UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ - UFPR

LUIS EDUARDO ESTEVES

CAPACIDADE ABSORTIVA E OS DETERMINANTES DO HIATO TECNOLÓGICO: UM MODELO DE CATCHING-UP

CURITIBA
2009

Livros Grátis

http://www.livrosgratis.com.br

Milhares de livros grátis para download.

LUIS EDUARDO ESTEVES

CAPACIDADE ABSORTIVA E OS DETERMINANTES DO HIATO TECNOLÓGICO: UM MODELO DE CATCHING-UP

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Desenvolvimento Econômico, Curso de Pós-Graduação em Desenvolvimento Econômico, Setor de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. José Gabriel Porcile Meirelles

CURITIBA
2009

LUIS EDUARDO ESTEVES

CAPACIDADE ABSORTIVA E OS DETERMINANTES DO HIATO TECNOLÓGICO: UM MODELO DE CATCHING-UP

PARECER

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Econômico reuniram-se para realizar a argüição da Dissertação de **MESTRADO**, apresentado pelo candidato **LUIS EDUARDO ESTEVES** sob o título: "**Capacidade absortiva e os determinantes do hiato tecnológico: um modelo de catching-up**", para a obtenção do grau de mestre em Desenvolvimento Econômico do Setor de Ciências Sociais Aplicadas da Universidade Federal do Paraná.

Após haver analisado o referido trabalho e argüido o candidato, são de parecer pela "**APROVAÇÃO**" da Dissertação.

Orientador: Prof. Dr. José Gabriel Porcile Meirelles
Departamento de Economia, UFPR

Prof. Dr. Luciano Nakabashi
Departamento de Economia, UFPR

Prof. Dra. Maria Helena Ambrosio Dias
Pós-Graduação em Ciências Econômicas, UEM

Curitiba, 27 de abril de 2009

AGRADECIMENTOS:

Inicialmente, gostaria de agradecer, em primeiro lugar a Deus pelos diversos auxílios e negociatas realizadas, sempre a meu favor. Obrigado, sobretudo por não realizar os meus principais desejos, realmente tenho muito a aprender, nem sei o que pedir, ainda!

Agradeço a minha mãe, pelas diversas dificuldades que esta passou para a formação deste filho e declaro que todas as conquistas realizadas até hoje, na minha vida, sempre derivou de uma ação realizada por esta mulher, exemplo de dedicação aos seus filhos. Essa também é uma conquista sua!

Não posso esquecer do meu orientador, professor Dr. Gabriel Porcile, pelas diversas reuniões realizadas em conjunto com as mais diversas discussões que realizamos. Gostaria de agradecer particularmente as aulas, sempre estimulantes, que foram essenciais para a formação do meu caráter além de enriquecer os meus conhecimentos, tanto acadêmicos quando de piadas. Sobretudo agradeço pelo comprometimento que o professor demonstrou no desenvolvimento deste trabalho, que muitas vezes foi árduo tornando-se uma tarefa quase impossível de ser terminada.

Ao meu primeiro orientador, agora meu amigo, Renato Sugahara, que nunca cansarei de agradecer por me estimular e me introduzir na carreira acadêmica. Infelizmente a oportunidade não nos colocou na mesma instituição, como sempre foi o meu sonho, mas sem dúvida não separará as nossas trajetórias de vida, que sempre procurarei coincidir.

À minha família, que mesmo sendo problemática é única, e não trocaria por nada. Em especial aos meus tios: Gil, Armênio, Adelino, Isabel, Felipe e Carlos. Não se esqueçam que todos, repito, todos influenciaram o meu caráter e, sobretudo, a minha vida e a minha infância. Faço questão de guardar todas as lembranças inesquecíveis que levarei para o resto da vida, como se fosse um sonho concretizado. Só posso agradece-los por sempre estarem por perto e terem se mostrado excelentes pessoas, independente de qualquer outra coisa. Devo agradecer à parte, a minha avó, Maria Celeste e ao meu avó, Manuel, pessoas essências na minha criação, os quais tenho uma dívida infinita que uma vida não geraria recursos suficientes para salda-la. Não posso esquecer de agradecer à minha irmã que sempre se preocupou em tangenciar as nossas vidas, atitude que jamais será esquecida.

Agradeço aos colegas sempre presentes durante a minha vida, e que mesmo a distância mostram-se dispostos a me auxiliar de qualquer forma, espero que continuemos amigos no além vida: aos Kurike (Anderson, Lílian, Luciane, Paulino e Emilia) que mostram-se cada vez mais empolgados em manter a nossa querida amizade; aos Oliveira (Ruy, Thais, Cleusa) sempre extremamente simples e enrolados, que nunca me negaram nada, devo muito de meu aprendizado de vida à esta família. Sobretudo estes são meus grandes amigos que sempre terão um espaço no meu coração.

Não poderia deixar de agradecer aos sempre companheiros que realizaram a difícil tarefa de concluir o mestrado, ou mesmo o doutorado, a vulga galerinha do mal: Ricardo, pelas diversas conversas e discussões; Gabriel, pelas discussões que gerou; Juliana, devido as nossas caminhadas na volta do RU e pelo seu sorriso fácil, esse eu nunca esquecerei (samba Ju!); ao Rogério (Curitiba), grande amigo e grande estimulador, sem dúvida me ensinou muito sobre a vida e sempre muito simpático, me ensinou muito sobre humildade; ao outro Rogério (BH), por dividir os seus sonhos e sua experiência de vida; Daya, companheira acima de tudo, devo muito a essa menina a quem respeito e a quem confio como uma grande amiga, além de ser uma grande pesquisadora que tem muito futuro, é só acreditar, por que já está no seu DNA, acredite!; ao Rafael, que sempre foi companheiro, mesmo sem entender algumas de suas piadas, sem dúvida apreciei muito as nossas conversas e acredito no seu futuro, acredito que este cidadão foi o que mais aprendeu e surpreendeu a todos durante o curso, parabéns e muito obrigado, deu uma lição de superação; Eduardo, grande rapá que sempre soube orientar os amigos mais novos e imaturos; ao Rubens, por sempre trazer várias dúvidas e vários questionamentos às aulas, o que contribuiu para uma lição de humildade a minha pessoa; Fernandinho, pelas diversas conversas e estímulos, agradeço do fundo do meu coração, aproveito para declarar que as nossas conversas sempre me estimularam a estudar cada vez mais. Sem dúvida, este foi o meu grande mentor, aquele que detinha o poder de me influenciar; ao Guilherme que sempre conversou comigo e estimulou os meus estudos, agradeço; a Dayani pelas recentes discussões marxistas; a Fran, devido as diversas conversas animadoras e pelo primeiro abraço por ter passado no concurso, nunca esquecerei este momento e lembre-se que você participou dele; ao Karlo, grande amigo e parceiro sobretudo sempre de bom humor, que me ajudou a superar diversas dificuldades, pelas suas dúvidas que, astutamente, sempre começavam antes das provas, muito obrigado por discutir os assuntos, sem dúvida, te devo metade das minhas notas, não posso esquecer de agradecer por dividir o ap., sem dúvida a

minha primeira rep. que deixou muita saudade; ao Emílio, grande amigo, grande rapa, muito gente boa e além de tudo muito engraçado e que sempre tinha a palavra certa em conjunto com a atitude certa, parabéns pelas suas realizações, tenho certeza que outras mais virão; ao Glauco, muito amigo, muito bacana, sem você o mestrado não seria o mesmo, sem dúvida figura marcante na minha vida e no nosso mestrado. Por fim, ao companheiro que dividiu o ap, Carlos, uma boa pessoa que me ensinou muito, mesmo sem vontade, sem dúvida devo agradece-lo pelas oportunidades e pela tranqüilidade por me suportar.

Um agradecimento especial é devido à Capes que financiou os meus estudos e demonstrou pelos seus pagamentos atrasados, que sempre pude contar com a minha mãe e com os diversos amigos que fiz no mestrado, sempre favoráveis a me emprestarem dinheiro, considerando que eu era um mal pagador. Devo agradecer muito a Capes por ter me mostrado que posso contar, sempre, com os meus amigos e companheiros de mestrado.

Também agradeço ao corpo docente da UFPR, em especial aos professores que participaram diretamente da minha formação acadêmica. O agradecimento especial é devido aos professores: Maurício Bittencourt; Marcelo Curado; Luciano Nakabashi; Ricardo Vianna; Maurício Serra, Gabriel Porcile, e Oreiro.

Aproveito a oportunidade para agradecer a banca de professores que participará da defesa da dissertação por terem aceitado o convite do professor Porcile.

Gostaria de agradecer toda a equipe da SDP/ANP – Superintendência de Desenvolvimento e Produção que me auxiliam e me ensinam todos os dias como realizar as diversas tarefas que parecem impossíveis de serem concretizadas, mas com a soma do trabalho de cada integrante torna-se uma tarefa factível. Agradecimentos especiais ao mestre Adoniran; ao terceiro chefe e amigo André; a linda Caroline; ao Claudio; à sempre solicita Elis; ao Hugo; ao grande amigo Isidoro; ao quarto chefe Jorge; ao amigo de profissão Josué; à mamãe Karen; ao músico nas horas vagas Leandro; ao gnomo Leonardo que sempre tem me ajudado muito; ao eterno professor Luiz Carlos; ao amigo gestor do setor de piadinhas sem graça: Luiz Nicácio; à melhor secretária de todos os tempos: Fátima; ao Martinho por seus ensinamentos; à moleca Miriam; ao grande chefe Paulo Alexandre; ao vice-chefe Nilce; ao amigo que não tem tempo ruim: Nonato; ao cachorrão do Plínio; ao amigo e agora professor da vida: Rafael; ao professor Rodolpho que nunca se cansa em dar explicações e explanações; à amiga para todas as horas: Alexandra; ao amigão que não mais pertence à SDP, mas

sempre mostrou-se presente: Rudy; a sempre solícita Tabita; à amiga Tânia e ao quase mestre Salim.

Por fim, mas não menos importante, gostaria de agradecer à instituição ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis pela oportunidade gerada. Espero não decepcionar na missão incumbida a minha pessoa.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO 1
1. TEORIA DO CATCHING-UP 6
1.1 *Catching-up* e as capacidades sociais 8
1.2 *Catching-up* e capacidade absortiva 12
1.3 *Catching-up* e o Sistema Nacional de Inovação 16
1.4 Capital humano e a necessidade de 'aprender a aprender' 22
1.5 Capacidade absortiva e hiato tecnológico: uma perspectiva ampla 25
1.6 Considerações Gerais 32
2. CATCHING UP E CAPACIDADES ABSORTIVAS 34
2.1 O modelo de crescimento de Verspagen 34
3. UM MODELO DINÂMICO DE HIATO E CAPACIDADE ABSORTIVA 44
3.1 O hiato tecnológico 47
3.2 A capacidade absortiva 49
3.3 Ponto de equilíbrio 53
3.4 Análise Gráfica 58
CONCLUSÕES 61
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 64

RESUMO:

O objetivo do trabalho é discutir o papel da estratégia de crescimento focada no processo de *catching-up* e oferecer um modelo geral que agregue as principais contribuições desta estratégia. Um aspecto chave no processo de *catching-up* é a necessidade de que o país atrasado realize esforços para reduzir a distância com relação à fronteira tecnológica . Neste sentido, levamos em consideração o argumento de Narula (2004) que relaciona a capacidade absortiva com o grau de desenvolvimento do país. Com o objetivo de endogenizar tanto a capacidade absortiva quanto o hiato tecnológico, desenvolve-se um modelo baseado nas premissas de Verspagen (1993) onde a relação entre o hiato tecnológico e a capacidade absortiva é não-linear. O hiato representa uma oportunidade de imitação, mas também um maior desafio competitivo. Como resultado geral, emerge uma condição para a estabilidade que demonstra ser necessária uma capacidade absortiva mínima, corroborando o argumento de diversos autores.

Palavras-Chave: *catching-up*; hiato tecnológico; capacidade absortiva.

ABSTRACT:

The objective of the work is to discuss the strategy of growth focused in the process of catching-up and to offer a general model that collects the principal contributions that will be presented. A key aspect in the process of catching-up is the necessity of what the late country carries out efforts to reduce the distance regarding the technological frontier. In this sense, we take into account the argument of Narula (2004) that connects the absorptive capacity with the degree of development of the country. With the objective to introduce the absorptive capacity and the technological gap, there is developed a model based on the premises of Verspagen (1993) where the relation between the technological gap and the absorptive capacity is non-linear. The gap represents an opportunity of imitation, but also a bigger competitive challenge. As general result, a condition surfaces for the stability that it demonstrates to be necessary a minimum of absorptive capacity, corroborating the argument of several authors.

Key-Words: *catching-up*; technological gap; absorptive capacity.

INTRODUÇÃO

O objetivo desta dissertação é discutir o processo de *catching-up* tecnológico e oferecer um modelo geral em que as distintas perspectivas sobre esse processo possam ser apresentadas de maneira formal.

Uma considerável literatura tem se desenvolvido sobre o potencial das economias conhecidas como tecnologicamente atrasadas. De uma perspectiva macro, visualizada principalmente por determinados países, é argumentado que através do conceito de *catching-up,* os países têm um potencial para crescer a uma taxa mais rápida do que o líder tecnológico, garantindo a convergência da renda *per capita* entre os países. Isto ocorreria pois os países atrasados podem explorar os conhecimentos já consolidados pelos países líderes, desenvolvendo o país com a introdução de novas técnicas que não estão na fronteira do conhecimento. Esta é a principal hipótese sobre o conceito de *catching-up*: é possível que o país tecnologicamente atrasado possa crescer a taxas maiores que os países que compartilham a fronteira da tecnologia mundial, simplesmente utilizando os conhecimentos já desenvolvidos pelos países que estão na fronteira tecnológica (Abramovitz, 1986; UNCTAD, 2005).

Alguns países são exemplos do processo *catching-up* bem sucedido, como o Japão, mas outros exemplos menos espetaculares podem ser encontrados dentro do conjunto de países da OCDE. Entretanto, fora do conjunto da OCDE, os países têm obtido desempenhos mais marcantes, tendo um pequeno grupo se juntado ao Japão obtendo um alto crescimento, enquanto outro grupo de países de baixa renda não demonstra convergência no nível da renda (Fagerberg, 1988b; Fagerberg, 1994).

Nesta linha de pensamento, a evidência empírica obtida por Abramovitz (1986), Baumol (1986) e Maddison (1987) demonstra convergência da renda *per capita*. Tais resultados são criticados por De Long (1988), baseado no fato de que a amostra retirada para realização deste estudo nada mais é do que um viés de seleção realizado *ex post*. Esta afirmação é justificada uma vez que o *catching-up* de fato ocorreu para os países que são ricos 'hoje' e pobres 'ontem', mas os resultados em nada contribuem para elucidar a trajetória de *catching-up* que deve ser seguida pelos países pobres 'hoje' e 'ontem'. Basicamente o problema surge na seleção da amostra, caracterizado pelo conjunto de países da OCDE.

Como uma resposta a esta crítica, o estudo de Baumol, Blackman e Wolff (1989) estendem a amostra para todos os países com disponibilidade de dados para o período analisado. Neste estudo com a amostra ampliada, demonstra-se que embora o grupo que obtém a convergência, i.e. iniciam a trajetória do *catching-up*, se encontre dentro da área da OCDE, existem poucas evidências que suportem a hipótese de convergência entre todos os países em desenvolvimento incluídos na análise. Na tentativa de obter melhores respostas dos dados, os autores inserem mais uma variável explicativa, o esforço da nação dedicado a massificação da educação, sendo utilizado como *proxy* os anos de estudo dos indivíduos. Com esta nova variável explicativa, observa-se que a convergência tecnológica depende grandemente do esforço da nação com o intuito de elevar o nível educacional de sua população. Em resumo, o processo de *catching-up* não ocorre pelo simples fato de existir o hiato tecnológico, sendo estritamente necessária a existência de um esforço da nação que permita a esta iniciar a trajetória de crescimento disponibilizado pelo processo de *catching-up*.

Em outro estudo, Targetti e Foti (1997) realizam testes empíricos em um modelo derivado tanto da hipótese de *catching-up* como da hipótese de crescimento cumulativo, objetivando explicitar os grupos de convergência ou divergência no nível de renda tendo como variável explicativa o hiato tecnológico. Para tanto, os autores tomam como amostra 9 países da OCDE, 9 países Latino Americanos e 7 países do Leste Asiático para o período entre 1950-88. Neste estudo, mais uma vez, um dos resultados que emerge é a relação positiva que ocorre entre o tamanho do hiato tecnológico e a produtividade. Portanto, quanto maior for o hiato tecnológico, maior será a tendência para que haja um crescimento da produtividade dos países tecnologicamente atrasados, o que configuraria uma tendência de convergência da renda de todos os grupos de países selecionados. Entretanto, quando analisados grupo a grupo, eis que emerge a convergência no nível da renda entre os países da OCDE e do Leste Asiático, no entanto, quando analisado o grupo de países da América Latina, este apresenta uma tendência à divergência no nível da renda perante os demais países que compõem a amostra (Targetti e Foti, 1997).

Possivelmente a explicação para o sucesso de certos países bem como o fracasso de outros em suas trajetórias de crescimento, deve passar antes pela tecnologia e seu esforço realizado para internalizar as técnicas produtivas. Neste sentido, estudar a acumulação de tecnologia bem como a sua disseminação é de fundamental importância

para determinarmos a trajetória do crescimento econômico juntamente com as perspectivas futuras.

A teoria desenvolvida por Solow em meados da década de 50 supõe que a tecnologia é um bem público e que não há custos na aquisição desta. Empiricamente não observamos tal fato e estudos demonstram que as teorias baseadas nestas premissas explicam pouquíssimo sobre as divergências observadas entre o crescimento das nações. Dada tal disparidade entre a teoria e a evidência empírica, vários autores têm se concentrado em teorias alternativas à tradição neoclássica. Estes focam seus esforços na explicação das divergências entre o nível de renda *per capita* de diversos países, gerando considerações sobre a tecnologia empregada nestes países bem como sobre o hiato tecnológico que existe entre as nações, não esquecendo da acumulação de outros fatores que podem auxiliar na aquisição de conhecimentos. Estudos históricos e trabalhos econométricos têm providenciado suporte para essa visão alternativa das relações entre a tecnologia e o crescimento (Fagerberg, 1988b; Fagerberg, 1994).

Assim, este debate tem uma conclusão muito clara: um modelo simples de *catching-up* com uma variável independente não é suficiente para explicar as diferenças de crescimento entre os países[1]. Contudo, ao inserir uma variável que representa o esforço da nação para o desenvolvimento, como é visualizado com os anos dedicados à educação, consegue-se um modelo mais completo e realista. Neste sentido, torna-se necessário, não somente a quantificação do hiato tecnológico, mas também a quantificação do esforço que cada nação realiza no sentido de iniciar o processo de *catching-up*, i.e., a aquisição de capacidade absortiva realizada por cada nação para obter um maior desenvolvimento. Esse esforço define a possibilidade e rapidez do *catching-up* (Narula, 2004; Cohen e Levinthal, 1989; Criscuolo e Narula, 2002). A este conjunto de condições, Abramovitz (1986) chamou de capacidade social, distinguindo entre duas classes de elementos que a compõem: 1. as atitudes sociais básicas e as instituições políticas, que são responsáveis pelo empenho e forma de tratamento do desenvolvimento tecnológico; 2. elementos que determinam a habilidade dos países para absorver de forma eficiente a tecnologia já existente. A este último grupo, a literatura tem chamado de capacidade absortiva, definida por Dahlman e Nelson (1995) como: "*the ability to learn and implement the technologies and associated practices of*

[1] Fato este que pode ser corroborado por uma simples inspeção dos dados que revela haver diferenças nos níveis de renda *per-capita* que chegam a ser de 20 a 30 vezes maiores nos países ricos do que nos pobres (Mankiw, 1995).

already developed countries". Este conceito foi aplicado por Cohen e Levinthal (1989), que desenvolveram o conceito para as firmas, ou seja, aplicando o conceito a esfera micro.

Seguindo à iniciativa de Cohen e Levinthal (1989), o desenvolvimento da literatura em relação a capacidade absortiva tem ocorrido principalmente no conceito micro. Poucos estudos têm discutido e abrangido o conceito de capacidade absortiva no nível macro, criando especificações precisas de maneira a compreendermos o processo de acumulação de conhecimentos no nível nacional (Criscuolo e Narula, 2002).

Um dos pioneiros em condicionar o crescimento econômico à capacidade absortiva de cada país é Verspagen (1993). Neste estudo pioneiro, Verspagen (1993) parte do pressuposto que o crescimento dos países é determinado pela disponibilidade de divisas externas, que por si é determinada pela relação entre a elasticidade renda das exportações e das importações[2]. O autor insere dentro das funções de demanda por importações e exportações o hiato tecnológico como se fosse uma mensuração da qualidade dos produtos, sendo o hiato tecnológico influenciado pela capacidade absortiva do país, caracterizando um papel central na análise para a capacidade absortiva que agora determina a trajetória de crescimento da nação.

