como a automação bancária. Esse processo de difusão de tecnologia a partir da migração de pessoas entre empresas e setores representa um efeito multiplicador das capacidades iniciais, que não é facilmente visualizado quando se leva em conta apenas os volumes iniciais de investimento em P&D.

(ii) convênios com instituições de P&D

Na sua evolução tecnológica, a empresa utilizou de forma intensiva os acordos de cooperação com outros agentes públicos e privados. Neste caso, a empresa aparece como beneficiária das externalidades produzidas pelos governos estadual e federal. Todavia, deve-se observar que os investimentos da firma nesses convênios induziram à expansão da base de P&D no Paraná, com efeitos sobre a produtividade regional que extrapolam o âmbito exclusivo do convênio.

Alguns dados do período de janeiro de 1994 até junho de 1998 ilustram claramente essa tendência (ver também a tabela I):

- (i) convênio com o CEFET, que responde pelo investimento de aproximadamente R\$ 9,5 milhões;
- (ii) convênio com a PUC-PR, que corresponde a um investimento de aproximadamente R\$ 12,5 milhões;
- (iii) convênio com o CITS, que corresponde a um investimento de aproximadamente R\$ 17,6 milhões;
- (iv) convênio com a FUNPAR (fundação da UFPR), que corresponde a um investimento de aproximadamente R\$ 1,7 milhões;
- (v) convênio com a TECPAR, que corresponde a um investimento de R\$ 614,812.

TABELA I. DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DOS INVESTIMENTOS DA SIEMENS DO PARANÁ ATRAVÉS DA LEI 8248, 1995-99

Cidades	Instituições	Montante em R\$	Porcentagem
Pernambuco	UFPE	144.466	0,20188
Brasília	RNP	2.272.110	3,1752
	Telebrás (Royalties)	3.448.060	4,8186
Goiânia	UFG	163.603	0,2286
Campinas	Fundação Tosello	327.534	0,4577
São Paulo	FUSP-USP	1.167.721	1,63187
	MACKENZIE	1.840.054	2,5714
	ITBA	128.331	0,17934
Rio de Janeiro	PUC-RJ	5.809.691	8,11894
	CEPEL	6.123	0,00855
Curitiba	CITS	23.921.932	33,43
	CEFET	11.923.722	16,66319
	PUC-PR	16.450.306	22,989
	FUNPAR-UFPR	1.516.194	2,11885
	TECPAR	614.812	0,859189
	REDEPESQ	327.725	0,45799
Florianópolis	UFSC/CERTI	1.058.900	1,47979
Porto Alegre	UFRGS	580.502	0,811
Total (P&D externo)		71.557.220	

Deve-se observar que a empresa investiu no Brasil, no período mencionado, um total acumulado de R\$ 71,5 milhões em convênios externos. Os convênios realizados no estado do Paraná absorveram aproximadamente 75 % desses recursos, o que mostra que as instituições da região têm sido especialmente ativas nesse campo. Os convênios realizados incluem não apenas projetos tecnológicos específicos, mas também bolsas para cursos de Mestrado (CEFET-PR) e de especialização (PUC-PR).

A maior parte dos investimentos no estado foram captados pelo Centro Internacional de Tecnologia de Software (CITS). O CITS atua como interface entre as empresas e as instituições de P&D na área de software. A Siemens responde por aproximadamente 70 % das atividades do CITS, e mantém uma participação destacada no seu Conselho Deliberativo.

Existem evidências adicionais que também apontam na direção de uma relação estreita e crescente entre a Siemens e as agências de pesquisa e ensino do estado:

(a) a média anual de técnicos de nível médio e superior na condição de estagiários na Siemens mostrou uma clara tendência ascendente, aumentando de forma contínua de 98 estagiários, em 1992-93, até 347 estagiários, em 1997-98;

(b) os investimentos em desenvolvimento aumentaram de DEM 25,3 milhões (aproximadamente US\$ 15,8 milhões) em 1993-94 para DEM 71,5 milhões (US\$ 44,7 milhões) em 1996-97. Paralelamente,

os convênios externos passaram a representar de 3,9 % desses investimentos para 31,6 %, respectivamente.

(c) a Siemens aparece como uma alternativa de emprego muito atrativa para os estagiários, o que permite à empresa selecionar os estudantes e técnicos de melhor desempenho. A empresa utiliza intensivamente recursos humanos qualificados. Até 50 % dos empregados têm segundo grau completo, e 34 % concluiu curso de formação superior. Apenas 16 % dos funcionários completaram unicamente o primeiro grau. Por outro lado, 61 % do pessoal com formação superior são engenheiros, com concentração nas áreas de engenharia elétrica e eletrônica.