Entretanto, no estudo de Verspagen (1993), a capacidade absortiva é determinada por parâmetros exógenos ao modelo, o que parece não condizer com a realidade observada por Narula (2004), que correlaciona a capacidade absortiva com o nível relativo de hiato tecnológico existente entre os países.

O nosso objetivo é justamente realizar uma especificação mais precisa e clara para a compreensão do desenvolvimento econômico via processo de acumulação de conhecimentos. Neste sentido, a aplicação do conceito de capacidade absortiva parece uma necessidade prática, uma vez que a acumulação de conhecimentos só ocorre se houver alguma capacidade absortiva (Narula, 2004; Criscuolo e Narula, 2002; Cohen e Levinthal, 1989; UNCTAD, 2005; Nelson e Winter, 1982; Freeman, 1995). Em outras

---

[2] Esta relação também é conhecida como Lei de Thirlwall. Esta lei declara que a taxa de crescimento de determinado país sofre influência da balança de pagamentos. Mais claramente, é declarado que nenhum país, em longo prazo, pode crescer acumulando saldos negativos no balanço de pagamentos. Haverá, em algum momento, uma restrição de divisas internacionais que provocará uma contração no crescimento para que este se adapte a taxas condizentes com o equilíbrio em conta corrente. Este crescimento de longo prazo, restrito pelas disponibilidades de divisas internacionais é determinado pela razão entre as elasticidades renda das exportações multiplicada pela taxa de crescimento do resto do mundo e a elasticidade renda das importações. Portanto, quanto maior for a elasticidade renda das exportações, maior será a taxa de crescimento compatível com o equilíbrio na balança de pagamentos. O pensamento inverso vale para a elasticidade renda das importações. Para maiores detalhes veja McCombie e Thirlwall, 1994.

palavras, o nosso objetivo será internalizar a capacidade absortiva gerando um modelo dinâmico entre o hiato tecnológico dos países desenvolvidos e dos tecnologicamente atrasados, onde a capacidade absortiva de equilíbrio de longo é encontrada considerando-se a influência das instituições representadas pelo Sistema Nacional de Inovação (SNI), do hiato tecnológico e da própria capacidade absortiva.

Neste modelo, especificamos uma relação não linear entre a habilidade de um país absorver conhecimentos externos com o seu estágio de desenvolvimento tecnológico para tentar capturar a propriedade de cumulatividade deste processo, juntamente com a elevação da dificuldade de absorção do conhecimento externo conforme o país reduz o seu hiato tecnológico aproximando-se da fronteira tecnológica. Esta perspectiva, de uma co-evolução entre capacidade de absorção e hiato, desenvolvida por Narula (2004) pode, de fato, complementar de forma muito importante o trabalho de Verspagen (1993).

O trabalho será dividido em dois capítulos além desta introdução e da conclusão. No primeiro capítulo analisaremos o arcabouço teórico. Para realizar tal análise, tomamos como uma estrutura básica os trabalhos que mais se destacaram dentre os pesquisados, de forma a que estes sejam a estrutura que consolidará o capítulo. Dentre os trabalhos utilizados como referência temos: Abramovitz (1986); Cohen e Levinthal (1989); UNCTAD (2005), Nelson e Phelps (1966), Nelson e Winter (1982) e Freeman (1995).

O segundo capítulo é dedicado exclusivamente ao trabalho desenvolvido por Verspagen (1993), uma vez que o seu modelo é considerado como fonte inicial para o desenvolvimento do modelo objeto deste trabalho.

O terceiro capítulo é reservado ao desenvolvimento do modelo proposto no trabalho, aproveitando-se dos conhecimentos acumulados durante o desenvolvimento do trabalho, objetivando sistematizar os principais pontos de convergência observados nos argumentos apresentados pelos diversos estudos, correlacionando as idéias dos diversos autores de forma a sintetizá-las em um único modelo dinâmico de *catching-up* e da capacidade absortiva.

1. TEORIA DO CATCHING-UP

O objetivo deste capítulo é introduzir o leitor dentro do contexto que impulsionou os estudos sobre o hiato tecnológico como uma explicação para a divergência que ocorre entre a renda *per capita* das nações. É interessante observar a evolução que ocorreu na literatura, passando de uma convergência total e irrestrita a qualquer país para uma convergência determinada por outros fatores que não somente a livre disponibilidade de tecnologia.

Como uma hipótese principal, é suposto que a tecnologia tem a característica de bem público[3], ou seja, é livremente disponível a todos os países, mas a sua utilização ou exploração é diferenciada para cada país. Isto ocorre pois é necessário que haja um esforço por parte de cada país para que este possa absorver os conhecimentos e internalizar em seu sistema produtivo as mais diversas práticas já aplicadas nos países desenvolvidos (Narula, 2004; UNCTAD, 2005; Fagerberg, 1988a; Léon-Ledesma, 2002).

O objetivo da primeira seção é discutir os fundamentos da hipótese de *catching-up*. Com este intuito, toma-se como base para o desenvolvimento da seção o artigo de Abramovitz (1986) que tenta desvendar a hipótese de *catching-up* e a aparente divergência entre as nações, onde algumas conseguem iniciar este processo e as demais não. Uma observação intuitiva e interessante surge quando o autor declara que a diferença entre os níveis de renda *per capita* são devido a capacidade social de cada país.

Dada a importância da capacidade social para o processo de *catching-up* de cada país, a segunda seção é destinada às discussões referente à capacidade social, de modo a inserir-se na análise, como texto base, o artigo desenvolvido por Cohen e Levinthal (1989) devido ao seu pioneirismo ao detectar a capacidade absortiva como um fator de fundamental importância na trajetória do processo de *catching-up*. A grande diferença a ser observada pelo leitor reside sobre o fato de que o conceito é estabelecido sobre a firma, e não sobre o país, ou seja, a análise é realizada em um contexto micro, e não macroeconômico. Além disto, observamos também que a aquisição de capacidade absortiva ocorre através dos investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), que

[3] Em si, a definição de bem público necessita de duas qualidades: não-exclusividade e não-divisibilidade.

tanto capacitam a firma para internalizar os conhecimentos dos rivais quanto para desenvolverem novos conhecimentos que podem ser aplicados ao sistema produtivo.

A terceira seção é reservada as discussões sobre o hiato tecnológico e a sua amplitude. Com este objetivo, insere-se o texto da UNCTAD (2005) que servirá como texto base para desenvolver a caracterização do hiato tecnológico, ressaltando-se a importância da redução do hiato para o desenvolvimento econômico e o crescimento da renda *per capita* dos países. As tecnologias são tomadas como livremente disponíveis a todos os países, entretanto, há um custo na aquisição desta tecnologia que deve ser incorrido pelo país. Este custo refere-se ao custo de aquisição da capacidade de aprendizado, i.e. da capacidade absortiva. A principal conclusão observada na seção é a necessidade de criação, pelos países menos desenvolvidos, de certa capacidade absortiva com o intuito de que tais países possam internalizar os conhecimentos que estão livremente disponíveis. A gestação da capacidade absortiva também passa pelo direcionamento das instituições que fazem parte do Sistema Nacional de Inovação (SNI), de forma a que o SNI tenha a função de orientar o sistema econômico, direcionando o transbordamento e a endogenização realizadas pelas firmas sobre os conhecimentos.

Encerramos o capítulo com a quarta seção, que é reservada as discussões sobre a importância da educação como fator de influência para a capacidade absortiva. Esta seção toma como texto base a contribuição histórica de Nelson e Phelps (1966), que ressalta o papel da educação para o desenvolvimento tecnológico. A educação é vista por diversos autores (Narula, 2004; UNCTAD, 2005; Cohen e Levinthal, 1989; Xu, 2000, Criscuolo e Narula, 2002; Léon-Ledesma, 2002) como o fator de maior importância para a aquisição de capacidade de aprendizado. Em conjunto com a educação, Nelson e Phelps (1966) têm a felicidade de introduzirem o conceito de ‘aprender a aprender’, no sentido de um contínuo aprendizado gerado pelo sistema produtivo.

Por fim, ressalta-se que tais artigos são gerenciados de forma a que sejam a espinha dorsal de cada seção, contribuindo para um roteiro que é seguido. Entretanto, isto não implicará na omissão de contribuições fornecidas por outros autores que resultaram no desenvolvimento da literatura.

1.1 *Catching-up* e as capacidades sociais

A experiência observada nos 25 anos depois da segunda Guerra Mundial demonstrou que o crescimento da produtividade dos países é inversamente proporcional a sua produtividade inicial, i.e., houve uma tendência de convergência na economia mundial. Essa hipótese é fundamentada quando observamos o grupo de países conhecido hoje como desenvolvidos, onde no período de um século houve uma convergência do nível de renda. O trabalho de Abramovitz (1986) concentra-se na hipótese de *catching-up* com o objetivo de racionalizar as forças de flutuações do processo explorando as conexões entre a própria convergência e o sucesso relativo dos líderes e dos seguidores, i.e. dos países desenvolvidos e dos países tecnologicamente atrasados.

Entre as diversas explicações que surgem para o rápido crescimento observado no pós-guerra, a mais versátil parece ser a de que os países começaram a explorar comercialmente as tecnologias recém desenvolvidas. A principal tecnologia que parece ter se disseminado corresponde justamente às técnicas de organização e os métodos de produção já realizados nos EUA, mas que ainda não tinham se incorporado aos demais países. Neste sentido, os EUA podem ser visto como o país líder ou um dos líderes, i.e., o país que compartilha da fronteira tecnológica desenvolvendo as novas tecnologias para expandir a fronteira, restando aos demais países o papel de seguidores que têm a oportunidade de *catch up.* Nesta suposição de *catching-up* temos como hipótese inicial a de que quanto maior for o hiato tecnológico entre a nação seguidora e o país líder, maior pode ser o salto da nação seguidora que será observada a partir da sua taxa de crescimento.

Esta hipótese é simples de ser explicada. Imagine que o nível tecnológico de cada país é incorporado ao seu estoque de capital quando este é produzido. Neste caso, o estoque de capital que é produzido no país líder incorpora a tecnologia mais moderna naquele momento, ou seja, este é o nível tecnológico que se encontra na fronteira. Consequentemente, a cada ano o país líder substitui uma parcela de seu estoque de capital, descartando a parcela que é tecnologicamente atrasada. Neste caso, o crescimento da produtividade no país líder corresponderá à diferença entre a fronteira tecnológica e a idade tecnológica do estoque de capital. Em relação à idade tecnológica do estoque de capital, suporemos para simplificar, que esta corresponde à idade

cronológica, ou seja, quanto maior a idade cronológica, mais longe da fronteira estará a tecnologia incorporada a este estoque de capital.

Assim, dada a substituição do estoque de capital, outra nação pode importar o capital que foi substituído pelo líder e que é tecnologicamente atrasado. Entretanto, dado o nível tecnológico do seguidor, que é menor do que o do líder e também menor que o estoque de capital substituído pelo líder, compensa para o seguidor obter o capital descartado pelo líder e dar um salto de produtividade. Portanto, a substituição deste capital gera uma elevação da produtividade do trabalho, determinada pela elevação da relação capital/trabalho e consigo a elevação da renda. Ressalta-se que quanto mais atrasado for o país, maior será o impacto da substituição de seu capital na taxa de crescimento econômico, i.e., quanto mais atrasado for o país, maiores serão os ganhos proporcionados pela substituição de capital.

Da mesma forma, observamos a contribuição de Léon-Ledesma (2002) enfatizando que a determinação de forças que impulsionam o processo de *catching-up* são as mesmas forças que impulsionam a convergência no nível da renda *per capita* entre os países.

Visto por esta ótica, o processo de *catching-up* é auto-limitante, uma vez que é possibilitado ao seguidor realizar grandes saltos, tornando a diferença entre a aplicação corrente dos conhecimentos inseridos no seu estoque de capital e a fronteira tecnológica cada vez menor, entretanto, encontrando um limite proporcionado pela fronteira tecnológica (Abramovitz, 1986; Léon-Ledesma, 2002).

Pode-se realizar algumas extensões e qualificações a este esboço simples da hipótese de *catching-up*, vejamos quatro delas:

(1) Os incentivos para a substituição dos bens de capital surgem devido ao desenvolvimento tecnológico que aumenta o preço relativo da mão-de-obra. Esta elevação encoraja os capitalistas a poupar trabalho e acumular capital. Este fato gera uma elevação da produtividade do trabalho em conjunto com uma maior taxa de crescimento econômico que corresponderá, também, a uma tendência de crescimento da razão capital/trabalho (Abramovitz, 1986);

(2) O crescimento da produtividade também aumenta o produto. Em um horizonte de tempo relativamente grande, o desenvolvimento tecnológico é dependente de escala, e essa escala é obtida com o crescimento do produto (Abramovitz, 1986; Léon-Ledesma, 2002);

(3) O atraso pode ser visto como uma oportunidade para o desenvolvimento, ocasionando maiores incentivos para os investimentos, uma vez que o salto de produtividade será grande (Abramovitz, 1986; Léon-Ledesma, 2002, Fagerberg, 1988b);

(4) Se os países relativamente atrasados têm um grande número de trabalhadores em atividade de baixa produtividade tais como a agricultura e a pecuária, o que habitualmente é verificado, há a oportunidade para o crescimento da produtividade na alocação mais eficiente destes trabalhadores, de setores com baixa produtividade para setores com produtividades elevadas (Abramovitz, 1986; McCombie e Thirlwall, 1994).

Entretanto, deve-se observar que o atraso tecnológico não é simplesmente uma mera coincidência. As características sociais normalmente correspondem a alguma porção pela culpa do atraso tecnológico. Habitualmente, estas características sociais correspondem a grandes porções de culpa pelo país não alcançar uma alta produtividade e tornar-se desenvolvido. A estas características sociais, podemos chamar de capacidades sociais (Abramovitz, 1986).

Anteriormente caracterizamos a hipótese de *catching-up* levando em consideração somente a relação entre o seu nível tecnológico e o do país líder. Mas, é necessário contextualizar o país e as suas capacidades sociais além do hiato tecnológico para observarmos um quadro mais geral e mais próximo à realidade.

Pode-se sumarizar a importância das capacidades sociais pela seguinte afirmação: *"(...) a country´s potential for rapid growth is strong not when it is backward without qualification, but rather when it is technologically backward but socially advanced*" (Abramovitz, 1986, p. 388).

O problema que emerge da caracterização da capacidade social dentro do contexto da hipótese do *catching-up* é justamente o da quantificação desta capacidade social. Não há fórmula correta ou mais aproximada além de não existir um direcionamento coerente a ser seguido.

Uma das formas encontradas para se mensurar a capacidade social é pela competência técnica de cada país. Infelizmente a própria competência técnica dos países é difícil de ser mensurada, mas uma *proxy* utilizada corresponde os anos de educação da população. Entretanto, a capacidade social vai além de uma competência técnica, também deve englobar as instituições dos países, principalmente as ligadas à política, ao comércio, a indústria e ao setor financeiro (Xu, 2000; Abramovitz, 1986; UNCTAD, 2005; Léon-Ledesma, 2002).

Neste sentido, as formas de aplicação da educação, indústria, comércio e as organizações financeiras devem ser bem elaboradas para que o país possa absorver e explorar completamente as tecnologias disponibilizadas. Além disto, o desenho das instituições deve ser adaptável, pois as relações tecnológicas são de mudança e adaptabilidade. Isto ocorre devido a possibilidade de a oportunidade tecnológica exigir mudanças na estrutura social, institucional ou na organização das firmas. Neste sentido, sem a mudança não haverá a absorção desta tecnologia, uma vez que a condição para a internalização é justamente a que haja alterações em alguns conjuntos de fatores. Portanto, cabe aos países a tarefa de aprenderem a modelar o seu arranjo institucional para a mudança, pois, sem a mudança, provavelmente não ocorrerá ganho de experiência com a introdução da nova tecnologia. Deste fato, é inferido que, quando as capacidades sociais impõem restrições às mudanças, a adoção das tecnologias mais avançadas estará fadada ao fracasso (Abramovitz, 1986; Narula, 2004; Xu, 2000; UNCTAD, 2005; Fagerber, 1988a e 1988b).

Até agora supomos que o país atrasado, ao atingir o nível tecnológico do país líder, simplesmente encontra uma barreira ao crescimento de sua produtividade. Entretanto, se a sua capacidade social for endógena e se fortalecer durante o processo de *catching-up* a ponto de tornar-se melhor do que a do país líder, a barreira ao crescimento imposta pela fronteira tecnológica pode ser transposta por novas tecnologias e novos melhoramentos, implicando em uma nova fase de crescimento que não se restringe mais a tecnologia desenvolvida pelo país líder. Esta nova fase de crescimento será baseada na criação de novas tecnologias, ou seja, pelo progresso tecnológico que agora ocorrerá dentro do país.

Portanto, "*The combination of technological gap and social capability defines a country´s potentiality for productivity advance by way of catch-up*" (Abramovitz, 1986, p. 390).

Podemos sumarizar os argumentos vistos até aqui como: países que são tecnologicamente atrasados têm um potencial para a geração de crescimento mais rápido do que os países avançados, desde que as suas capacidades sociais sejam suficientemente desenvolvidas para permitir uma exploração das técnicas que seja bem sucedida. O processo de *catching-up* tende a ser auto-limitante, mas a força desta tendência deve ser enfraquecida ou até sobreposta pelas vantagens que podem ser proporcionadas pela mudança nas instituições realizadas pela exploração tecnológica e, portanto, as mudanças realizadas na capacidade social.

1.2 *Catching-up* e capacidade absortiva

No artigo, que inaugura a idéia de capacidade absortiva, Cohen e Levinthal (1989) argumentam que a preocupação com a habilidade da firma em avaliar os novos conhecimentos e internalizá-los com a finalidade comercial é a variável de maior importância para a criação de capacidades de inovação. Essa capacidade é rotulada como capacidade absortiva, sugerindo que esta é largamente uma função do nível de prioridade que a firma confere ao desenvolvimento ou absorção de novas tecnologias. Neste sentido, a capacidade absortiva corresponde à preocupação da firma para com os novos conhecimentos, ou seja, com a criação de capacidade de aprendizado.

A discussão do artigo foca, inicialmente sobre as bases cognitivas para a capacidade absortiva individual, incluindo, em particular, a prioridade dada ao conhecimento e à diversidade de conhecimento adquirido como conhecimento básico, elementar. Também é argumentado que o desenvolvimento da capacidade absortiva, e, deste modo, do desempenho de inovação é dependente da história, ou então, de uma trajetória perseguida por determinado país. Portanto, a falta de investimento na área de conhecimentos da firma deve influenciar o desenvolvimento futuro da capacidade absortiva da firma.

A visão proposta por Cohen e Levinthal (1989) desenvolve os argumentos sugeridos por Nelson e Winter (1982) sobre as mudanças econômicas na perspectiva da teoria evolucionária. Neste trabalho os autores analisam o desenvolvimento da capacidade de cada firma, as quais enfrentam mudanças nas condições de mercado e no crescimento econômico que ocasionam a alteração da participação e o foco do mercado à qual cada firma esta ligada, além de alterarem a competição entre as firmas pela inovação. Portanto, ao invés de observar-se as bases cognitivas de cada individuo, é observado a rotina e a organização interna de cada empresa, de modo a que as atividades com certo nível de rotina sejam observadas como benéficas para o desenvolvimento do processo de *catching-up.*

Neste sentido, pode-se afirmar que a prioridade que é dada ao conhecimento influência a organização da firma com fins a explorar e adaptar os conhecimentos externos da forma mais produtiva o possível. Assim, o investimento em P&D que é realizado pela firma também é uma *proxy* para o nível de prioridade dado ao conhecimento e, portanto, observamos na realidade que firmas que investem mais em P&D obtém um nível de capacidade absortiva relativamente maior, isto pois, as firmas

são mais capazes de utilizar eficientemente os conhecimentos internalizados (Cohen e Levinthal, 1989; Nelson e Winter, 1982).

O conceito de capacidade absortiva pode ser melhor compreendido através do exame das estruturas cognitivas que fundamentam o aprendizado, bem como pelo nível de organização das firmas e as rotinas geradas por estas (Cohen e Levinthal, 1989; Nelson e Winter, 1982). Assim, segundo Nelson e Winter (1982), a rotina acaba por gerar uma organização da memória de forma a que os trabalhadores se lembrem melhor das tarefas as quais estão mais acostumados a realizar, ou mesmo das tarefas que estão em sua rotina. Neste sentido, a rotina, mesmo nos setores que compõem a P&D das firmas, torna o seu trabalho mais eficiente. Isto ocorre pois, a partir do momento que a procura por melhorias no sistema produtivo, bem como a internalização das novas tecnologias tornam-se uma rotina para os trabalhadores, estes podem se lembrar, sem grandes esforços, das suas atividades, bem como correlacionar os conhecimentos que têm disponíveis em sua memória. Neste contexto, os trabalhadores terão uma lembrança maior das atividades que estão rotineiramente inseridas no seu dia-a-dia.

Portanto, a principal noção envolvendo a capacidade absortiva é a premissa de que é necessária uma organização que priorize o conhecimento para assimilar e usufruir da forma mais eficiente o possível os conhecimentos internalizados no sistema produtivo das firmas. Neste contexto, pesquisas na área cognitiva têm demonstrado que o desenvolvimento da memória sugere que a acumulação de conhecimento aumente tanto a habilidade de inserir novos conhecimentos na memória quanto a habilidade de utilizá-los de forma mais eficiente (Cohen e Levinthal, 1989).

Alguns psicólogos também acreditam que os novos conhecimentos são assimilados desde que estes estejam ligados ou correlacionados com conceitos pré-existentes. O desenvolvimento deste conceito resulta na importância dos conhecimentos básicos, uma vez que torna-se interessante às pessoas internalizar o máximo de conhecimento básico na memória com o objetivo final de correlacionar novos conhecimentos, comparando-os e reduzindo-os a conclusões ou observações que são mais fáceis de serem lembrados e aplicados na solução de problemas práticos. Neste sentido, a acumulação de conhecimentos básicos implicaria em uma facilidade maior para futura assimilação de novos conhecimentos (Cohen e Levinthal, 1989; Narula, 2004; Fagerberg, 1988b).

Sendo assim, o novo conhecimento é somente um rótulo adicionado à memória, uma vez que a base deste já existe. Consequentemente, quanto mais conhecimentos e

estruturas complexas conseguimos internalizar na memória, maior será a capacidade absortiva para novos conhecimentos, pois maior será a estrutura de conhecimentos.

Também é interessante ressaltar a possibilidade de "aprender a aprender" (*"learning to learn"*). Neste caso, a estrutura de conhecimentos já assimilada acaba por provocar um salto de qualidade na informação nova. Seria um caminho menos longo, um atalho, para o aprendizado proporcionado pela experiência passada (Cohen e Levinthal, 1989).

Independentemente destas visões, o conhecimento prévio é determinante para a assimilação de novos conhecimentos, bem como a aplicação deste para a solução de problemas práticos. Em pesquisas realizadas, observou-se que os alunos que dominam os princípios de álgebra conseguem compreender com maior facilidade um questionamento de matemática ou cálculo (Ellis, 1965, *apud* Cohen e Levinthal, 1989, p. 130). De maneira similar estudantes de LISP, um programa de linguagem computacional, têm maior facilidade e eficiência em seu aprendizado quando aprendem, primeiramente, Pascal. (Anderson, Farrel e Sauers, 1984, *apud* Cohen e Levinthal, 1989, p. 130).

Duas idéias são implícitas na noção de que a habilidade na assimilação de informações é função da riqueza com que a estrutura de conhecimento pré-existente foi criada: 1. o aprendizado é cumulativo; e, 2. o desempenho do aprendizado é maior quando o objeto do aprendizado é relacionado com algo que já é conhecido. Como resultado, o aprendizado é mais difícil em novos domínios.

Contudo, a capacidade absortiva de uma firma não pode ser resumida à soma das capacidades absortivas de seus empregados. Em si, surge um problema quando agregamos a capacidade absortiva dos empregados com o objetivo de mensurar a capacidade da firma: a comunicação. A comunicação entre os empregados pode ser tanto um ponto forte da firma, quanto um ponto fraco. Se mal realizada, pode encobrir o conhecimento e dificultar a aplicação e divulgação deste. Se bem realizada, esta torna-se um ponto forte da firma. Assim, se houver comunicação entre os empregados, quando os novos conhecimentos forem internalizados, estes gerarão um transbordamento para a aquisição de novos conhecimentos, uma vez que a estrutura de conhecimentos foi ampliada pela comunicação interna (Cohen e Levinthal, 1989).

De igual forma, a agregação da capacidade absortiva nacional não pode ser a simples soma das capacidades absortivas das firmas. Dentre os motivos que existem pode-se ressaltar o fato de que as firmas são concorrentes, o que dificulta a cooperação

destas para a disseminação dos conhecimentos. Dessa forma, mesmo estas sendo concorrentes, pode-se acreditar que as instituições que compõem o Sistema Nacional de Inovação geram um elo entre as firmas, de forma a ter como objetivo a disseminação das informações e dos conhecimentos. Entretanto, é interessante ressaltar que o mesmo problema que ocorre devido à rivalidade entre as firmas também pode ocorrer entre as instituições que compõem o Sistema Nacional de Inovação, de modo que estas instituições possam se comportar como rivais ao invés de comportarem-se como aliadas para a elevação da velocidade de disseminação das tecnologias (Nelson e Winter, 1982).

Pode-se afirmar, tal como Cohen e Levinthal (1989):

> "Accumulating absorptive capacity in one period will permit its more efficient accumulation in the next. By having already developed some absorptive capacity in a particular area, a firm may more readily accumulate what additional knowledge it needs in the subsequent periods in order to exploit any critical external knowledge that may become available." (p. 136)

Desta maneira, há uma trajetória que depende da acumulação passada de capacidade absortiva, ou seja, a acumulação anterior pode influenciar a acumulação que será observada no futuro. Este fato pode ser tanto positivo quanto negativo pois, da mesma forma que uma firma investe em determinado campo do conhecimento para adquirir sua capacidade absortiva e tornar-se o primeiro a desenvolver uma tecnologia ou ser capaz de imitar os seus concorrentes, se a firma não investir na aquisição de capacidade absortiva de modo a estar preparada para os desenvolvimentos tecnológicos, este comportamento pode tornar a aquisição do conhecimento que se encontra na fronteira tecnológica proibitiva no curto prazo. Portanto, é sempre interessante para a firma adquirir continuamente conhecimentos que estimulem a sua capacidade absortiva. Consequentemente, tudo depende de uma decisão inicial de investimento em aquisição de capacidade absortiva em algum momento do tempo, devendo a empresa sempre perseguir e compartilhar a fronteira tecnológica, se esta tem como objetivo ser uma firma ativa na criação de conhecimento e na inovação (Fagerberg, 1988b; Cohen e Levinthal, 1989).

Não podemos deixar de citar a existência de um incentivo negativo ao investimento em P&D e, portanto, ao desenvolvimento de novas tecnologias, que é tanto maior quanto maior for o transbordamento que ocorre para os rivais. Isto ocorre, pois, todos os investimentos realizados podem ser internalizados pelas firmas concorrentes com uma fração do investimento inicial. É interessante ressaltar que esse

efeito negativo existe e que, quanto maior for o transbordamento para os rivais, menor será o incentivo a investir em novas tecnologias.

Quando o ambiente externo da firma torna-se mais complexo e a extração de conhecimentos via capacidade absortiva torna-se mais restrita, a atividade de P&D é mais atrativa para as firmas, inclusive tratando-a como uma atividade de bem privado, no sentido de que os competidores são, agora, menos capazes de imitar os resultados obtidos da P&D. Neste momento, ocorre uma transição gradual de investimentos em capacidade absortiva para investimentos diretos em P&D com o objetivo não mais de internalizar conhecimentos e sim de criar conhecimentos (Narula, 2004; Fagerberg, 1988a). Pode-se afirmar que neste instante, a firma deixa o processo de *cathing-up* e começa a compartilhar a fronteira tecnológica.

Da mesma forma, grandes oportunidades tecnológicas, vislumbradas como "*the amount of available relevant external technical knowledge*" (Cohen e Levinthal, 1989, p. 142), devem incentivar um investimento em P&D com o objetivo primordial de obter capacidade absortiva e internalizar o conhecimento disponibilizado externamente.

Vemos, assim, que o investimento em P&D deve ser vislumbrado tanto como uma tentativa da firma em obter uma capacidade de absorção como em uma iniciativa para obter uma capacidade de inovação. Portanto, os investimentos procuram desenvolver a capacidade absortiva, de forma que a firma esteja entre os primeiros a imitar ou aprender a partir da inovação dos pioneiros.

Contudo, o investimento em P&D deve ser visualizado de uma forma ampla, tanto pela melhora da rotina de trabalho que capacita os trabalhadores a tornar mais eficiente a inserção de novas tecnologias, como também pelo direcionamento para a geração de uma rede de contatos que disponibilizará uma maior cooperação entre as instituições ou mesmo com as firmas e as instituições.

1.3 *Catching-up* e o Sistema Nacional de Inovação

O hiato tecnológico pode ser definido como a divisão entre aqueles que têm acesso à tecnologia e a utilizam eficientemente, e aqueles que não têm acesso à tecnologia ou não a utilizam de forma eficiente. Um complemento a esta definição de hiato também é observada na citação: "*The ability of countries to acquire, master, adapt and improve upon scientific and technical knowledge is a major determinant of their*

capacity to narrow the gap and keep up with technological advances" (UNCTAD, 2005, p. 5).

De maneira geral, a literatura sobre crescimento econômico e, principalmente, sobre o hiato tecnológico está sendo desenvolvida por duas linhas principais: 1. pela ótica da produção e criação de novas tecnologias e inovações; 2. pela ótica da difusão e da utilização das tecnologias. A inovação e a criação de tecnologias é um processo muito dispendioso e que demanda mão-de-obra altamente qualificada em conjunto com um investimento contínuo de grandes proporções em P&D. Já a difusão tecnológica e a utilização dependem de diversos fatores, tanto da educação como do SNI (Sistema Nacional de Inovação) de cada país. Para Freeman (1995), mais importante do que a inovação é a velocidade de difusão, uma vez que esta sendo lenta, os resultados da inovação estarão confinados a um pequeno setor ou somente a uma firma, em um curto espaço de tempo.

O hiato tecnológico é visível em diversas áreas do sistema produtivo, tanto na criação quanto na difusão de tecnologias. Na criação de tecnologias, uma forma de comparação entre os diversos países é a disponibilizada pelo número de patentes por milhão de residentes, que é tão alta quanto a do Japão, chegando a 861, ou tão baixa que chega próximo de zero nos países menos desenvolvidos (UNCTAD, 2005).

Também podemos observar esta disparidade quando observamos o total de direitos autorais pagos pela utilização das tecnologias. Luxemburgo está no topo da lista do pagamento de direitos autorais, com US$ 459, enquanto a China e a Índia estão na ponta inversa, com US$ 0,1 (UNCTAD, 2005).

Outra forma de observar o hiato tecnológico é pela criação de oportunidades para o desenvolvimento de capacidades de aprendizado, correlacionando com os níveis quantificáveis de educação, i.e., a quantidade de anos que os adultos dos países passaram estudando em escolas primárias, secundárias e na educação superior. Neste aspecto, os EUA estão no topo da lista, com 12,1 anos de estudo *per capita*, enquanto o Kuwait e Paraguai estão no meio com 6,2 anos e a Guine Bissau está em última com 0,8 anos de estudo (UNCTAD, 2005).

O nível do gasto em P&D pode ajudar a medir as diferenças tecnológicas entre os países, mas pode também dar uma idéia sobre a dinâmica do hiato. Nos países em que esse gasto é maior, o hiato deveria diminuir no futuro. Neste sentido, o gasto em P&D pode funcionar tanto como uma medida para o futuro hiato tecnológico, como medida da velocidade com que as inovações são disseminadas na economia, uma vez

que o investimento em P&D capacita mão-de-obra qualificada, o que eleva a velocidade de difusão da tecnologia (Freeman, 1995; Nelson e Phelps, 1966) Em geral, podemos observar que as economias mais desenvolvidas têm alocado na média, 2,6% do PIB em atividades de P&D, enquanto os países em desenvolvimento alocaram em torno de 0,7%. Já nos países menos desenvolvidos, este valor não passa de 0,01% de seu PIB (UNCTAD, 2005).

Todos estes dados servem para demonstrar que existe sim um hiato tecnológico entre as nações desenvolvidas e as em desenvolvimento. Infelizmente este hiato não ocorre somente na criação de tecnologia, mas também ocorre nas capacidades internas, i.e., na capacidade absortiva de cada nação. É justamente esta capacidade absortiva que disponibiliza à nação a difusão de tecnologias vindas do exterior, a sua adaptação local e uma melhoria incremental a qual possibilitará a utilização eficiente das tecnologias existentes.

De igual modo, Fagerberg (1987) acredita que a introdução de novas tecnologias é analisada como a junção do resultado da inovação e das atividades de aprendizado realizadas pelo SNI, especialmente da interação deste com as diversas firmas. Neste sentido, a cumulatividade, ou a dependência da trajetória, é uma característica presente neste processo. Entretanto, para o autor, a idéia da tecnologia como um bem público não deve ser vislumbrada como a mais coerente, uma vez que existem custos no processo de internalização das tecnologias. Portanto, a introdução de novas tecnologias depende não somente da quantidade de tecnologias disponibilizadas mas também da influência de outros fatores, tal como o SNI. Consequentemente, a tecnologia pode até ser um bem público disponibilizado livremente, mas para a sua internalização é necessário que haja um esforço do país que impreterivelmente gerará custos, i.e., há custos na introdução de tecnologias.

Mesmo assim, o hiato tecnológico deve ser visto, pelo país com menor acúmulo de tecnologias como uma grande promessa de crescimento e desenvolvimento, a qual, porém, não é simples de ser concretizada. Isto ocorre particularmente devido a dois aspectos: 1. o país atrasado pode ter partes importantes da sociedade que resistam às mudanças necessárias para a implantação de novas técnicas produtivas. Portanto, o *catching-up* não é automático e requer um considerável esforço da sociedade e das instituições, de modo a ser influenciado pelas capacidades sociais de cada país. Se lembrarmos que a capacidade social também é influenciada pelo SNI, podemos fechar as relações de causalidade que determinam as mudanças tecnológicas do país; 2.

também é sugerido que a competência técnica de cada país para iniciar o processo de *catching-up* é um fator de influência para a redução do hiato tecnológico. Estudos têm utilizado como *proxy* para a competência técnica os anos de estudo da força de trabalho dos países (Fagerberg, 1988b).

Nesta mesma direção segue Freeman (1995), ao afirmar que os países do leste europeu e a antiga União Soviética demonstraram, na prática, que um grande investimento em P&D proporcionalmente ao produto, não é, por si só, uma garantia de sucesso em inovação, difusão e ganhos de produtividade. Neste sentido, também é necessário um foco do investimento em P&D para soluções práticas e que possam ser comercialmente exploradas, no sentido de obter um retorno ao investimento realizado.

Portanto, é interessante ressaltar que a disparidade entre as nações ricas e as nações pobres em relação às tecnologias de comunicação e obtenção de informações tem se reduzido, mesmo que suavemente, existindo avanços sobre esta área, que são observados pela elevação no número de usuário de telefones, internet e celulares. Este fato possibilita aos países se inserirem na globalização da tecnologia, o que resulta em grandes oportunidades para o seu desenvolvimento e conseqüentemente, grandes desafios para o aprendizado tecnológico (UNCTAD, 2005).

Uma das políticas de difusão de tecnologia que é aplicada pelos países em desenvolvimento reside no estímulo ao Investimento Direto Externo, que é realizado por firmas multinacionais. Desde que estes investimentos sejam acompanhados por políticas governamentais, o IDE pode aumentar o nível tecnológico tanto pelos transbordamentos gerados pelo investimento quanto pela intensificação da concorrência no mercado doméstico, o que melhora a alocação dos fatores de produção (Xu, 2000; UNCTAD, 2005; Narula e Marin, 2003).

O que se observa na realidade, é que o IDE gera transbordamentos desde que o país acolhedor tenha uma política de desenvolvimento de longo prazo, sendo esta integrada com a política de geração de capacidade absortiva. Neste contexto, de nada adiantaria um incentivo ao IDE, se não houver uma capacidade absortiva mínima instalada no país, juntamente com uma política de desenvolvimento proporcionada por um governo com uma visão de longo prazo (Narula, 2004; UNCTAD, 2005; Xu, 2000; Narula e Marin, 2003). Já Freeman (1995) vai além e cita casos históricos de políticas de desenvolvimento perseguidas por países que resultaram em grandes exemplos de desenvolvimento, uma vez que estas foram bem aplicadas pelo governo, como é o caso particular da Alemanha.

Outra forma de incentivar a introdução de novas tecnologias passa pelo estabelecimento de parcerias entre as firmas nacionais e as firmas de outros países, incentivando o intercâmbio de informações e a partilha de conhecimentos. Existem várias opções de políticas econômicas para o governo incentivar as parcerias e, consequentemente, aumentar a competitividade das firmas. Porém, todas essas opções dependem da criação por parte do governo de um ambiente de negócios que possibilite tais parcerias e garanta, não somente as habituais, estabilidade macroeconômica e estrutura regulatória e legal, mas também a estrutura física e social em termos de comunicação, transportes e, mais importante, educação e treinamento para a construção de capacidades industriais e tecnológicas, que em conjunto podem ser generalizadas como a capacidade absortiva (Narula e Marin, 2003).

Dentre os maiores esforços que devem ser realizados pelo governo para que o hiato tecnológico seja reduzido está a criação de capacidades tecnológicas, i.e. a criação de capacidade de absortiva. O esforço para a construção deste tipo de capacidade é de fundamental importância para os países que não estão partilhando da fronteira tecnológica, i.e., não estão inovando. Isto ocorre, pois a utilização das novas tecnologias inseridas requer diversos esforços, dentre eles, uma gama de informações, habilidades, interações e rotinas que as firmas necessitam ter disponíveis para conseguir implantar em seus sistemas produtivos os novos desenvolvimentos (UNCTAD, 2005; Narula, 2004; Nelson e Winter, 1982).

Outro fator de extrema importância é o Sistema Nacional de Inovação (SNI). Isto ocorre pois:

> "National Innovation Systems play a crucial role in countries efforts to catch up with technological advances. Differences between countries in their educational institutions and systems, their legislation, the framework for technological activities, and the policies implemented by their governments constitute the basis for the notion of NIS. Such diversities are believed to impact deeply on technological performances of countries, which would in turn influence their economic performance" (UNCTAD, 2005, p. 12).

O SNI é de fundamental importância, pois é neste que ocorre as inter-relações entre as diversas instituições ligadas ao conhecimento e à tecnologia, tais como as universidades, os institutos de pesquisa, os empreendimentos de negócios e manufaturas (Nelson e Winter, 1982; Freeman, 1995; UNCTAD, 2005).

Conforme o país se desenvolve via introdução de novas tecnologias obtidas junto com o conhecimento já disponibilizado (conhecimento que não partilha da fronteira tecnológica), este desenvolvimento gera, intrinsecamente, a necessidade de

investimento em P&D. Isto decorre da maior dificuldade no gerenciamento de tecnologias mais complexas, o que também requer um maior desenvolvimento do capital humano, da infra-estrutura e do aparato governamental, tal como as alterações/intensificações a serem realizadas no SNI. Observamos, portanto, a gestação de um círculo virtuoso de desenvolvimento, onde o crescimento da base de P&D com o objetivo de absorver conhecimentos mais complexos acaba por permitir uma melhor e maior difusão de tecnologias, o que reduz o custo de transferência de tecnologias e captura mais benefícios de transbordamentos para o país (UNCTAD, 2005; Freeman, 1995; Narula e Marin, 2003).

Provavelmente, mais importante do que os investimentos em P&D para a absorção de novas tecnologias, seja a criação da "cultura tecnológica" dentro das indústrias e das firmas, o que pode impulsionar as relações dentro do SNI e, consigo, o desenvolvimento dos países (Nelson e Winter, 1982; Freeman, 1995).

Entretanto, devemos sempre ressaltar que o centro do SNI sempre é a P&D, sendo o SNI um parâmetro fundamental para a compreensão do progresso tecnológico.

Neste contexto, Viotti (2000) desenvolve um conceito mais ligado aos países em desenvolvimento, que não têm muitas capacidades de inovação e não primam por grandes investimentos em P&D tal como os países desenvolvidos. Assim, o autor defende a utilização do termo Sistema Nacional de Aprendizado, como extremamente ligado ao processo de *catching-up*.

Consequentemente, os países em desenvolvimento, i.e., aqueles que não tem capacidade de inovar, ao invés de terem um SNI no sentido estrito da palavra, teriam um SNA, uma vez que estes absorveriam mais a tecnologia disponível do que inovariam (Viotti, 2000).