As evidências anteriores convergem no sentido de mostrar uma empresa com vínculos expressivos com o sistema tecnológico local, atuando tanto como produtora de externalidades quanto como consumidoras das capacidades de P&D disponíveis no estado do Paraná.

V. FATORES QUE AFETARAM AS DECISÕES DE INVESTIMENTO EM P&D NA FIRMA

Como já foi observado, distintas variáveis tecnológicas e institucionais concorrem para definir a intensidade e direção do progresso técnico. Um esquema muito simplificado de como essas distintas variáveis interagiram para definir a evolução do P&D no caso da Siemens é apresentado a seguir, considerando os seguintes fatores:

(a) a *estratégia* da firma matriz, que procura alocar internacionalmente as distintas atividades em função das capacidades específicas de cada uma das subsidiárias, sobre bases competitivas no interior da própria firma;

(b) *processos cumulativos* de aprendizado e especialização nas distintas subsidiárias (*path-dependency*) – que são em parte uma função da própria estratégia de expansão a subsidiária;

(c) a existência de vantagens de *custo* em P&D, em função das diferenças nos salários dos pesquisadores e de estímulos governamentais;

(4) a existência de *externalidades* em nível de cada região.

(a) Estratégia

Um dos componentes da estratégia da matriz para a divisão internacional do trabalho intra-firma é permitir que cada uma das subsidiárias procure ampliar seu próprio espaço, num processo fundado (pelo menos parcialmente) na concorrência, cujo resultado permanece em aberto. Embora as decisões sobre alocação de atividades de P&D são adotadas à luz das estratégias globais da empresa, existe um “mercado” intra-firma onde cada agente procura melhorar sua posição relativa.

Sem dúvida, deve-se esperar que fatores culturais, um maior poder de barganha frente aos executivos mais importantes, e a própria existência de externalidades-chave, tendam a favorecer a alocação das atividades de maior complexidade tecnológica na Alemanha ou em outros países avançados. Mas o caráter dinâmico do aprendizado e o impacto dos fenômenos *path-dependency* não permitem estabelecer um quadro rígido nesse aspecto, como se discute no próximo ponto. Pelo contrário, a posição de cada

jogador no jogo não é estacionária, e cada jogador procura de forma permanente redefinir a seu favor.

(b) *path-dependency*

O início de uma trajetória de aprendizado tecnológico pode ter causas diversas. Normalmente, o ponto de partida é a implantação de uma nova fábrica, o que supõe a realização de investimentos substanciais em importação de tecnologia, de novos equipamentos, e na colocação da indústria em operação. Por simples que seja o processo produtivo, a importação de tecnologia nunca é uma transferência direta de conhecimentos a um receptor passivo. Como já foi observado, esforços locais específicos são necessários para incorporar esses conhecimentos às rotinas das firmas e à experiência de seus operários e engenheiros. Nesse processo, adaptações e melhoramentos incrementais são gerados, e criam-se novas capacidades que redefinem o espaço de aprendizado e as estratégias competitivas, não apenas da subsidiária, mas também da própria matriz¹⁶. O investimento inicial é apenas o primeiro passo de um processo evolutivo altamente idiossincrático, caracterizado pela acumulação de conhecimentos e pela irreversibilidade da trajetória.

A cumulatividade da trajetória tecnológica sustenta a estabilidade do padrão de especialização, e possibilita que aqueles agentes que já obtiveram certa experiência com uma tecnologia, estejam em condições mais favoráveis de desenvolver ou adaptar novos produtos e processos¹⁷. Do ponto de vista da matriz, o avanço da subsidiária ao longo de uma trajetória tecnológica muda a posição e o papel dessa subsidiária na estratégia global. Sem dúvida, não se deve supor que todas as possibilidades estão abertas para cada subsidiária em termos de P&D. Há fatores tecnológicos, econômicos e políticos favorecendo os países centrais. *Mas a dinâmica do aprendizado faz com que a alocação mais eficiente dos recursos em P&D seja uma variável que se encontra apenas parcialmente sob controle da matriz.*

Em países que já alcançaram níveis intermediários de capacitação tecnológica, a possibilidade de um *upgrading* expressivo não pode ser desconsiderada, mesmo no caso das subsidiárias de empresas multinacionais. A experiência tecnológica das subsidiárias da Siemens parece confirmar essa idéia.

(c) *Custos*

Em primeiro lugar, é importante observar que o Brasil apresenta vantagens para a realização de certos tipos de P&D. O custo por colaborador do P&D da Siemens no Brasil, considerando salários e infra-estrutura, é de DEM 120, enquanto que esse mesmo custo na Alemanha alcança o valor de DEM 250. Quando não existem equipamentos ou requerimentos de especialização muito sofisticados, os

¹⁶O caso clássico é a geração de vantagens competitivas em mercados do Terceiro Mundo por parte de subsidiárias radicadas nesses países. Adaptações específicas para mercados periféricos permitiram, a subsidiárias brasileiras e argentinas de EMN, a exportação para mercados similares na América Latina e na África. Em alguns casos, essas subsidiárias também exportaram projetos de engenharia, plantas *turn-key* e/ou realizaram investimentos diretos no exterior, dando lugar ao fenômeno das chamadas “multinacionais do Terceiro Mundo” (Wells, 1983).

¹⁷Um exemplo desse tipo de mudança na divisão do trabalho é dado pela construção da linha de fibra ótica unindo Moscou e Wladivostok, na Rússia. Essa atividade ficou a cargo de engenheiros da subsidiária brasileira, em função da experiência que eles já tinham alcançado na implantação de uma rede similar no Brasil. Em ambos os casos, o desafio era implantar o sistema num país de escala continental. Os brasileiros dispunham, nesse sentido, de uma experiência anterior que não estava acessível para os outros centros da empresa.

engenheiros brasileiros desfrutarão de um diferencial competitivo frente aos europeus.

Ao mesmo tempo, os estímulos fiscais vinculados à Lei 8248 foram apontados pela empresa como uma variável-chave para a expansão dos investimentos em P&D no Brasil. Já foi mencionado que o caráter gradual da transição na direção de um mercado mais aberto à concorrência internacional possibilitou a preservação das capacidades acumuladas na firma. A Lei 8248 é parte dos mecanismos de defesa das capacidades técnicas num contexto de abertura comercial.

(d) *Externalidades*

O Paraná tem tido uma política bastante ativa de criação de externalidades para atrair ou facilitar a formação de empresas inovadoras. A base tecnológica do Estado foi objeto de um relatório anterior no marco desta pesquisa (ver Passos, 1998). A evidência reunida neste estudo de caso sugere que essa base teve um papel muito significativo na decisão da empresa de investir em P&D. Sem dúvida, a trajetória tecnológica observada não teria sido possível sem uma sinergia entre a firma e o ambiente tecnológico do Estado.

Deve-se observar, no entanto, que essas sinergias podem estar encontrando alguns limites. A subsidiária paranaense está analisando a possibilidade de realizar importantes convênios com instituições estaduais fora do Paraná. Se se pretende captar plenamente as externalidades em nível regional, será necessária uma atitude mais agressiva dos agentes estaduais e federais que atuam no Paraná, de forma a expandir as capacidades locais em consonância com o *upgrading* tecnológico da firma.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O crescente envolvimento em P&D pela Siemens Telecomunicações do Paraná diagnosticado no presente trabalho deve ser entendido em um contexto de uma política industrial setorial específica implantada no País no início dos anos 90, onde a renúncia fiscal por parte da sociedade, isto é o *custo social* desta política industrial, devem ser cotejados com os *benefícios privados e sociais* auferidos. Do ponto de vista deste trabalho, os benefícios sociais estão relacionados com as mudanças observadas no Sistema Regional Paranaense de Inovações.

A política industrial tem implicado ao longo do tempo uma significativa transferência de recursos da sociedade brasileira para um grupo de grandes empresas. Durante a fase da proteção industrial, essa transferência adotou a forma de preços mais elevados, produtos tecnologicamente defasados, demora na chegada das inovações na fronteira internacional e perda de competitividade por parte dos usuários brasileiros dos insumos e equipamentos protegidos. Na nova fase que se iniciou na década dos noventa, a transferência adotou a forma da renúncia fiscal. Essa mudança teve o mérito de dar maior transparência à economia política (pelo menos nos casos em que a informação sobre os benefícios concedidos não é restrita, como é o caso dos benefícios federais): é mais fácil identificar a fonte e o montante de uma transferência inter-setorial de recursos no caso dos subsídios do que no caso da proteção. Todavia, em ambos os casos, não deve ser negligenciada a preocupação com o impacto dessas transferências sobre o bem-estar, um aspecto chave num país no qual ainda persistem carências básicas na área social.