Portanto, passa-se de um sistema com interligação da inovação, invenção, inovação incremental e a difusão, para um sistema onde o fator central é a capacidade absortiva de cada país, onde o aprendizado toma seus moldes. Consequentemente, o motor do crescimento dos países tecnologicamente atrasados é o aprendizado tecnológico, e não a inovação (Viotti, 2000).

Neste sentido, quando o país em desenvolvimento deixa a fase de *catching-up* e passa para a fase de compartilhamento da fronteira tecnológica, este acaba por migrar de um SNA para um SNI. Portanto, o gerenciamento de um SNA deve ser a base de sustentação para um futuro SNI, sendo que as características do SNI devem se somar à característica de aprendizagem do SNA. Assim, se um país for eficiente durante a

administração de seu SNA de modo a transpor a fase de *catching-up*, a inovação será somente um resultado do esforço realizado anteriormente.

Cabe ressaltar a evidência empírica citada por Freeman (1995) sobre o desenvolvimento alemão. O desenvolvimento deste país foi altamente influenciado por List, um teórico que via o argumento de defesa da indústria nascente como de fundamental importância para o desenvolvimento alemão. Assim, houve uma internalização de tecnologias e um processo de aprendizado impulsionado pelo governo, que incentivou a instalação de escolas técnicas e a importação de tecnologia externa. Inicialmente o processo baseou-se na tecnologia reversa, mas dominada, o processo intensificou-se a ponto das tecnologias sofrerem melhorias incrementais, de maneira que o país passou a dar os seus primeiros passos para a inovação.

Por fim, é ressaltado que não existe uma fórmula que se ajusta a todos os países de igual modo. Há somente algumas linhas mestras que devem ser perseguidas pelos países em desenvolvimento na introdução de novas tecnologias com o objetivo final de desenvolver o país e impulsionar o seu crescimento econômico, obtendo uma redução do hiato tecnológico e, portanto, das desigualdades observadas entre o Norte e o Sul.

1.4 Capital humano e a necessidade de 'aprender a aprender'

Desde que o capital humano tem mostrado grande importância para os diversos autores como um fator importante e determinante da capacidade absortiva, torna-se interessante fazermos algumas considerações com relação ao capital humano e a necessidade de aprendizado proveniente das interações dos trabalhadores.

A capacidade absortiva é influenciada pela educação, uma vez que a educação permite desenvolver a capacidade de receber, processar, interpretar e aplicar de forma mais eficiente a informação. A interpretação e a aplicação da informação são importantes para o desempenho de vários trabalhos (Nelson e Phelps, 1966).

Para observarmos como a educação influência a produtividade e o gerenciamento das decisões, é interessante fazer uma escala de desempenho das profissões, colocando no topo as profissões que necessitam de um maior nível de discricionariedade dos trabalhadores e aquelas altamente rotinizadas na base da escala, onde o nível de discricionariedade será baixo ou relativamente constante. Sempre que houver um emprego com atividades com alto grau de rotina, os empregados devem ter

considerável nível educacional para que possam gerenciar a discricionariedade necessária, portanto, demonstrando que deve haver alguma forma de treinamento, mesmo para atividades com alto grau de rotina. Mas, provavelmente a educação é mais importante nas atividades que demandam uma maior mudança, em si, aquelas que requerem uma maior adaptação à mudança. Nestas atividades é necessário aprender a perseguir novos conhecimentos e a compreender os novos desenvolvimentos tecnológicos. Neste sentido, é fundamental a essas profissões realizar o 'aprender a aprender' (*learning to learn*) (Nelson e Phelps, 1966).

Desde que seja necessário um nível de educação elevado para que os serviços gerenciais devam ser alocados para os trabalhadores com níveis educacionais que permitam a tais aprenderem a aprender, inclusive com os erros e omissões cometidos no passado, é interessante ressaltar outro fator que poderá influenciar na decisão de escolha do trabalhador: a sua experiência.

Neste sentido, a educação funciona como um sinalizador para o mercado de trabalho, demonstrando que o indivíduo conseguiu obter a capacidade de 'aprender a aprender', de forma a que este possa tomar decisões em um cargo mais discricionário do que nas funções altamente rotinizadas. Entretanto, isto não significa que estas decisões serão as decisões corretas ou as esperadas. Contudo, a experiência pode ser um ponto adicional ou até fundamental para que a decisão escolhida pelo trabalhador seja a decisão correta, demonstrando que a experiência pode representar uma elevação na probabilidade de que o trabalhador tome a decisão correta. Portanto, deve-se ressaltar que além de 'aprender a aprender', existe uma 'curva de aprendizado' que o trabalhador obtém com a experiência na função.

Consequentemente é interessante aliarmos à hipótese de 'aprender a aprender' ao conceito de 'curva de aprendizado' introduzido por Arrow (1962), que sucintamente declara que o aprendizado é realizado com o acúmulo de experiência que é obtida durante o desenvolvimento das atividades laborais do trabalhador. Portanto, não é necessário única e exclusivamente ter a capacidade de aprender a lidar com situações que disponibilizem opções discricionárias, mas também é fundamental ter experiência, demonstrando a importância de "*learning by doing*".

Cabe ressaltar o fato observado por Nelson e Phelps (1966) que também é aplicado por um argumento similar em Arrow (1962) sobre a função de produção. Estes dois trabalhos não concordam com a formulação de determinada curva de produção que leve em consideração somente os fatores de produção, onde trabalhadores mais

qualificados sejam considerados como mais produtivos do que os trabalhadores menos qualificados, i.e., a criação do conceito de "trabalho efetivo". Em si, os estudos têm indicado que os trabalhadores mais qualificados parecem ser mais substitutos dos bens de capital do que propriamente substitutos de outros trabalhadores, o que contradiz a caracterização de uma função de produção imersa no conceito de "trabalho efetivo". Isto pois, pode-se produzir a mesma quantidade de produto com um capital menos intensivo e, portanto, com trabalhadores mais qualificados. Neste sentido, a educação, bem como a experiência, pode ser visualizada como um fator impulsionador da produtividade dos trabalhadores.

A principal hipótese que deve ser visualizada durante o desenvolvimento deste argumento reside sobre os efeitos que a qualificação implica para o processo de disseminação e implementação das tecnologias. Neste contexto, o gerenciamento da produção é uma função que requer uma grande adaptação à mudança e tal adaptação é obtida com trabalhadores mais qualificados. Conseqüentemente, as pessoas com maiores níveis de qualificação estariam mais aptas a realizarem novos processos organizacionais ou operacionais para elevar a eficiência na produção. Portanto, podemos inferir que a velocidade de disseminação da tecnologia é tanto mais elevada quanto maior seja o nível de qualificação dos trabalhadores (Nelson e Phelps, 1966).

Na tentativa de obterem respostas que corroborem o seu argumento, Nelson e Phelps (1966) desenvolvem um modelo de difusão tecnológica que depende do índice de educação. Assim, quanto maior for o índice de educação da população em geral, maior será a velocidade de difusão tecnológica. Como um produto de seu modelo, os autores obtêm uma característica importante ao observarem que o retorno obtido com a educação é tanto maior quanto mais rápido for o desenvolvimento das novas tecnologias.

Neste sentido, é interessante ressaltar que a educação é visualizada como um ato de investimento nas pessoas, o que implica em um capital humano. Portanto, tal como o investimento em inovação produz externalidades devido as imitações subseqüentes às inovações, de forma análoga, a educação, por estimular a inovação, também deve gerar externalidades (Nelson e Phelps, 1966).

Com este pensamento, Léon-Ledesma (2002) procura explicar como ocorreu o processo de *catching-up* entre as nações da OCDE durante o período de 1965-94, correlacionando o processo de *catching-up* com o capital humano, no sentido de que o

capital humano é um insumo necessário para reduzir o hiato tecnológico entre as nações.

Uma das hipóteses ressaltadas por Léon-Ledesma é a necessidade de uma capacidade absortiva mínima para que o país inicie sua trajetória de crescimento baseada na elevação da produtividade do trabalho, o que implicaria em redução do hiato tecnológico.

O autor realiza um trabalho econométrico que cotem entre as suas variáveis explicativas o nível de educação dos trabalhadores e o hiato tecnológico de cada país, que é mensurado comparando-se o nível tecnológico deste país com relação ao nível tecnológico do país líder.

Os resultados obtidos pelo autor corroboram às expectativas geradas pela teoria do *catching-up*, vejamos os dois principais: 1. a educação afeta de forma singular a capacidade de inovar, de forma a reduzir o hiato tecnológico entre os países que iniciam um processo de *catching-up*. O efeito é tanto direto quanto indireto, uma vez que a elevação no nível educacional da população também eleva a habilidade do sistema econômico em assimilar e compreender as novas técnicas desenvolvidas para otimizar a produção; 2. o hiato tecnológico acaba por implicar em um efeito positivo sobre a produtividade, de modo a que quanto maior o hiato maior a capacidade de elevação subseqüente da produtividade, i.e., se o país tiver capacidade absortiva mínima para iniciar o processo[4]. Neste sentido, a elevação do hiato tecnológico deve ser visualizada como uma elevação no conjunto de tecnologias disponibilizadas para imitação (Léon-Ledesma, 2002).

Assim, o autor conclui o seu estudo reafirmando a necessidade de investimento em educação como uma forma de impulsionar o processo de *catching-up* e de convergência entre os países, uma vez que a educação está diretamente correlacionada com a elevação da produtividade, tal como o hiato tecnológico.

1.5 Capacidade absortiva e hiato tecnológico: uma perspectiva ampla

[4] O autor não cita explicitamente a necessidade de um nível mínimo de capacidade absortiva para iniciar a trajetória de crescimento disponibilizada pelo hiato tecnológico. No entanto, acredita-se que esse efeito positivo é decorrente de um viés de seleção, uma vez que o autor trata somente dos países da OCDE, de forma a caracterizá-los entre os países que já ultrapassaram o nível mínimo de capacidade absortiva que é necessária para o início do processo de *catching-up*.

Uma discussão ampla sobre o processo de *catching-up* é sugerida por Narula. O autor acredita que o crescimento econômico não se concentra somente na aquisição e desenvolvimento de conhecimentos através da inovação e do aprendizado, mas também na difusão e na utilização eficiente deste conhecimento. Neste contexto, a capacidade absortiva toma um lugar central na análise como um fator de extrema importância para o crescimento do país via internalização de tecnologias que geram uma elevação na produtividade dos países. Consequentemente:

> "Productivity growth among developing countries relies considerably on the ability of its economic units to acquire and internalize knowledge developed elsewhere if they are to 'catch up'. Laggard 'economy units' (countries or firms) must possess the ability to absorb, internalize and utilize the knowledge potentially made available to them. This ability is known as 'absorptive capacity', or appropriate supply of human capital and technological capability to be able to generate new technologies and consequently use productive resources efficiently" (Narula, 2004, p. 1).

Infelizmente, nem todo país é capaz de realizar o processo de *catching-up* e nem de crescer a taxas iguais. Uma forma de explicar este fato é observar que a capacidade absortiva é uma função do estágio de desenvolvimento de cada país, tornando-se única para cada nação em cada período do tempo, o que impossibilita a países diferentes obterem as mesmas taxas de crescimento, a não ser que estes estejam passando pela mesma fase de desenvolvimento. Neste sentido, também podemos afirmar que a capacidade absortiva também é dependente do tempo, desde que o processo de *catching-up* ocorra conforme o tempo evolua (Narula, 2004).

A capacidade absortiva nacional é mais do que a soma das capacidades absortivas das firmas domésticas. Para compreender a noção da capacidade absortiva nacional, devemos lembrar que a capacidade absortiva não é simplesmente uma agregação das firmas e indústrias. Também existem efeitos adicionais multiplicativos, os quais, embora insignificantes no âmbito da firma, tornam-se muito importantes ao nível nacional (Criscuolo e Narula, 2002; Narula, 2004).

É interessante realizar a distinção entre os conceitos de capacidade absortiva e a capacidade de absorver. Estas duas capacidades são fundamentalmente diferentes. A capacidade de absorver cresce continuamente enquanto absorve os conhecimentos disponíveis, mas tem a sua taxa de crescimento reduzida conforme se aproxima da fronteira de conhecimentos. Já a capacidade absortiva é um conceito diretamente ligado ao estágio de desenvolvimento do país, podendo ser correlacionada com o hiato tecnológico.

Para ilustrar a diferença é interessante aplicar um exemplo. Suponha que todo o conhecimento mundial tenha um limite estabelecido e que este seja finito. Quando todo o conhecimento disponível for absorvido pelo país, a capacidade de absorção estará em seu máximo, enquanto a capacidade absortiva será zero, uma vez que não haverá mais conhecimentos a serem absorvidos. Portanto, a capacidade absortiva é um conceito inerte sem um hiato tecnológico. Não faz sentido falarmos de capacidade absortiva sem tecnologias a serem internalizadas e exploradas, mas faz sentido falarmos de capacidade de absorção tanto quando não há mais tecnologias quando houver hiato tecnológico.

> "Absorptive capacity includes the ability to search and select the most appropriate technology to be assimilated from existing ones available, as well as the activities associated with creating new knowledge" (Narula, 2004, p. 6).

A capacidade absortiva também reflete a habilidade de um país explorar completamente os recursos existentes, i.e. as oportunidades tecnológicas disponibilizadas dentro da cadeia produtiva, além de prever as trajetórias tecnológicas relevantes.

É interessante ressaltar que para qualquer tipo de transbordamento de conhecimento ser eficientemente internalizado pelo sistema econômico doméstico, duas condições necessárias devem ser satisfeitas. Primeiro, os transbordamentos de conhecimentos devem existir. Segundo, os agentes econômicos domésticos devem possuir o nível apropriado de capacidade absortiva para poder internalizar os transbordamentos (Criscuolo e Narula, 2002; Narula, 2004).

Existindo os transbordamentos, as firmas conseguem internalizar o conhecimento se estas obtiveram sucesso ao "aprender a aprender" (*learned-to-learn*). Neste sentido, depois de ultrapassado um nível mínimo necessário de capacidade absortiva, o aprendizado derivado dos transbordamentos torna-se mais fácil. Infelizmente, o custo de imitação das tecnologias é crescente quando o país seguidor reduz o hiato tecnológico e o número de tecnologias potencialmente disponíveis para imitação se reduz (Narula, 2004; Barro e Sala-i-Martin, 2003).

Falamos sempre em fronteira tecnológica, mas em nenhum momento definimos o que seria. Seguiremos aqui a definição de Narula (2004): *"The frontier is defined as the set of all production methods that at a given point in time are the most efficient in the world"* (p. 9).

A capacidade absortiva também está ligada aos fatores sociais e às instituições que regulam os padrões da sociedade. Muito mais do que simples agentes econômicos,

as condutas sociais podem levar ao sucesso ou ao fracasso de determinados conhecimentos tecnológicos. Desde que o papel institucional seja de fundamental importância para a análise da capacidade absortiva, define-se as instituições como "*sets of common habits, routines, established practices, rules, or laws that regulate the interaction between individuals and groups*" (Narula, 2004, p. 11).

O conceito de capacidade absortiva é ligado, por muitos estudos, com o conceito de capital humano, i.e. de trabalhadores qualificados. Mas a disponibilidade de grandes estoques de capital humano não deve, por si só, resultar em uma absorção de conhecimento que seja eficiente. Neste sentido, possuir pessoas com qualificação é uma pré-condição para o país ter uma capacidade de absorção, mas possuir somente pessoas qualificadas, sem o desenho institucional que conduza a um ambiente favorável ao desenvolvimento técnico-científico não irá conduzir a uma maior capacidade absortiva (Xu, 2000; Criscuolo e Narula, 2002; Narula, 2004).

Ressalta-se o fato de que a acumulação de conhecimentos, tal como a acumulação de capacidade absortiva é um processo cumulativo, tal como descrito por Cohen e Levinthal (1989) e Léon-Ledesma (2002). Neste sentido, uma elevação na capacidade absortiva pode gerar uma acumulação de conhecimentos que, via transbordamentos decorrentes dessa assimilação pode, novamente, gerar um crescimento da capacidade absortiva. Este seria um ciclo virtuoso de acumulação de conhecimentos. Este ciclo virtuoso ocorre em determinados estágios de desenvolvimento e depende claramente da disponibilidade de conhecimentos, i.e. do hiato tecnológico existente entre os países, uma vez que o acúmulo de conhecimentos tende a se reduzir conforme o país se aproxima da fronteira tecnológica.

É com este pensamento que Narula (2004) desenvolve quatro estágios de desenvolvimento no processo de *catching-up:* 1. a fase pré-*catching-up*; 2. a fase de *catching-up;* 3. o estágio pré-compartilhamento de fronteira; e, o estágio final, considerado como: 4. o compartilhamento de fronteira.

Assim, a capacidade absortiva nacional é definida como uma função não linear da distância entre o nível de conhecimentos obtido pelo país e a fronteira tecnológica estabelecida pelo país líder. Conseqüentemente, quanto maior for o nível de capacidade absortiva, mais longe o país estará da fronteira tecnológica, e mais facilmente este absorverá conhecimentos externos. Aqui, a distância tecnológica não somente é tomada como uma quantificação da complexidade tecnológica, mas também da eficiência com que o país explora o conhecimento disponibilizado.

Uma vez que a capacidade absortiva e o hiato tecnológico têm um relacionamento direto, onde a capacidade absortiva tem um ciclo de crescimento quando o hiato tecnológico é alto e ocorre uma redução na capacidade absortiva quando a complexidade na absorção do conhecimento aumenta, i.e. conforme o país se aproxima da fronteira tecnológica, parece claro que este relacionamento não será linear, variando conforme o hiato se reduz.

Na figura 2.2, vemos que a capacidade absortiva, representada por 'δ' é diretamente correlacionada com o hiato tecnológico, representado pela letra 'G'. A mesma figura também ilustra a dinâmica do hiato tecnológico em relação ao tempo, se considerarmos o eixo de 'G' medindo o tempo, onde o tempo zero inicia-se no valor mais alto de 'G', o tempo transcorrido é demonstrado no mesmo sentido de decrescimento de 'G'.

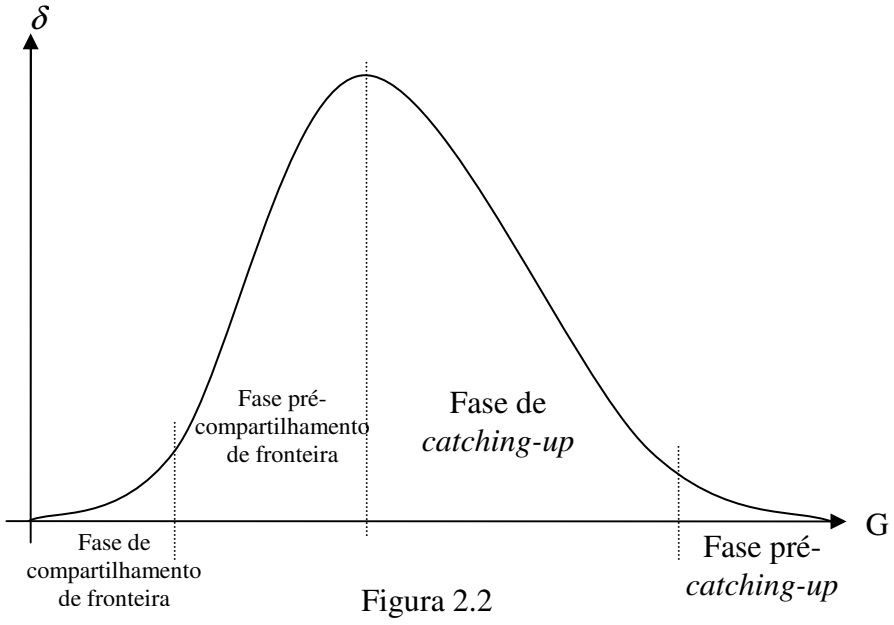

Figura 2.2

No estágio de pré-*catching-up*, o processo de acumulação de conhecimentos e redução do hiato tecnológico é mínimo. Para que o país saia deste estágio de desenvolvimento é necessário um grande investimento governamental na aquisição de capacidade absortiva. Estes investimentos devem se destinar às imperfeições geradas pelo mercado, focando na infra-estrutura do país, com o objetivo de desenvolver as indústrias que suportarão a futura demanda por produtos básicos além dos investimentos que devem ser realizados na educação da força de trabalho e nas instituições, de forma a prepará-las para as mudanças a serem introduzidas pelos novos desenvolvimentos tecnológicos que serão internalizados. Portanto, nesta fase, o governo assume um papel

de protagonista, criando as capacidades absortivas necessárias para que o processo de *catching-up* se inicie.

Adquirido o nível mínimo de capacidade absortiva necessária para passar da fase do pré-*catching-up* para a fase de *catching-up,* o país inicia um ciclo virtuoso de acumulação de tecnologias, caracterizado pela elevação na base de conhecimentos explorada internamente, que acaba por gerar uma elevação na capacidade de absorver tecnologias externas, o que ocasiona novo acúmulo de conhecimentos. Conclui-se que a elevação na capacidade de absorver tecnologias é um efeito derivado dos transbordamentos gerados pela introdução das novas tecnologias e a elevação na capacidade de absorver gera facilidades na exploração das tecnologias, encerrando o ciclo virtuoso.

Mesmo com o ciclo virtuoso de acumulação de tecnologias, o governo ainda terá um papel fundamental no sistema produtivo, não mais com um papel central como o que ocorria na fase de pré-*catching-up*, mas com um papel de provedor de bens públicos.

Nesta fase de *catching-up*, a capacidade absortiva tem um crescimento acelerado em conjunto com a redução do hiato tecnológico. A capacidade absortiva irá atingir um nível máximo quando o país atingir um nível intermediário em relação à convergência tecnológica.

Após este nível máximo da capacidade absortiva, o país inicia a fase de pré-compartilhamento de fronteira tecnológica, caracterizada por retornos decrescentes em relação à exploração de conhecimentos externos, o que demonstra a elevação dos custos na obtenção de novos conhecimentos. Nesta fase, há uma redução das oportunidades de ganhos devido à dificuldade encontrada com a maior complexidade dos conhecimentos que estão mais próximos à fronteira tecnológica.

A dificuldade encontrada pelos países ao se aproximarem da fronteira tecnológica pode ser explicada tanto pela maior complexidade dos conhecimentos a serem adquiridos, que pode ser transposta por investimentos em engenharia reversa ou na aquisição de capacidades tecnológicas via intensificação de P&D com o objetivo primordial de capturar os transbordamentos provenientes destes conhecimentos. Outra forma de explicitar esta dificuldade encontrada pelos países no processo de aproximação da fronteira reside na resistência encontrada pelas firmas em disponibilizar livremente o conhecimento. Neste contexto, uma forma de acessar estes conhecimentos é justamente pelas *joint ventures* ou alianças em P&D, o que facilitaria o acesso e

reduziria as resistências na exploração das tecnologias mais próximas à fronteira (Narula, 2004).

Assim, a capacidade absortiva, durante esta fase, tem uma queda. Tanto pela dificuldade na obtenção dos conhecimentos quanto pela redução da quantidade de conhecimentos a serem explorados.

A última fase pela qual o país passa corresponde a fase de compartilhamento da fronteira tecnológica, caracterizada por uma capacidade absortiva muito próxima de zero ou até zero. Outra característica marcante desta fase é que o país agora faz parte do conjunto de nações que está inovando, ou seja, este país tem como característica os altos investimentos em P&D com a finalidade de obter a inovação ou a elevação na produtividade via melhorias introduzidas no sistema produtivo.

Nesta fase, não há possibilidades para a imitação, mas há a possibilidade do país ser o desenvolvedor da tecnologia, ou o segundo no desenvolvimento, de forma a absorver tecnologias desenvolvidas por rivais com maior rapidez e agilidade, tanto devido ao acúmulo de conhecimentos, quanto devido aos investimentos em P&D, que também elevam a capacidade de absorção do país.

Uma análise mais específica também pode ser feita com relação à capacidade de absorver e sua relação com o hiato tecnológico e, consequentemente, com o tempo. Esta análise é realizada com o auxílio da figura 2.3 a seguir.

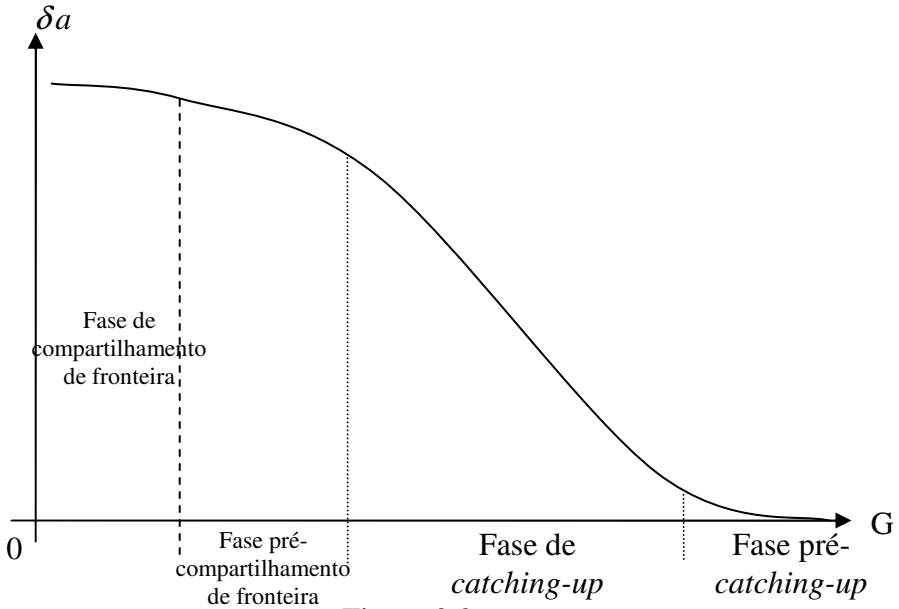

Figura 2.3

Em que, novamente, 'G' é a letra que representa o hiato tecnológico e 'δa' representa a capacidade de absorver. Devido ao fato de que a capacidade absortiva ser

um conjunto da capacidade de absorção, sendo a capacidade absortiva influenciada pelo hiato tecnológico, temos que a capacidade de absorção também é influenciada pelo hiato tecnológico. Entretanto, quando o hiato tecnológico é completamente fechado, a capacidade absortiva deve ser igual a zero, enquanto a capacidade de absorção estará em seu nível máximo[5].

1.6 Considerações Gerais

Esta seção, que encerra o capítulo 1, tem por objetivo primordial, relembrar ao leitor as principais conclusões que foram descritas pelas outras seções dos capítulos, fazendo um breve apanhado geral das discussões entre os diversos autores, sempre ressaltando os pontos de convergência, além das principais hipóteses que devem ser levadas em conta no desenvolvimento do modelo, a ser realizado no terceiro capítulo.

Na primeira seção, observa-se que o processo de *catching-up* ocorre somente naqueles países que têm uma capacidade social compatível com o processo de desenvolvimento tecnológico. Deste modo, o hiato tecnológico deve ser visualizado como um estoque de crescimento a ser utilizado pelo país atrasado apenas se este dispuser de capacidades sociais suficientes para internalizar as tecnologias. A maior parte dos autores acredita que as capacidades sociais são determinantes para o desenvolvimento do processo de *catching-up*, além da necessidade de alteração nas relações sociais, comerciais e industriais que são demandadas para o sucesso na implantação de novas tecnologias.

Na segunda seção, observa-se os determinantes da capacidade absortiva, dando os diversos autores grande ênfase para os investimentos realizados em P&D. Além disto, é ressaltado que o simples investimento em P&D pode não gerar os benefícios desejados, sendo assim, fundamentalmente importante a qualidade da pesquisa e o foco desta, além da disseminação do conhecimento para as diversas firmas que constituem o mercado. Neste sentido, é interessante ressaltar o papel fundamental que o SNI impõe na disseminação do conhecimento, i.e., estas instituições são as grandes determinantes da velocidade de propagação das informações perante o mercado.

---

[5] Se considerarmos que a capacidade de absorver é tomada como em nível logaritmo, a taxa de crescimento da capacidade de absorver é igual a capacidade absortiva.

Deve-se dar importância também ao fato de ser necessário um estímulo da firma ou mesmo do próprio indivíduo para que haja certa capacidade absortiva. Portanto, ao individuo é importante estimular a sua memória além da capacidade de conhecimentos que este aprende durante a sua vida, pois a capacidade de aprendizado é cumulativa. Com efeito, quanto mais conhecimentos são internalizados, maior é a probabilidade de que este indivíduo consiga internalizar mais conhecimentos. Por fim, a seção termina enfatizando os problemas que podem decorrer da comunicação, tanto entre os empregados dentro de uma firma quanto das instituições que ao invés de comportarem-se como aliadas na tarefa de disseminação dos conhecimentos, podem comportar-se como rivais.

A terceira seção é dedicada ao processo de *catching-up* e o seu estreito relacionamento com o SNI. O hiato tecnológico entre as diversas nações pode ser quantificado de diversas maneiras, desde o investimento em P&D proporcional ao produto a quantidade de patentes *per capita* de determinado país. Durante a disseminação da tecnologia dois fatores devem ser os principais influenciadores da velocidade de disseminação: a educação e o SNI. A educação pode ser vista como um esforço mínimo a ser realizado pelo país. Já o SNI pode ter o seu conceito, no caso de países em desenvolvimento, modificado para um SNA, algo como um precursor do SNI, que se bem sucedido pode resultar em um SNI de sucesso.

Já a quarta seção é reservada as discussões sobre a importância do capital humano e da necessidade de 'aprender a aprender'. A educação é um conceito chave que influencia diretamente a capacidade absortiva, uma vez que a educação gera a possibilidade de maior absorção de conhecimentos pelos indivíduos. Além da educação, existe uma curva de aprendizagem, onde os trabalhadores acabam por aprender devido a sua experiência passada.

Por fim, a última seção trás uma visão ampliada sobre a capacidade absortiva e a sua correlação com o hiato tecnológico. Säo identificadas quatro fases do processo de *catching-up*, a saber: 1. pré-*catching-up*; 2. *catching-up*; 3. pré-compartilhamento de fronteira; 4. compartilhamento de fronteira. Em cada fase há uma relação entre a capacidade absortiva e o hiato tecnológico, de modo que este hiato tende a influenciar diretamente a capacidade absortiva, desde que haja uma capacidade absortiva mínima. Neste sentido, a capacidade absortiva mínima tende a impulsionar o processo de *catching-up*, que se bem gerido, torna-se uma poderosa força a favor do processo de *catching-up*.

2. CATCHING UP E CAPACIDADES ABSORTIVAS

O objetivo central desta seção é desenvolver um modelo de *catching-up* geral, tomando-se como ponto de partida o modelo de crescimento de Verspagen (1993). Na seção 2.1. é apresentado em detalhe o modelo de Verspagen, que será utilizado no desenvolvimento da próxima seção. O modelo de Verspagen (1993) tem como principal motivação a explicação da divergência entre a taxa de crescimento dos países em função das diferenças tecnológicas, que se exprimem no hiato tecnológico. Neste sentido, o autor modela a trajetória temporal da tecnologia de forma a esta ser condizente com um crescimento impulsionado pela demanda (*demand led-growth*). Como uma conseqüência, o autor formula a trajetória da tecnologia em relação ao tempo introduzindo na análise a capacidade de aprendizado, mas em nenhum momento introduz uma forma funcional que caracteriza a trajetória de crescimento da capacidade de aprendizado. Dois fatores devem ser observados da análise de Verspagen (1993): 1. o hiato tecnológico é influenciado pela capacidade de aprendizado; 2. a capacidade de aprendizagem é influenciada pelo hiato tecnológico.

2.1 O modelo de crescimento de Verspagen

Evidências empíricas demonstram que os países de renda média e alta mantêm uma taxa de crescimento inversamente proporcional ao seu nível de renda inicial, demonstrando que existe convergência entre estes países. Infelizmente, a evidência empírica demonstra que os países com baixa renda não conseguem obter taxas de crescimento que demonstrem convergência no nível da renda, uma vez que as suas taxas de crescimento não são inversamente proporcionais a sua renda inicial. Portanto a hipótese de convergência parece não ser satisfeita para estes países. Essas duas evidências empíricas devem ser as linhas mestras a serem seguidas no modelo que será desenvolvido.

O modelo desenvolvido tem como hipótese principal o *catching-up*. Esta hipótese leva em consideração o nível de hiato tecnológico de cada país com relação ao líder tecnológico, que encontra-se na fronteira tecnológica. Desde que exista um hiato tecnológico, também existe a possibilidade de introdução de novas técnicas produtivas no sistema, o que pode gerar transbordamentos. Entretanto, a redução do hiato

tecnológico depende da capacidade de aprendizado que difere entre os países. Neste contexto, o modelo desenvolvido pelo autor descreve como as interdependências tecnológicas existentes entre os países, aliadas com as diferentes maneiras de se obter capacidade de aprendizado geram resultados na convergência da renda.

No modelo, como adiantado, os países irão distinguir-se em sua capacidade de aprendizado. Isto não significa somente que os países irão diferir em sua capacidade de inovar ou de criar novos conhecimentos, mas que estes vão diferir na sua capacidade de imitar tecnologias desenvolvidas por outros países.

A característica cumulativa do modelo é definida pelo tamanho do hiato tecnológico, que tem um fator positivo e outro negativo. O fator negativo vindo do hiato tecnológico reside na dificuldade de imitação de tecnologias realizado pelo país seguidor, uma vez que a aquisição de conhecimentos implica em um custo de aquisição. Quanto maior o hiato tecnológico, i.e., quanto maior for a diferença entre o nível tecnológico do país líder em relação ao seguidor, maior será a dificuldade de imitar as tecnologias. A idéia geral a ser capturada desta hipótese é que o conhecimento da tecnologia é obtida via bens de capitais altamente heterogêneos que incorporam tecnologias altamente heterogêneas, dificultando a absorção de novas tecnologias.

O fator positivo proveniente da redução do hiato tecnológico emerge da característica de cumulatividade gerada pelo maior crescimento, que acaba influenciando positivamente na aquisição de novas capacidades de aprendizado e conseqüente redução do hiato tecnológico, criando um ciclo virtuoso entre redução do hiato e crescimento econômico.

Supõe-se que existem dois blocos de países, um denominado Norte, que tem como característica a sua liderança tecnológica e desenvolvimento, e o outro denominado Sul, tendo como característica o seu processo de desenvolvimento que está em andamento e a possibilidade de *catching-up* o Norte devido a sua diferença na aplicação de tecnologia no sistema produtivo.

O estoque de conhecimentos é considerado como o único determinante do crescimento, embora os seus efeitos possam ser tanto diretos quanto indiretos. O efeito direto é visto através do valor do estoque de conhecimento, denominado por T, o qual têm um efeito positivo sobre o crescimento econômico do país. O efeito indireto ocorre através das exportações que sofrem influência da tecnologia, sendo as exportações também um determinante do crescimento.

Portanto, podemos demonstrar estes dois efeitos, o direto e o indireto, da tecnologia sobre o crescimento econômico pela equação:

$$\hat{Q}_i = \alpha \hat{T}_i + \varepsilon \hat{X}_i \quad onde\ i = n, s \qquad (2.1)$$

Nesta equação, 'X' representa as exportações; 'T' o estoque de conhecimentos, i.e., o nível da tecnologia; 'Q' é o crescimento do país, sendo o sinal de '^' representante de uma taxa de crescimento, ou seja, quando uma variável tem o sinal de '^' em cima, isto significa uma taxa de crescimento; por fim, os subscritos 'n' e 's' significam Norte e Sul, respectivamente.

Algumas explicações adicionais podem ser fornecidas acerca da taxa de crescimento das exportações. A taxa é determinada pela relação do hiato tecnológico, demonstrando que quanto maior for a tecnologia inserida nos produtos, i.e., quanto menor for o hiato tecnológico, maior é a demanda pelos produtos. Esta idéia é corroborada por McCombie e Thirlwall (1994), em seu estudos das elasticidades, quando observam que a elasticidade renda das exportações é tanto maior quanto maior for o nível de tecnologia incorporado ao produto, o que ocasionaria uma maior taxa de crescimento compatível com o equilíbrio na balança de pagamentos.

Além do hiato tecnológico, devemos acrescentar a taxa de crescimento da participação de cada país no mercado internacional. Com estas considerações, podemos demonstrar que a taxa de crescimento das exportações é determinada por:

$$\hat{X}_n = \eta \ln\left(\frac{T_n}{T_s}\right) + \hat{Z} \qquad (2.2)$$

$$\hat{X}_s = \eta \ln\left(\frac{T_s}{T_n}\right) + \hat{Z} \qquad (2.3)$$

Nas equações (2.2) e (2.3) a variável $\hat{Z}$ representa a taxa de crescimento mundial.

A especificação logarítmica tem a propriedade conveniente de que quando o hiato tecnológico atinge o valor zero, ou seja, quando o nível tecnológico de cada país é igual, a tecnologia passa a não influenciar a taxa de crescimento das exportações, isto pois o logaritmo de 1 é zero. Neste caso, o único determinante do crescimento econômico passa a ser a taxa de crescimento da participação no mercado internacional.

Observamos por estas hipóteses que o modelo é francamente baseado na suposição de crescimento impulsionado pela demanda (*demand led-growth*), seguindo a

tradição de McCombie e Thirlwall (1994) na suposição de que a tecnologia influência o crescimento econômico via demanda.

Se definimos o hiato (*gap*) tecnológico entre o Norte e o Sul como:

$$\hat{G}_n = \ln\left(\frac{T_n}{T_s}\right) \qquad (2.4)$$

Esta equação pode simplificar as relações observadas por (2.2) e (2.3), neste sentido, o desempenho das exportações são diretamente relacionadas ao hiato tecnológico.

Resta-nos desenvolver a idéia sobre o crescimento do estoque de conhecimentos. O autor segue a idéia de que o acúmulo de conhecimentos resulta de dois fatores, um endógeno e outro exógeno. O fator exógeno corresponde ao setor de pesquisa que influência positivamente na acumulação de conhecimentos. Já o fator endógeno corresponde aos efeitos dinâmicos que emergem do acúmulo de tecnologias. O último efeito é comparável com a lei de Verdoorn, no sentido de representar uma relação entre a taxa de crescimento do acúmulo de tecnologias e a taxa de crescimento do produto. Este fato é representado pelos transbordamentos resultantes da internalização de conhecimentos.

O passo final será organizar a equação resultante da produção de conhecimentos no Norte e no Sul, de maneira a especificar o termo de transbordamentos (*spillovers*). Neste sentido, é interessante ressaltar um fato que deve ser capturado por esta equação: nem todo o transbordamento pode ser capturado, uma vez que é necessário capacidade de aprendizado para que o país capture os transbordamentos. Neste contexto, há dois transbordamentos: o transbordamento potencial (*potential*) e o transbordamento atual (*actual*). Necessariamente, o transbordamento potencial é sempre maior ou igual ao transbordamento atual, uma vez que o transbordamento potencial corresponde a todas as potencialidades geradas, naquele momento, de transbordamentos derivadas do hiato tecnológico. Enquanto o transbordamento atual corresponde às possibilidades de internalização disponibilizadas por determinada capacidade de aprendizado do país.

Portanto, o hiato tecnológico gera potenciais transbordamentos para a economia do Sul, mas tal economia só poderá capturar estes transbordamentos se houver capacidade de aprendizado suficiente para internalizar, caracterizando o transbordamento atual. Neste sentido, a capacidade de aprendizado funciona como um

elo entre o transbordamento potencial e o atual. A diferença obtida entre o atual e o potencial deve ser determinada pela capacidade de aprendizado.

Um fato interessante que emerge da análise é a suposição de que a capacidade de aprendizado do Sul é definida, em si, para capturar a noção de cumulatividade da tecnologia, juntamente com os benefícios que esta produz. Neste sentido, é suposto que o hiato tecnológico influencia a capacidade de aprendizado. Ou seja: *"the technological distance from the leading country is assumed to be the other factor influencing the learning capability"* (Verspagen, 1993, p. 129).

Mas se o hiato tecnológico for dado, i.e. constante, a capacidade de aprendizado será determinada por uma mistura de fatores sociais, entre eles, a educação da força de trabalho, a qualidade da infra-estrutura, o nível de capitalização (i.e. de mecanização) da economia entre outros fatores. Portanto, *"For a given intrinsic capability to assimilate spillovers, the overall capability will diminish with the technological distance."* (Verspagen, 1993, p. 129).

Consequentemente o autor infere que os dois fatores acima influenciam a capacidade de aprendizado: o hiato tecnológico e um conjunto de fatores sociais. A influência é medida como uma análoga à derivada parcial, mantendo-se o outro fator constante. Neste sentido, o hiato tecnológico é medido como inversamente proporcional (i.e. negativamente correlacionado) à capacidade de aprendizado, e uma melhoria nos fatores sociais é visualizada como diretamente proporcional (i.e. positivamente correlacionado).

Na análise subseqüente, os transbordamentos são modelados como líquidos, ou seja, é suposto que os diversos efeitos agem em suas direções e a equação captura somente o seu efeito líquido. Assim, supõe-se que enquanto o hiato não for fechado, i.e. G=0, existirão transbordamentos fluindo em direção ao Sul. Portanto, o próprio valor do hiato tecnológico é uma medida dos transbordamentos. Consequentemente, vemos que um grande hiato tecnológico deve ser vislumbrado como uma possibilidade de crescimento, uma vez que pode gerar um potencial de crescimento via transbordamentos. A esta parcela da equação chamaremos de trasbordamentos potenciais.