Como foi mencionado, não é este o lugar para discutir problemas de política econômica, que exigem uma abordagem sistêmica. O trabalho mostrou que, pelo menos no caso da empresa estudada, o efeito multiplicador dos investimentos em P&D foram substanciais. Mas algumas questões deveriam ser urgentemente consideradas na análise dos rumos futuros da política industrial para garantir a melhor utilização dos recursos da sociedade:

- (i) como a renúncia fiscal corresponde a uma percentagem do faturamento da empresa, parece claro que em termos absolutos os benefícios irão em maior medida para as grandes do que para as pequenas empresas. Num contexto de cumulatividade do progresso técnico, isso poderia reforçar posições oligopolísticas no mercado;
- (ii) os recursos sociais deveriam transformar-se em novos investimentos em atividades onde as externalidades são elevadas, e não em atividades nas quais a firma é capaz de internalizar plenamente os benefícios da P&D. Essas últimas atividades não requerem incentivos adicionais. No entanto, a política existente não tem nenhum mecanismo para diferenciar entre esses dois tipos de investimento em P&D. Como consequência, não é possível saber que parte da renúncia fiscal resulta na criação de investimentos (investimentos que não existiriam sem a política industrial) e que parte resulta na substituição de investimentos (uso do recurso em atividades que a firma faria de qualquer maneira);
- (iii) a renúncia fiscal outorga a uma única empresa comando sobre recursos públicos que excedem o montante de recursos em poder da Fundação Araucária, a instituição a cargo de promover a pesquisa em C&T no estado do Paraná. Por definição, essa fundação atua mais diretamente na produção de externalidades que as empresas privadas. Existe uma clara assimetria na alocação de fundos públicos que não tem uma fundamentação clara nem na teoria econômica nem nas prioridades de política definidas pelo governo para o papel dos agentes públicos e privados no desenvolvimento;
- (iv) pela sua capacidade de afetar a produtividade de todo o tecido industrial, existem bons argumentos para justificar uma política específica destinada ao setor da informática. Todavia, outros setores também são produtores de externalidades e não desfrutam de privilégios similares. Uma política “horizontal” que beneficie genericamente às atividades de P&D poderia propiciar uma alocação inter-setorial de recursos mais eficiente que a política setorial “vertical” atualmente aplicada.
- (v) sem dúvida, a Siemens do Paraná é um caso bem sucedido de parceria entre o público e o privado, com impactos positivos sobre o desenvolvimento tecnológico regional. Mas existem evidências que sugerem que esse não é o padrão exclusivo ou dominante de comportamento das empresas multinacionais no Brasil. Um dos resultados interessantes desta pesquisa é que ela mostra as dificuldades de generalizar com relação às quais são as estratégias tecnológicas das empresas multinacionais em países periféricos. Deve-se considerar Siemens do Paraná um “*outlier*”, ou ela representa um tipo específico de inserção na economia brasileira que pode ser encontrada de forma sistemática em outras empresas multinacionais? Apenas uma análise mais abrangente quanto ao tipo de empresas e setores poderia responder essa pergunta.

BIBLIOGRAFIA

- Andersen, E. (1992) Evolutionary Economics: Post-Schumpeterian Contributions. Londres: Pinter.
- Arthur, B. (1993) Path-Dependency and Increasing Returns in Economics. Michigan University Press.
- Castro, Antonio Barros de. (1985) A Economia em Marcha Forçada. Rio de Janeiro: Paz e Terra.
- Cornes, R. e Sandler, T. (1986) The Theory of Externalities, Public Goods and Club Goods. Cambridge University Press.
- David, P. (1985), “CLIO and The Economics of Qwerty”, The American Economic Review 75, pp.332-337
- Dosi, G. (1984) Technical Change and Industrial Transformation. London: The McMillan Press
- IEDI, Trajectoria Recente da Indústria Brasileira. 1998.
- Katz, J. (1982) “Cambio Tecnológico en la Industria Metal-Mecánica Latinoamericana”, CEPAL, *working paper n.51*, Buenos Aires.
- LESSA, Carlos. A estratégia de desenvolvimento – sonho e fracasso, FUNCEP, Brasília, 1988.
- Nelson, R. e Winter, S. (1982), An Evolutionary Theory of Economic Change. Harvard University Press.
- Nelson, R. e Rosenberg, N. (1993) “Technical Innovation and National Systems”, in Nelson, R. (ed.) (1993) National Innovation Systems: A Comparative Study. Nova York: Oxford University Press.
- Passos, Carlos A. K. (1998) Inovação Tecnológica Localizada. Curitiba: Instituto Euvaldo Lodi, Curitiba, Paraná.
- Suzigan, Wilson e Annibal V. Villela. (1997) Industrial Policy in Brazil. Campinas: Editora da Unicamp.
- Wells, J. (1983) Third World Multinationals: The Rise of Foreign Investment From Developing Countries. The MIT Press.