Mas, de nada adianta obter um grande hiato tecnológico sem capacidade de aprendizado suficiente para internalizar estes transbordamentos. Neste sentido, é introduzido um fator de restrição gerado pelo hiato tecnológico, de modo a que, mantido constantes os demais fatores, quanto maior o hiato tecnológico, menor será a capacidade

de aprendizado, i.e. os transbordamentos atuais. Assim, podemos sumarizar a discussão até aqui com as seguintes equações de crescimento da tecnologia:

$$\hat{T}_n = \beta_n + \lambda \hat{Q}_n \qquad (2.5)$$

$$\hat{T}_s = \beta_s + \lambda \hat{Q}_s + aGe^{-G/\delta} \qquad (2.6)$$

Assim, vemos em (2.6) que o termo 'aG' representa os transbordamentos potenciais, demonstrando que quanto maior for o hiato tecnológico, maior será a possibilidade de elevar a tecnologia no Sul. Já o termo '$e^{-G/\delta}$' representa o efeito negativo que o hiato tecnológico exerce sobre o Sul, uma vez que um elevado hiato tecnológico pode ser visto como um abismo entre as diferentes nações. Assim, o parâmetro 'δ' toma um lugar central na análise. Quanto maior for 'δ', maior será os benefícios advindos de um maior hiato tecnológico. Da mesma forma, quanto menor for 'δ', menores serão os benefícios de um hiato grande. Neste contexto, Verspagen (1993) declara que 'δ' será considerado como uma variável política, de modo a não variar com o hiato tecnológico. Tais políticas podem ser sintetizadas como investimentos em infra-estrutura, ações voltadas à educação, de forma a intensificar a sua qualidade ou a quantidade de anos que a população estuda, entre outras políticas voltadas a melhoria na qualidade de vida da população.

Por fim, nas equações (2.5) e (2.6) o parâmetro 'β' representa a taxa exógena de crescimento da tecnologia e 'λ' representa a taxa de crescimento de Verdoorn.

Para solucionar o modelo para a taxa de crescimento dos dois países, devemos combinar as equações (2.1)-(2.6) para obtermos:

$$\hat{Q}_n = \frac{\alpha\beta_n}{1-\alpha\lambda} + \frac{\varepsilon\eta}{1-\alpha\lambda}G + \frac{\varepsilon}{1-\alpha\lambda}\hat{Z} \qquad (2.7)$$

$$\hat{Q}_s = \frac{\alpha\beta_s}{1-\alpha\lambda} - \frac{\varepsilon\hat{\eta}}{1-\alpha\lambda}G + \frac{\varepsilon}{1-\alpha\lambda}\hat{Z} + \frac{a\alpha}{1-\alpha\lambda_s}Ge^{-G/\delta} \qquad (2.8)$$

Aqui, é necessário supor que $\alpha\lambda < 1$ para encontrarmos uma taxa de crescimento positiva. O significado da suposição é que o efeito auto-reforçante da espiral que surge do coeficiente de Verdoorn e da tecnologia não poder ser tão grande que cause uma explosão de crescimento no sistema econômico.

As equações (2.7) e (2.8) demonstram que o hiato tecnológico é positivo para o crescimento da economia do Norte, mas tem uma mistura entre um fator positivo e um negativo para a economia do Sul.

Subtraindo a equação (2.8) de (2.7), observaremos a diferença no crescimento entre as duas nações, de forma a obter o seguinte resultado:

$$\hat{Q}_n - \hat{Q}_s = \frac{\alpha}{1-\alpha\lambda}(\beta_n - \beta_s) + \frac{2\varepsilon\eta}{1-\alpha\lambda}G - \frac{a\alpha}{1-\alpha\lambda_s}Ge^{-G/\delta} \qquad (2.9)$$

A equação (2.9) demonstra que a diferença na taxa de crescimento entre os países é observada pela diferença na taxa de inovação (a diferença entre o parâmetro β) além de também ser uma função do hiato tecnológico.

O próximo passo é determinar qual é a diferença que ocorre durante o acumulo de tecnologias, uma vez que observamos pela equação (2.9) que a diferença na taxa de crescimento entre o Norte e Sul ocorre devido ao hiato tecnológico, sendo o hiato representado pelo nível tecnológico de cada país. Assim, é interessante observarmos qual é a dinâmica do hiato. Conseqüentemente, diferenciando (2.4) com relação ao tempo e substituindo as equações (2.5) e (2.6) na equação resultante, além de inserir (2.9) nesta, obteremos como resultado:

$$\hat{G} = \hat{T}_n - \hat{T}_s = \frac{1}{1-\alpha\lambda}(\beta_n - \beta_s) + \frac{2\varepsilon\eta\lambda}{1-\alpha\lambda}G - \frac{a}{1-\alpha\lambda_s}Ge^{-G/\delta} \qquad (2.10)$$

Desde que supomos que a diferença obtida entre os setores de pesquisa das nações não seja grande, a dinâmica do crescimento neste modelo será determinada somente pelo hiato tecnológico. Portanto, em equilíbrio, obteremos como resultado uma taxa de crescimento do hiato igual a zero, de forma a (2.10) ser representada como:

$$2\varepsilon\eta\lambda G + \beta_n - \beta_s = aGe^{-G/\delta} \qquad (2.11)$$

A equação (2.11) pode ser melhor analisada se observamos uma figura onde separamos cada lado da equação em uma reta e uma curva, respectivamente. Assim, obtermos a figura 2.1 logo abaixo.

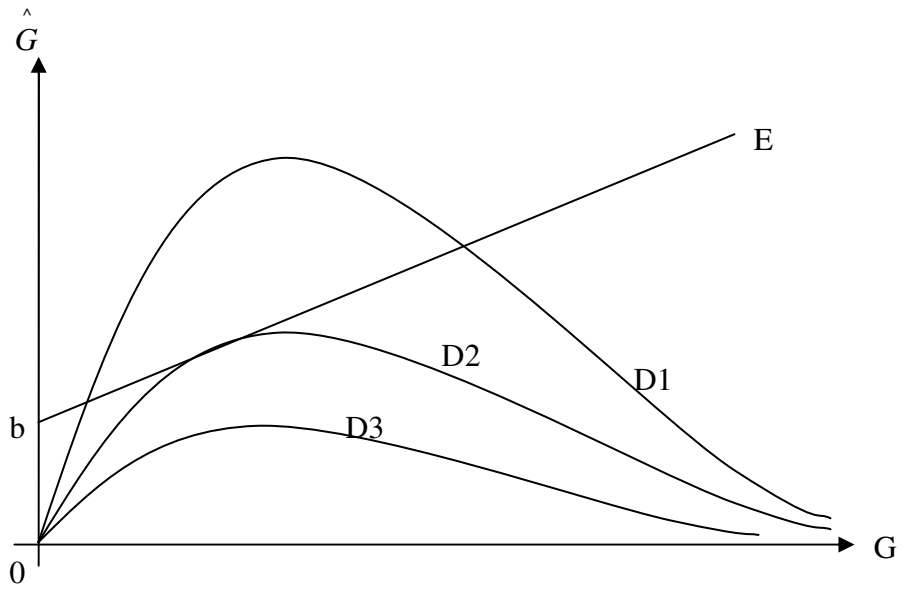

Figura 2.1

A figura 2.1 demonstra uma reta denominada 'E' no sentido de estar na esquerda da equação (2.11), e outras 3 curvas denominadas de 'D' devido ao fato de estarem a direita na equação (2.11).

Sobre a parte não negativa, a equação da direita, denominada de 'D' intercepta o valor zero quando G=0, e tem um valor máximo igual a 'aG/e' no ponto onde '$G = \delta$'. Consequentemente, quando 'G' vai para infinito, o valor da função da direita tende a ir a zero. Já a função da esquerda, denominada de 'E' é uma linha reta, que tem seu valor crescendo proporcionalmente conforme 'G' cresce, sendo o seu intercepto obtido em b, que representa a diferença entra as taxas de crescimento da inovação do Norte e do Sul.

O ponto de equilíbrio de longo prazo ocorre exatamente nos pontos em que essas duas funções desenhadas na figura 2.1 se encontram. Neste caso, duas vezes entre 'D1' e 'E' e uma vez entre 'D2' e 'E'.

A diferença entre as curvas 'D' que obtêm os valores 1, 2 e 3 correspondem a diferentes políticas realizadas pelo governo para aumentar a capacidade de aprendizado da economia. A curva que corta duas vezes a reta 'E' corresponde ao valor mais alto de 'δ', enquanto a mais baixa corresponde ao menor valor.

Se a curva 'D' está abaixo da curva 'E', o hiato tecnológico irá crescer, uma vez que a quantidade de transbordamentos fluindo para o Sul será menor do que o aumento do hiato tecnológico determinado por outros fatores do modelo. Do mesmo modo, se a curva 'D' estiver acima da curva 'E', o hiato tecnológico estaria diminuindo.

Assim, no caso de 'D3', o hiato tecnológico sempre irá crescer e não haverá um equilíbrio, uma vez que os transbordamentos serão muito pequenos para o tamanho de 'G', neste caso, cabe ao governo a intensificação de políticas que estimulem o parâmetro 'δ' para iniciar uma trajetória com um equilíbrio estável do hiato tecnológico, e consequentemente, obter ganhos do processo de *catching-up*.

No caso de 'D2', há somente um equilíbrio de longo prazo possível para o sistema econômico, e este corresponde ao ponto de tangência entre a curva 'D2' e a reta 'E'. Um pequeno desvio para a direita deste ponto gerará um ponto onde o hiato tecnológico irá crescer continuamente. Porém um desvio deste ponto para a esquerda deve conduzir novamente o ponto para o equilíbrio. Consequentemente, este ponto é estável para a esquerda e instável para a direita.

Por fim, na curva 'R1' encontramos dois pontos de equilíbrio, mas somente um ponto é um equilíbrio estável. O ponto estável fica a esquerda, i.e., no ponto de interseção das curvas onde há um menor hiato tecnológico. Isto ocorre pois desvios, tanto para a direita quanto para a esquerda deste ponto fazem com que a trajetória retorne ao ponto de estabilidade. Já no ponto que corresponde a um maior hiato tecnológico e, portanto, o ponto a direita na figura 2.1 corresponde a um ponto instável, uma vez que desvios deste ponto para a direita ou para a esquerda consistem em um afastamento do ponto de equilíbrio inicial.

O ponto a esquerda é considerado o mais interessante, uma vez que o Sul pode iniciar a sua trajetória de crescimento com um hiato tecnológico entre os dois pontos de equilíbrio. Neste caso, o país inicia a trajetória de *catching-up*, mas não consegue desenvolver totalmente as suas habilidades para ultrapassar o Norte, o que geraria uma trajetória de dependência (*path dependence*).

Outra conclusão que emerge da análise, é que independentemente do resultado, estável ou instável, o hiato tecnológico nunca é completamente fechado. Esta conclusão deve ser visualizada pela ótica de que nunca o hiato tecnológico será completamente fechado baseado em uma trajetória que compreenda somente a imitação.

Um resultado que é ressaltado na análise é que os países que observam grandes hiatos tecnológicos não devem simplesmente esperar que o processo de *catching-up* tome início. É necessário, antes de tudo, haver um nível de capacidade de aprendizado para que o país inicie uma trajetória de crescimento via *catching-up* que seja estável no longo prazo e, mesmo com esta trajetória, o hiato tecnológico nunca será completamente fechado, como vimos. Assim, há um papel de protagonista destinado ao

governo no desenvolvimento de capacidades na fase de pré-*catching-up.* Este processo pode ser analisado como a passagem na figura, das curvas ‘D1’ para ‘D3’.

Por fim, o desenvolvimento completo do país, como já descrito, não é disponibilizado somente pelo processo de *catching-up*, também é necessário que o país desenvolva melhor o seu setor de pesquisa de modo a influenciar a sua capacidade de inovação a ponto de igualá-la ou até superar o nível obtido pelo Norte. Se o nível da capacidade de inovação for ultrapassada, o modelo gerado aqui será destruído, tornando o Norte em um país tecnologicamente atrasado e o Sul o país tecnologicamente desenvolvido.

3. UM MODELO DINÂMICO DE HIATO E CAPACIDADE ABSORTIVA

O objetivo deste capítulo é sintetizar as contribuições dos mais diversos autores que foram ressaltadas nos capítulos anteriores, gerando um modelo com os pontos principais de convergência que ocorrem na literatura.

Neste sentido, cabe ressaltar as hipóteses que serão levadas em conta no desenvolvimento do modelo:

1. O país atrasado tecnologicamente necessita de uma capacidade absortiva mínima para internalizar as tecnologias e iniciar o processo de *catching-up*. Este fato é visualizado como um esforço do país atrasado para impulsionar o seu processo de desenvolvimento. Tal fato é ressaltado por Abramovitz (1986) quando cita que as capacidades sociais de cada país devem ser suficientemente desenvolvidas para que o país explore o potencial dado pelo hiato tecnológico; Cohen e Levinthal (1989) ressaltam a necessidade de aquisição da habilidade de "*learning to learn*", ou seja, a necessidade de que as pessoas aprendam a lidar com as mudanças tecnológicas proporcionadas pelo avanço da ciência para que o conhecimento seja internalizado; o estudo da UNCTAD (2005) afirma que os países menos desenvolvidos ainda não têm um nível mínimo de capacidade absortiva de modo que os capacite a iniciar um processo de crescimento baseado no *catching-up*; Nelson e Phelps (1966) afirmam que a educação é fundamental para que os indivíduos possam se adaptar a mudanças proporcionadas pelo progresso tecnológico, além de desenvolvem um modelo no qual a difusão da tecnologia segue um índice médio do grau de educação. Portanto, quanto maior for o grau de educação das pessoas, maior será a velocidade de propagação das tecnologias, demonstrando que o esforço do país ao tentar elevar a educação de seus cidadãos pode influenciar na taxa de propagação/internalização de tecnologias; Fagerberg (1994) declara que o hiato tecnológico deve ser visualizado como uma promessa de crescimento, mas que não será automática, dependendo somente das capacidades sociais do país; Verspagen (1993) acredita que os transbordamentos ocorrem devido ao progresso tecnológico, entretanto, nem todos os transbordamentos podem ser capturados sendo tantos mais capturados quanto maiores forem as capacidades de aprendizado. Neste contexto, cabe ao país garantir as maiores capacidades de aprendizado via investimentos governamentais que garantam uma elevação na competitividade e na produtividade das pessoas; Narula (2004) cria o

conceito de uma capacidade absortiva mínima que é necessária para dar impulso ao processo de *catching-up*.

Neste sentido, é consenso entre os autores citados a necessidade de desenvolvimento de capacidades para que o país tecnologicamente atrasado possa iniciar o processo de *catching-up*. Este esforço é feito com certo custo. Tal custo pode ser observado pelos esforços realizados no país para que a população aumente a sua educação ou pelas políticas governamentais que objetivam impulsionar as ligações realizadas dentro dos centros difusores das novas tecnologias (empresas, universidades, centros de pesquisa, etc.), i.e., dentro do SNI.

2. O processo de aquisição de capacidades é cumulativo, de modo a que conhecimentos já internalizados impulsionam a aquisição de mais capacidades o que implicará na internalização de novos conhecimentos. Entretanto, o custo de absorção dos novos conhecimentos é tanto mais elevado quanto maiores forem os conhecimentos já internalizados, i.e., existe um fator impulsionador e outro fator contracionista no processo de acumulação de capacidades. Cohen e Levinthal (1989) consideram que a estrutura cognitiva é cumulativa em relação a capacidade absortiva, além de haver um custo na absorção de informações (neste contexto, novas tecnologias), que é tanto maior quanto mais complexo for o conhecimento; o estudo da UNCTAD (2005) considera que há a possibilidade de criar-se um círculo virtuoso onde o crescimento da base de conhecimento permitiria uma maior difusão das tecnologias, o que poderia reduzir o custo de transferências de tecnologias no curto prazo; Fagerberg (1994) acredita que a cumulatividade é uma característica presente no processo de introdução das novas tecnologias, entretanto, existem custos na internalização das tecnologias; Verspagen (1993) aproveita para declarar que a questão da cumulatividade no processo do *catching-up* é definida pelo tamanho do hiato tecnológico, existindo tanto um fator positivo (impulsionador) quanto um fator negativo (contracionista). O fator positivo é gerado pelo acúmulo de conhecimentos que influencia diretamente na elevação das capacidades de cada país. Já o fator negativo é proporcionado pela elevação na dificuldade de imitar tecnologias mais próximas à fronteira tecnológica; Narula (2005) considera que a capacidade de cada país depende do seu estágio de desenvolvimento, tendo uma característica de cumulatividade no início do processo (desde que ultrapassado um nível mínimo de capacidade absortiva), mas que declina conforme o processo de desenvolvimento encontra um limite. No caso específico de

desenvolvimento via *catching-up*, o processo de desenvolvimento é caracterizado pelo hiato tecnológico.

Consequentemente deve-se supor que o processo de acúmulo de capacidades é cumulativo, impulsionando a aquisição de novas capacidades conforme o processo de desenvolvimento toma forma. Entretanto, devemos lembrar que o processo cumulativo tanto tem fatores impulsionadores quanto contracionistas. Iremos denominar os fatores impulsionadores como sendo os benefícios advindos do acúmulo de conhecimentos, entre estes podemos ressaltar o acúmulo de experiências devidas as novas tecnologias assimiladas como também às ligações realizadas entre os indivíduos que criam canais de comunicação de forma mais direta. O fator restritivo é denominado de custo de absorção de conhecimentos. Sabemos que o custo de absorção de conhecimentos é tanto maior quanto mais complexo é o conhecimento (Narula, 2004; Verspagen, 1993).

Portanto, neste capítulo, formularemos um modelo dinâmico que determinará a trajetória do hiato tecnológico em conjunto com a trajetória da capacidade absortiva, de modo a desvendar a trajetória do processo de *catching-up* que ocorre nos países que se engajam neste tipo de opção de desenvolvimento.

Cabe ressaltar que consideraremos o termo capacidade absortiva, tal como empregado por Narula (2005). A escolha por esta denominação ocorre devido as mais diversas e diferentes conceituações que muitas vezes aplicam o termo capacidade como um conjunto de fatores extremamente abrangentes. Neste sentido é interessante fazermos uma uniformização das denominações, considerando somente o termo capacidade absortiva como o termo diretamente correlacionado com o hiato tecnológico. Isto não implica dizer que os termos desenvolvidos pelos demais autores estão incorretos ou equivocados, mas simplesmente reflete uma escolha realizada pela maior clareza na conceituação realizada por Narula (2004).

Como uma forma de simplificar o modelo, suporemos que existem somente dois país no mundo: o Norte, tecnologicamente desenvolvido; e o Sul, tecnologicamente atrasado.

Por fim, o capítulo está dividido em quatro seções além desta introdução. Na primeira seção expomos as hipóteses referentes ao hiato tecnológico, bem como a trajetória que este desenvolve com relação ao tempo. Na segunda seção desenvolvemos o tema relacionado a capacidade absortiva. A terceira seção fica com o equilíbrio do modelo. Já à quarta seção reservamos para realizar a análise gráfica do modelo, que pode ser útil para os leitores como uma forma de fixação dos resultados.

3.1 O hiato tecnológico

O hiato tecnológico representa o estágio de desenvolvimento obtido pelo Sul frente ao Norte, uma vez que as tecnologias são totalmente desenvolvidas no Norte, cabe ao Sul a possibilidade de imitar as tecnologias e implantá-las da forma mais produtiva o possível. Portanto, a trajetória tomada pelo hiato tecnológico é de fundamente importância para a elucidação do desenvolvimento do Sul.

Representaremos o hiato tecnológico tal como apresentado por Verspagen (1993), ou seja, o hiato tecnológico é representado pela letra 'G', onde G=Tn/Ts, sendo Tn o nível tecnológico do Norte e Ts o nível Tecnológico do Sul.

Portanto, quanto maior for 'G', maior será o hiato tecnológico. Tanto mais próximo 'G' ficar da unidade, menor será o hiato tecnológico. Se em algum momento 'G' for menor do que a unidade, o nível tecnológico do Sul será maior do que o nível tecnológico do Norte, representando a quebra do modelo, uma vez que o Norte tornar-se-ia o país tecnologicamente atrasado e o Sul o país tecnologicamente desenvolvido.

Supondo que o Sul não desenvolva tecnologias, de modo a simplificar o modelo, se não houver uma capacidade absortiva mínima para iniciar o processo de *catching-up*, tal como definida por Narula (2004), Borenztein *et al.* (1998), e Xu (2000), o hiato tecnológico deve crescer a uma taxa constante determinada pela taxa de crescimento da fronteira tecnológica. Portanto, enquanto não houver início o processo de *catching-up*, a trajetória do hiato deve ter uma taxa de crescimento constante, representada aqui por α_0. Esta taxa constante de crescimento da fronteira tecnológica representa os investimentos realizados em P&D que resultaram em desenvolvimento de novos produtos com um maior nível tecnológico incluído ou então de novos processos organizacionais que resultaram em uma elevação da eficiência na produção de bens e serviços.

Mas, se o Sul incorrer em esforços e obtiver a capacidade absortiva mínima necessária para iniciar a trajetória de *catching-up,* o hiato tecnológico não deve ser observado pelo Sul como um problema de desenvolvimento, mas sim como uma promessa de crescimento futuro (Fagerberg, 1994). Neste sentido, quanto maior for o hiato tecnológico, após ser transposto o nível mínimo de capacidade absortiva, mais tecnologias estarão disponíveis para serem imitadas/internalizadas pelo Sul.

Infelizmente, a imitação/internalização não ocorre sem custos. A imitação de tecnologias ocorre a um custo e este é significativo para o país. Em nenhum momento a tecnologia será livremente disponibilizada e sem nenhum custo, como se tivesse a característica de um bem público. Em si, não podemos afirmar que a tecnologia é um bem público pois há a necessidade de investimentos e há um custo para a imitação (Abramovitz, 1986; Cohen e Levinthal, 1989; Fagerberg, 1994; Narula, 2004; Barro e Sala-i-Martin, 2003). É com esta idéia de custos que introduzimos a inversa dos custos de imitação[6], determinada por α_1. Assim, quanto maior for α_1, menor serão os custos. De modo equivalente, quanto menor for α_1, maiores serão os custos.

Dadas essas definições de parâmetros, já podemos introduzir a função dinâmica que representa a taxa de crescimento, ou decrescimento, do hiato tecnológico. Portanto:

$$\hat{G} = \alpha_0 - \alpha_1 G \delta \qquad (3.1)$$

Cabe ressaltar que o símbolo '^' em cima de determinada variável representa a sua respectiva taxa de crescimento. Portanto o símbolo $\hat{G}$ representa a taxa de crescimento do hiato tecnológico. Neste sentido, vemos por (3.1) que quando a capacidade absortiva é zero, i.e. $\delta = 0$, a taxa de crescimento do hiato tecnológico é igual a α_0. Isto significa que a falta de capacidade absortiva mínima acaba por implicar em um aumento do hiato tecnológico, ou seja, uma elevação do índice tecnológico do Norte, Tn, e uma estagnação do índice tecnológico do Sul, Ts. Neste sentido, o hiato tecnológico crescerá a uma taxa constante determinada pela taxa de crescimento da fronteira tecnológica.

Se houver algum nível de capacidade absortiva, i.e. $\delta > 0$, então o restante da equação existirá, de modo a balancear custos e benefícios do hiato tecnológico, o que influenciará a taxa de crescimento do hiato. Para que exista convergência entre as economias, é estritamente necessário que $\delta > \alpha_0 / \alpha_1 G$. Este fato pode ser interpretado como a necessidade de capacidade absortiva mínima para que o processo de *catching-up* seja executado de forma eficiente (Narula, 2004; Borenztein *et al.,* 1998; Xu, 2000). Assim, a capacidade absortiva mínima deve ser maior do que o avanço da fronteira

[6] É estritamente necessário inserir a inversa dos custos de imitação para que este parâmetro opere com o sinal correto na equação da taxa de crescimento do hiato tecnológico. Como esperamos que uma elevação no custo de imitação acabe por reduzir a taxa de internalização de tecnologias, i.e., aumentar a taxa de crescimento do hiato tecnológico, como há um sinal de negativo em frente ao parâmetro α_1 de modo a refletir a influência do produto resultante das variáveis do hiato em nível e da capacidade absortiva, é necessário introduzirmos a inversa do custo de imitação de modo a simplificar ao máximo a equação.

tecnológica multiplicada pelos custos imitação das tecnologias[7]. Assim, quanto maiores forem os custos de imitação das tecnologias e de crescimento da fronteira tecnológica, maior deverá ser a capacidade absortiva mínima.

Cabe ressaltar um último fato derivado da análise acima: a relação do hiato tecnológico com a capacidade absortiva. Nesta equação, (3.1), quanto maior for o hiato tecnológico, dado o produto entre a taxa de crescimento da fronteira tecnológica e os custos de imitação das tecnologias, menor será a necessidade de capacidade absortiva mínima. Se observarmos por esta ótica, esta relação parece sem explicação, entretanto, devemos nos lembrar que a relação de custos de imitação não é um parâmetro constante, este também é dinâmico e se relaciona inversamente com o hiato tecnológico. Neste sentido, quanto maior o hiato tecnológico, menor seria o custo de internalização/imitação das tecnologias. Este fato é observado no modelo desenvolvido por Barro e Sala-i-Martin (2003), onde um hiato tecnológico alto representa um menor custo na imitação das tecnologias, fato que representa a dificuldade relativa de internalização dos conhecimentos. Assim, quanto mais longe da fronteira tecnológica está o país em questão, menores serão os custos para imitar a tecnologia.

Portanto, podemos supor que a capacidade absortiva mínima necessária para que inicie-se o processo de *catching-up* com um custo de imitação das tecnologias constante é negativamente correlacionado com o hiato tecnológico para então compensar o fato de haver um custo de imitação constante.

3.2 A capacidade absortiva

A assimilação de capacidade absortiva tem uma característica cumulativa, uma vez que este conceito está diretamente relacionado à capacidade cognitiva das pessoas. Neste contexto, a seção irá determinar os fatores que influenciam diretamente a aquisição de capacidade absortiva, levando em consideração tanto os fatores institucionais que implicam na organização da firma quanto do país, como os custos na absorção de informações além dos benefícios advindos da internalização de conhecimentos em conjunto com as ligações realizadas no âmbito pessoal (Narula, 2004; Barro e Sala-i-Martin, 2003; Verspagen, 1993; Cohen e Levinthal, 1989).

Portanto, é interessante começarmos ressaltando que a capacidade absortiva é diretamente correlacionada com os parâmetros institucionais. Como os parâmetros

[7] Devemos nos lembrar que o parâmetro α_1 representa a inversa dos custos de imitação das tecnologias.

institucionais podem representar uma gama de características peculiares a cada país, podemos sintetizá-los como: a saúde dos trabalhadores; a qualidade de ensino das escolas e universidades; o respeito às leis instituídas no país; a forma organizacional da sociedade; a relação entre capital e trabalho; a qualidade dos estimadores sociais, entre outros similares (Lall, 1992). Neste instante, cabe uma definição conceitual de parâmetros institucionais, e aqui seguiremos Edquist e Johson, 1997 *apud* Narula, 2004: "*sets of common habits, routines, established practices, rules, or laws that regulate the interaction between individuals and groups*".

Dada a dificuldade em se mensurar os parâmetros institucionais entre os mais diversos países, tomamos como medida deste uma reta real entre os números 1 e 9, onde o país que obtiver a classificação 1, em relação aos parâmetros institucionais, tem as melhores instituições comparando-se as instituições do país com a dos demais países. Já o país que obtiver o conceito 9 terá as piores instituições na comparação entre todos os países (Narula, 2004).

Uma forma mais simples de modelar esta relação é inserir o parâmetro institucional como um fator negativamente correlacionado com a taxa de crescimento da capacidade absortiva. Como resultado, obtemos que o país com as melhores condições institucionais obtém uma menor influência negativa sobre a taxa de crescimento da capacidade absortiva.

Na equação (3.2), consideraremos que o parâmetro 'β_0' representa as instituições na taxa de crescimento da capacidade absortiva. Consequentemente, podemos observar nesta equação que os aspectos institucionais influenciam negativamente a taxa de crescimento, tal como explicado acima.

Neste momento podemos introduzir as características cumulativas do processo de aprendizagem, ou seja, da criação das capacidades absortivas, que estão estritamente ligadas à procura e aplicação eficiente de tecnologias já desenvolvidas em outros países. Mais explicitamente, a capacidade absortiva está diretamente ligada ao conceito de hiato tecnológico. Enquanto houver um hiato tecnológico, haverá uma capacidade absortiva que deve representar uma capacidade de aprendizado que é influenciada pelo acúmulo de informações e de experiências na internalização de novas tecnologias. Consequentemente, como o processo de aprendizagem tem uma característica cumulativa, é necessário que haja um aprendizado inicial, para que as pessoas possam 'aprender a aprender', e consequentemente possam capturar todos os transbordamentos

provenientes da experiência da introdução de novas tecnologias e novos conceitos no país (Narula, 2004; Verspagen, 1993; Cohen e Levinthal, 1989; Abramovitz, 1986).

Neste sentido, seguiremos a idéia desenvolvida por Narula (2004) que correlaciona a capacidade absortiva ao nível de desenvolvimento de cada país, tomando como *proxy* para o nível de desenvolvimento o hiato tecnológico. A característica de o hiato tecnológico influenciar a capacidade absortiva também encontra similaridade com o modelo desenvolvido por Verspagen (1993).

Entretanto, vemos tanto um efeito cumulativo, quanto um efeito de divergência, uma vez que a elevação do hiato tecnológico pode criar uma promessa de crescimento para os países com uma capacidade absortiva maior do que o mínimo necessário. Entretanto, a elevação do hiato tecnológico também pode representar uma elevação na dificuldade do país em obter uma capacidade absortiva mínima. Neste sentido, é interessante seguir o desenvolvimento realizado pelo modelo de Verspagen (1993), ao inserir pesos diferenciados para cada efeito.

Neste momento, introduzimos a equação (3.2), que representa a dinâmica da capacidade absortiva:

$$\hat{\delta} = -\beta_0 - \beta_1 G + \beta_2 G^2 \delta \qquad (3.2)$$

A equação (3.2) deve ser vista como um efeito líquido entre os diversos fatores que influenciam a taxa de crescimento da capacidade absortiva. Observamos que há um efeito negativo proporcionado pelo hiato tecnológico em conjunto com o parâmetro 'β_1', e um efeito positivo gerado pelo hiato tecnológico em conjunto com o parâmetro 'β_2'.

Como o processo é cumulativo, temos tanto um efeito positivo quanto um negativo. O efeito negativo é derivado do custo que há em absorver novos conhecimentos. Este custo é definido pelo parâmetro 'β_1', que é tomado como constante ao longo do tempo. Infelizmente não é possível modifica-lo conforme o hiato tecnológico é reduzido, mas inserimos essa diferenciação sobre os benefícios advindos do acúmulo de conhecimentos, representado pelo parâmetro 'β_2'. Neste sentido, se observamos a equação por partes, não observaremos uma elevação nos custos conforme o hiato se reduz, mas ao invés disso, observaremos que os custos totais (i.e. o produto entre o parâmetro 'β_1' e o hiato tecnológico) também são reduzidos conforme o hiato se reduz. Entretanto, se observarmos a equação como um todo, vemos que uma redução no

hiato tecnológico tende a reduzir mais os benefícios totais advindos do acúmulo de conhecimentos (*i.e.* o produto entre o parâmetro 'β_2' e o hiato tecnológico elevado ao quadrado) do que propriamente os custos de absorção de conhecimentos.

Consequentemente, pode-se afirmar que em um primeiro momento, quando o hiato tecnológico é grande, os benefícios totais provenientes de uma redução do hiato tecnológico serão maiores do que os custos, contudo, conforme o hiato tecnológico se reduz, *i.e.*, se aproxima de zero, maiores serão os custos e menores serão os benefícios, relativamente ao estado onde havia um grande hiato tecnológico.

Assim, introduzimos como um efeito líquido resultante da equação (3.2) os benefícios e os custos de absorção de novas tecnologias.

Cabe ainda ressaltar um aspecto da equação (3.2) que foi negligenciado até o momento. Na parte correlacionada aos benefícios resultantes da acumulação de novos conhecimentos, também é inserido a capacidade absortiva em nível. Em si, este fato deriva do conceito de que sem um nível de capacidade absortiva mínimo para iniciar o processo de desenvolvimento via *catching-up*, é impossível que as pessoas consigam elevar a sua capacidade absortiva. Neste sentido, quando $\delta = 0$ não é possível extrair benefícios do hiato tecnológico.

Desde que a capacidade absortiva tome valores iguais a zero, haverá uma tendência para que a capacidade absortiva tenda a valores negativos, com o hiato tecnológico crescendo continuamente. Este fato é observado em alguns países que seguem uma trajetória de divergência no cenário mundial, onde o hiato tecnológico tende a elevar-se em conseqüência da falta de capacidade absortiva que seja suficiente para iniciar a trajetória de crescimento via processo de *catching-up* (UNCTAD, 2005). Deve-se ressaltar o fato de que uma elevação no hiato tecnológico pode ser vista como uma promessa de futuro crescimento econômico. Desde que o país invista na aquisição de instituições adequadas ao desenvolvimento de capacidades absortivas além de influenciar positivamente na aquisição de uma capacidade absortiva mínima, fato que geraria um $\delta > 0$ que possibilitaria a criação de um círculo virtuoso de desenvolvimento, i.e. de redução do hiato tecnológico. Esta fase de crescimento seria compatível com a segunda fase de desenvolvimento descrita em Narula (2004), correspondendo à fase de *catching-up*.

A equação (3.2) está de acordo com algumas afirmações realizadas por autores, uma vez que demonstra que um país só pode ser considerado tecnologicamente atrasado

se há instituições e capacidade absortiva suficientes que façam com que este se desenvolva e obtenha os benefícios advindos do hiato tecnológico (Abramovitz, 1986). De igual forma, a equação (3.2) sintetiza a idéia de que o hiato tecnológico pode ser visualizado como uma promessa de futuro crescimento, desde que o país tenha competência técnica suficiente para internalizar a tecnologia disponível (Fagerberg, 1994).

3.3 Ponto de equilíbrio

As equações dinâmicas correspondentes à (3.1) e (3.2) formam um sistema dinâmico que pode ser solucionado para o ponto de equilíbrio de longo prazo quando supomos que a taxa de crescimento tem o valor zero, e a variável tende a repousar neste ponto se não ocorrer nenhuma perturbação exógena no sistema. Neste instante também emerge o questionamento sobre a estabilidade do ponto de equilíbrio. Consequentemente, também analisaremos quais serão as condições para que haja estabilidade no ponto de equilíbrio.

Igualando as equações (3.1) e (3.2) à zero, de modo a obtermos o seu equilíbrio no estado estacionário, obtemos duas equações como resultado, denominadas como (3.3a) e (3.3b):

$$\delta_1 = \frac{\alpha_0}{\alpha_1 G} \qquad (3.3a)$$

$$\delta_2 = \frac{\beta_0 + \beta_1 G}{\beta_2 G^2} \qquad (3.3b)$$

Igualando as equações resultantes, (3.3a) e (3.3b), obteremos a solução para o hiato de equilíbrio, que corresponde a:

$$G^* = \frac{\alpha_1 \beta_0}{\alpha_0 \beta_2 - \alpha_1 \beta_1} \qquad (3.4)$$

Desde que não faria sentido obter um hiato tecnológico negativo, fazemos uma restrição quanto aos parâmetros, para obtermos um hiato positivo. Portanto, por hipótese, $\alpha_0 \beta_2 > \alpha_1 \beta_1$.

Inserindo a solução (3.4) na equação (3.3a), obtemos a capacidade absortiva de equilíbrio, que corresponde a:

$$\delta^* = \frac{\alpha_0}{\alpha_1 \dfrac{\alpha_1 \beta_0}{\alpha_0 \beta_2 - \alpha_1 \beta_1}} \qquad (3.5)$$

Neste momento é interessante descobrirmos como os parâmetros influenciam os valores de equilíbrio do hiato tecnológico e da capacidade absortiva. Nesse sentido, inserimos a Tabela 3.1 que demonstra as derivadas parciais das equações (3.4) e (3.5) com relação aos parâmetros.

Tabela 3.1 – Derivadas parciais dos valores de equilíbrio

	$\frac{\partial \delta^*}{\partial}$	$\frac{\partial G^*}{\partial}$
$\frac{\partial}{\partial \alpha_0}$	$\frac{2\alpha_0\beta_2 - \alpha_1\beta_1}{\alpha_1^{\,2}\beta_0} > 0$	$\frac{-\beta_2\alpha_1\beta_0}{(\alpha_0\beta_2 - \alpha_1\beta_1)^2} < 0$
$\frac{\partial}{\partial \alpha_1}$	$-\frac{\alpha_0\alpha_1^{\,2}\beta_1\beta_0 + 2\alpha_1\beta_0}{\left(\alpha_1^{\,2}\beta_0\right)^2} < 0$	$\frac{\alpha_0\beta_0\beta_2}{(\alpha_0\beta_2 - \alpha_1\beta_1)^2} > 0$
$\frac{\partial}{\partial \beta_0}$	$-\frac{\alpha_1\alpha_0(\alpha_0\beta_2 - \alpha_1\beta_1)}{\left(\alpha_1^{\,2}\beta_0\right)^2} < 0$	$\frac{\alpha_1}{\alpha_0\beta_2 - \alpha_1\beta_1} > 0$
$\frac{\partial}{\partial \beta_1}$	$\frac{-\alpha_0\alpha_1}{\alpha_1^{\,2}\beta_0} < 0$	$\frac{\alpha_1^2\beta_0}{(\alpha_0\beta_2 - \alpha_1\beta_1)^2} > 0$
$\frac{\partial}{\partial \beta_2}$	$\frac{\alpha_0^{\,2}}{\alpha_1^{\,2}\beta_0} > 0$	$\frac{-\alpha_0\alpha_1\beta_0}{(\alpha_0\beta_2 - \alpha_1\beta_1)^2} < 0$

Realizada pelos próprios autores.

Os dados da Tabela 3.1 demonstram que variações sobre a taxa de crescimento da fronteira tecnológica proporcionada por novos desenvolvimentos realizados pelo Norte, acabam por influenciar positivamente a capacidade absortiva, mas negativamente o hiato tecnológico. Assim, uma elevação na taxa de desenvolvimento tecnológico, i.e., uma elevação em 'α_0' resulta em uma elevação da capacidade absortiva e consequentemente em um menor hiato tecnológico de equilíbrio. Isto ocorre pois este parâmetro têm um efeito líquido maior sobre capacidade absortiva do que sobre o hiato tecnológico. Assim, uma elevação sobre 'α_0' pode representar em um primeiro momento a elevação do hiato de equilíbrio, mas esta elevação sobre o hiato acaba por influenciar também a capacidade absortiva que sofre também uma elevação que

resultará em um fator impulsionador. Como resultado, ao final do processo, ter-se-á um hiato de equilíbrio menor e uma capacidade absortiva maior.

De maneira inversa, uma redução dos custos de imitação, representado por 'α_1', acaba por influenciar negativamente o hiato tecnológico e positivamente a capacidade absortiva. Desde que o custo de imitação seja uma variável que influencie tanto a capacidade absortiva como o hiato tecnológico, elevações nos custos implicariam em maiores investimentos que objetivem elevar a capacidade absortiva. Neste sentido, uma redução dos custos de imitação deve ser visualizada como uma redução na dificuldade em se imitar, consequentemente em uma redução da preocupação por parte dos empreendedores e do governo em alcançar maiores capacidades absortivas, o que gera um hiato tecnológico maior do que o observado anteriormente. Portanto, podemos inserir a discussão de Barro e Sala-i-Martin (2003), representando o fato de que quanto mais próximos à fronteira de conhecimentos, maior é o custo de imitação. Consequentemente, quanto maior for o custo de imitação, teremos que maior será a capacidade absortiva necessária e menor será o hiato tecnológico.

Quando o parâmetro institucional, 'β_0', sofre uma alta, ou seja, ocorre uma piora nas instituições do país, o hiato tecnológico sofrerá uma elevação e a capacidade absortiva sofrerá uma redução. Neste sentido, melhoras nos parâmetros institucionais ligados a uma estratégia de *catching-up* reforça a capacidade e reduz o hiato de equilíbrio. É uma estratégia que tem efeitos muito favoráveis, como indicado pela, evidência empírica (Xu, 2000).

Com relação ao custo de absorção de conhecimentos, 'β_1', vemos que elevações nos custos de absorção acabam por resultar em um hiato tecnológico maior e em uma capacidade absortiva menor. De fato, a elevação no custo de absorção deve estar ligada a uma redução da capacidade absortiva, uma vez que o tamanho do hiato tecnológico terá uma menor influência sobre a aquisição de capacidade absortiva.

Por fim, uma elevação proveniente dos benefícios advindos do acúmulo de conhecimentos, i.e., de 'β_2', resultará em uma elevação da capacidade absortiva e subseqüente redução do hiato tecnológico. Isto é ligado ao fato de que agora, com o mesmo nível do hiato tecnológico, mas com um 'β_2' maior, o Sul pode aproveitar melhor as possibilidades abertas pelo hiato, de modo a internalizar com maior eficiência as tecnologias.

Resta-nos, agora, determinar quais são as condições para que este equilíbrio seja estável. Portanto, montando a matriz jacobiana[8] e observando o seu traço e respectivo determinante, encontraremos:

$$J = \begin{pmatrix} -\alpha_1\delta & -\alpha_1 G \\ -\beta_1 + 2\beta_2 G & \beta_2 G^2 \end{pmatrix}$$

$$\det = \alpha_1\beta_2 G^2\delta - \alpha_1 G\beta_1$$

$$tr = -\alpha_1\delta + \beta_2 G^2$$

As condições para a estabilidade do ponto requerem que o determinante seja positivo e que o traço seja negativo. Assim, emergem da resolução da matriz jacobiana as seguintes condições de estabilidade:

$$\delta > \frac{\beta_2 G^2}{\alpha_1} \qquad (3.6)$$

$$G > \frac{\beta_1}{\beta_2\delta} \qquad (3.7)$$

A condição (3.6) pode ser vista como o nível mínimo de capacidade absortiva para que o Sul inicie o processo de *catching-up*. Portanto, este nível mínimo está correlacionado com o nível do hiato tecnológico, sendo que quanto maior for o hiato, maior será a capacidade absortiva mínima requerida para que o processo de *catching-up* seja estável no longo prazo. Da mesma forma, quanto maiores forem os custos que emergiram da imitação das tecnologias, maior deverá ser a capacidade absortiva inicial para impulsionar o processo de *catching-up*. Por fim, uma elevação dos benefícios advindos do acúmulo de conhecimentos implica na necessidade de uma maior capacidade absortiva mínima para que haja estabilidade no sistema.

Já a condição (3.7) declara que o hiato tecnológico deve ser maior do que a razão entre o custo de absorção de conhecimentos, 'β_1', e o produto entre os benefícios advindos do acúmulo de conhecimentos e a capacidade absortiva, '$\beta_2\delta$'. Portanto, inferimos que quanto maior for a capacidade absortiva ou os benefícios provenientes do acúmulo de conhecimentos, menor deverá ser o hiato tecnológico para que haja um ponto estável. Da mesma forma, quanto maior for o custo de obtenção de conhecimentos, maior deverá ser o hiato. Este fato reflete a relação de custos que existe no processo de *catching-up*. Assim, deve existir um nível mínimo de hiato entre os

[8] Para detalhes sobre o cálculo do Jacobiano, do determinante da matriz resultante, seu traço e das condições de estabilidade, veja Simon e Blume, 2004; Viana, 2008; Gandolfo, 1997; Chiang e Wainwright, 2006.

países para que o menos desenvolvido consiga iniciar a sua trajetória de desenvolvimento via *catching-up*. Este nível mínimo ótimo de hiato tecnológico é relacionado com os custos e benefícios provenientes da acumulação de capacidade absortiva bem como dos benefícios e custos resultantes da introdução de novas tecnologias, como demonstrado na equação (3.7).

Desde que estas duas condições determinadas por (3.6) e (3.7) sejam satisfeitas, pode-se afirmar que o ponto de equilíbrio resultante nas duas equações, (3.4) e (3.5) são estáveis.

Diferentemente do observado nos artigos de Verspagen (1993), Narula (2004) e Criscuolo e Narula (2002) que afirmam ser necessário uma capacidade absortiva mínima e não a definem explicitamente qual é esta, o modelo desenvolvido acima tem como um de seus principais resultados um nível mínimo de capacidade absortiva que é obtida como condição necessária para a estabilidade,.

Como observado na resolução acima, há um ponto de equilíbrio e este ponto é estável, demonstrando, de fato, que a economia do Sul chegará a um ponto onde o seu crescimento relativo a economia do Norte será constante. Esta estabilização ocorre justamente na fase de pré-compartilhamento da fronteira tecnológica. Neste sentido, o equilíbrio estável garante ao país tecnologicamente atrasado a possibilidade de crescimento e de desenvolvimento até um limite. Este limite representa o esgotamento da estratégia de crescimento através do processo de *catching-up*, demonstrando que ao país não cabe somente inovar, neste instante, é necessário que inicie o processo ligado à inovação, gerando as tecnologias de tal modo a torna-se um líder tecnológico e compartilhar da fronteira tecnológica. Portanto, ao obter o equilíbrio, demonstrou-se que a estratégia de desenvolvimento via *catching-up* aliada ao desenvolvimento da capacidade absortiva é coerente com uma estratégia de desenvolvimento, mas esta deve ser complementada no futuro de forma a desenvolver as instituições e o país não mais para o Aprendizado, mas sim para a Inovação.

Seguindo a idéia desenvolvida por Viotti (2000), o equilíbrio da estratégia de *catching-up* representa o sucesso do país no desenvolvimento de seu SNA. Contudo, o equilíbrio estável obtido no modelo desta seção esconde a possibilidade do país evoluir de um SNA bem sucedido para um SNI, que se tornará a base de inovação e conseqüente crescimento do país. Neste instante, o modelo desenvolvido aqui não se justificaria mais, uma vez que este país fará parte das nações que compartilham a fronteira tecnológica, ou seja, o Norte.

3.4 Análise Gráfica

É sempre interessante, mesmo após ter resolvido analiticamente o modelo, demonstrar o seu diagrama de fase com as respectivas curvas de demarcação[9]. O primeiro passo já foi dado ao obtermos as soluções de equilíbrio determinadas por (3.4) e (3.5). Agora que conhecemos o ponto de equilíbrio e, portanto, o ponto de interseção entre as curvas de demarcação além de sabemos que este é um ponto estável, é interessante observarmos as possibilidades que surgem de uma análise apurada da figura que emergirá.

As curvas de demarcação representam os pontos do diagrama de fase nos quais as taxas de crescimento das variáveis são iguais a zero. Assim, o nosso primeiro objetivo será encontrar as curvas de demarcação, as quais chamaremos de $\hat{\delta} = 0$ para a equação (3.3b) e $\hat{G} = 0$ para a equação (3.3a).

Para tanto, é interessante observarmos qual é a inclinação de cada curva de demarcação, obtendo, portanto, as seguintes derivadas:

$$\frac{\partial \delta_1}{\partial G} = -\frac{\alpha_0 \alpha_1}{(\alpha_1 G)^2} < 0 \qquad (3.8a)$$

$$\frac{\partial \delta_2}{\partial G} = \frac{-2\beta_2 \beta_0 - \beta_2 \beta_1 G^2}{(\beta_2 G^2)^2} < 0 \qquad (3.8b)$$

Via (3.8a) e (3.8b), sabemos que as inclinações das respectivas curvas de demarcação são negativas. Agora, resta saber qual é o formato da curva, uma vez que não é linear, pode ter a caracterização de um máximo, com uma velocidade, *i.e.* com uma segunda derivada negativa, ou o formato de um mínimo, com uma velocidade positiva. Investigando estes fatos, obtemos:

$$\frac{\partial^2 \delta_1}{\partial G^2} = \frac{2\alpha_0 \alpha_1^3 G}{(\alpha_1 G)^4} > 0 \qquad (3.9a)$$

$$\frac{\partial^2 \delta_2}{\partial G^2} = \frac{2(3\beta_0 + \beta_1 G)}{\beta_2 G^4} > 0 \qquad (3.9b)$$

[9] Uma boa introdução a resolução de equações dinâmicas lineares é dada por Chiang e Wainwright (2006), cap. 19.

A equação (3.9a) demonstra que a curva de demarcação $\hat{G} = 0$ é representada por uma curva com um mínimo. Da mesma forma, a equação (3.9b) demonstra que a curva de demarcação de $\hat{\delta} = 0$ é representada por uma curva negativamente inclinada.

Sabendo a inclinação das respectivas curvas de demarcação e a sua forma, podemos esboçar um diagrama de fase, tal como demonstrado na figura 3.2.

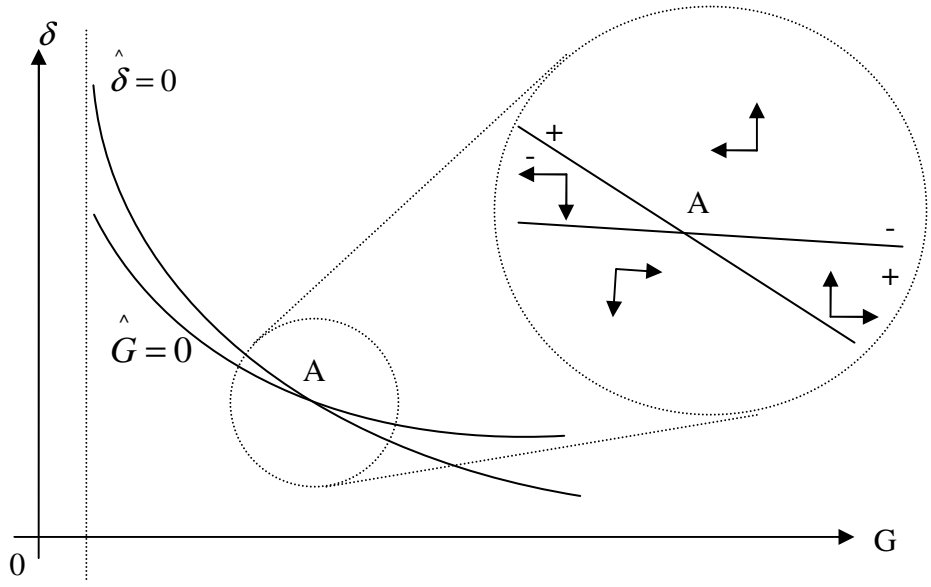

Figura 3.2

Sabemos que as curvas de demarcação devem se cruzar somente uma vez no primeiro quadrante. Assim, resta saber qual curva é mais inclinada, se $\hat{\delta} = 0$ ou $\hat{G} = 0$. Aqui suporemos que $\alpha_1\beta_2 G < 3\beta_0\alpha_1 + \beta_1\alpha_1 G$, ou seja, que o produto $3\beta_0\alpha_1$ é grande o suficiente para tornar o lado direito maior que o esquerdo. Feita tal suposição, encontramos que a curva de demarcação correspondente à $\hat{\delta} = 0$ tem uma maior inclinação em relação à $\hat{G} = 0$, devido a maior velocidade de decrescimento que ocorre devido a suposição realizada acima. Esta suposição gera a formato visualizado na figura 3.2, logo acima.

As setas direcionais foram obtidas com o auxílio das derivadas que demonstram a variação entre a taxa de crescimento da variável com a variável em nível, ou seja:

$$\frac{\partial \hat{G}}{\partial G} = -\alpha_1\delta < 0 \qquad (3.10a)$$

$$\frac{\partial \hat{\delta}}{\partial \delta} = \beta_2 G^2 > 0 \qquad (3.10b)$$

O conjunto de equações (3.10a) e (3.10b) fornecem o sentido de crescimento e decrescimento das setas direcionais e, consequentemente as linhas de fluxo, não traçadas na figura. Desde que a curva de demarcação corresponda a uma taxa de crescimento igual a zero, se traçarmos uma reta vertical que passe pela curva de demarcação $\hat{\delta} = 0$ (como uma forma de demonstrar que mantemos o hiato constante, tal como realizado durante a solução da derivada (3.10b)), saberemos que os pontos acima da curva de demarcação e, portanto, pontos que tem um maior nível de capacidade absortiva estão ligados a uma taxa de crescimento positiva, como demonstrando pela equação (3.10b). Neste sentido, a figura 3.2 demonstra, em sua ampliação, que pontos acima da curva de demarcação $\hat{\delta} = 0$ têm o sinal positivo e uma seta direcional que aponta para cima, representando um crescimento da capacidade absortiva. Da mesma forma, pontos que estão abaixo da curva de demarcação recebem o sinal negativo e setas direcionais que apontam para baixo, o sentido de decrescimento da capacidade absortiva.

Traçando-se uma reta horizontal que passe pela curva de demarcação $\hat{G} = 0$ de forma a manter a capacidade absortiva constante, pela derivada obtida em (3.10a), o lado da reta que tiver mais hiato, *i.e.*, o lado direito da reta, terá um sinal negativo, enquanto o lado esquerdo, que tem um hiato menor, terá o sinal positivo, como demonstrado pela figura 3.2. As setas direcionais seguem os sinais, assim, à direita da curva de demarcação $\hat{G} = 0$ encontramos o sinal de negativo e, portanto, uma seta direcional que indica o decrescimento do hiato, ou seja, uma seta apontando para a esquerda. Já a direita da curva de demarcação, encontramos o sinal de positivo e a seta direcional apontando para a direita, no sentido de crescimento do hiato tecnológico.

CONCLUSÕES

A principal questão levantada pela literatura sobre hiato tecnológico é, justamente, em que medida o mesmo é um fator positivo ou negativo para o crescimento das economias que estão afastadas da fronteira tecnológica. Neste contexto, a capacidade de cada país em iniciar uma trajetória bem sucedida de *catching-up*, aproveitando-se do hiato tecnológico como um estoque de combustível que é inserido no motor do crescimento econômico, é vista como determinada por alguns fatores. Esses fatores são cada vez mais consensuais entre os analistas da relação entre tecnologia e crescimento. Entre os fatores essenciais para que haja início o processo de *catching-up*, podemos citar os seguintes: fatores institucionais; a necessidade de que o país tecnologicamente atrasado tenha capacidades de aprender, absorver e adaptar a tecnologia importada; a tecnologia não é um bem público, uma vez que há custos em sua internalização, tanto custos de imitação quanto custos correlacionados a aquisição de capacidades; e, finalmente, o processo de acumulação de conhecimentos realizados pelas pessoas, firmas e países é um processo cumulativo.

Durante o desenvolvimento do modelo ressaltamos duas hipóteses fundamentais, são elas: 1. deve haver algum esforço da nação menos desenvolvida para que o processo de *catching-up* ocorra, ou seja, é necessário tanto a introdução de instituições que sejam condizentes com a proposta de crescimento econômico bem como desenvolvimento humano. Além disto, é necessário que o país adquira uma quantidade mínima de capacidade absortiva para que possa iniciar o processo, pois sem essa capacidade não se dá início ao ciclo virtuoso de crescimento e ao processo de *catching-up*; 2. O processo de acumulação de conhecimentos realizados pelos indivíduos é um processo cumulativo.

No modelo proposto no capitulo 2 a partir dos elementos anteriores, mostra-se que a trajetória do *catching-up* pode permitir certa convergência, mas não a ultrapassagem. Neste sentido, o Sul nunca conseguiria ultrapassar o Norte, uma vez que a estratégia no modelo baseia-se unicamente na imitação/internalização de tecnologias já desenvolvidas. Portanto, uma trajetória de crescimento de longo prazo também deve incluir a necessidade do desenvolvimento do setor de pesquisa e desenvolvimento, ocasionando a quebra do paradigma e subseqüente início do ciclo de crescimento e desenvolvimento.

É interessante ressaltar o principal ponto de diferenciação entre o modelo apresentado no capítulo dois e a literatura sobre o hiato tecnológico: a introdução da capacidade absortiva como uma variável endógena. Desde que esta variável foi introduzida de modo a ser influenciada pelo hiato tecnológico, emerge do modelo uma condição de estabilidade, no mínimo, peculiar: a necessidade de uma capacidade absortiva mínima. Se, por algum motivo, o Sul não obtiver a capacidade absortiva mínima, o seu desenvolvimento via estratégia de *catching-up* estará fadado ao fracasso, uma vez que a trajetória seguida pelo país deve ser instável de forma a não podermos obter maiores informações a respeito desta. Contudo, se o Sul obtiver esta capacidade absortiva mínima, o modelo torna-se estável, representando o potencial da estratégia de crescimento baseada no *catching-up*.

Ressalta-se ainda que durante o desenvolvimento do modelo foram apresentadas duas capacidades absortivas mínimas, uma derivada da hipótese de convergência entre os países, *i.e.* da hipótese de que o hiato tecnológico tende a se fechar, e a segunda vem como um subproduto necessário para a estabilidade do modelo. Em si, não cabe aqui uma definição de qual capacidade mínima é a correta ou a que é observada na realidade, entretanto, ressalta-se que as duas devem ser válidas para que o processo de *catching-up* se inicie. Assim, a segunda é estritamente necessária para que haja um equilíbrio no modelo, enquanto a primeira é necessária para que haja convergência.

A estabilidade obtida pelo modelo deve ser observada como o esgotamento da estratégia de *catching-up*, implicando na necessidade de intensificação das políticas governamentais que estejam voltadas à inovação, pois o hiato tecnológico será pequeno e o país deve iniciar outra fase de desenvolvimento, não mais baseada no aprendizado nem na introdução de novas tecnologias, e sim na inovação. Dessa forma, é interessante ressaltar que o desenvolvimento do país, devido a redução do hiato tecnológico e conseqüente da elevação da capacidade absortiva deve ser intensificado com políticas governamentais que ocasionem o estímulo a interações dentro do SNI e que estejam mais voltadas a inovação, fator que torna-se mais importante do que a capacidade absortiva em um contexto de baixo hiato tecnológico. Portanto, a estabilidade obtida pelo modelo demonstra que é hora do país iniciar uma nova trajetória de crescimento, não levando mais em consideração o hiato tecnológico, e sim a sua capacidade de inovar.

Por fim, ressaltamos que é estritamente necessário aos governos estimularem a economia a obter capacidade absortiva e tentar reduzir a resistência que pode,

porventura, existir na sociedade, de modo a que esta se adapte as mudanças e ao desenvolvimento tecnológico. Neste sentido, a trajetória de crescimento impulsionado pelo processo de *catching-up* pode ser um excelente laboratório para o desenvolvimento de políticas que incentivem mudanças estruturais e sociais que ocorrerão no país durante o seu processo de desenvolvimento. Acima de tudo, se não houver uma preparação do país para o desenvolvimento e as mudanças que este implicará, o processo tende a ser inviabilizado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAMOVITZ, M. (1986). *Catching Up, Forging Ahead, and Falling Behind*, Journal of Economic History, 46: 386-406.

ARROW, J. K. (1962). *The economic implications of learning-by-doing*. Review of Economic Studies. Vol. 29: 155-73.

BAUMOL, W. J. (1986). *Productivity Growth, Convergence, and Welfare: What the Long-run Data Show*, American Economy Review, Dec., 76(5): 1072-85.

BAUMOL, W. J.; BLACKMAN, S. A. B. & WOLFF, E. N. (1989). *Productivity and American leadership*. The MIT Press. Cambridge, Massachusetts.

BARRO, R. J. & SALA-i-MARTIN, X. (2003). *Economic Growth.* The MIT press. Cambridge, Massachusetts.

BORENSZTEIN, E; GREGORIO, J. & LEE, J.W. (1998). *How Does Foreign Direct Investment Affect Economic Growth*. Journal of International Economics, 45: 115-135

COHEN, W.M. & LEVINTHAL, D. (1989). *Innovation and learning: The two faces of R&D*, in The Economic Journal, Vol. 99: 569-96.

CHIANG, A. C. & WAINWRIGHT, K. (2006) *Matemática para Economistas*. Elsevier, quarta edição, São Paulo.

CRISCUOLO, P. & NARULA, R. (2002). *A novel approach to national technological accumulation and absorptive capacity: Aggregating Cohen and Levinthal*, MERIT Research Memorandum 2002-16.

DAHLAN, C. J. & NELSON R. (1995). *Social Absorption Capability, National Systems and Economic Development* in Ho Koo – Perkins (*a cura di*), *Social capability and long-term economic growth*, St.Martin's Press, London.

DE LONG, J. B. (1988). *Productivity Growth, Convergence, and Welfare: Comment,* American Economic Review, Dec., 78(5): 1138-54.

FAGERBERG, J. (1987). *A Technology Gap Approach to Why Growth Rates Differ*, Research Policy 16: 87-99.

FAGERBERG, J. (1988a). *International competitiveness*. Economic Journal, (98): 355–374.

FABERBERG, J. (1988b). *Why Growth Rates Differ*. Cambridge University Press, London. In: Dosi, G. and Freeman, C. and Silverberg, G. and Soete, L. (eds.). Technical change and economic theory.

FAGERBERG, J. (1994). *Technology and International Differences in Growth Rates*, Journal of Economic Literature 32: 1147-1175.

FREEMAN, C. (1995) *The National System of Innovation in Historical Perspective.* Cambridge Journal of Economics, 19: 5-24.

FREEMAN, C. (2001). *A hard landing for the 'New Economy'? Information technology ad the United States National System of Innovation.* Structural Change and Economic Dynamics. 12: 115-139.

GANDOLFO, G. (1997). *Economic dynamics.* Springer Verlag, Berlin-Heidelberg-New York.

LALL, S. (1992). *Technological capabilities and industrialization*, in World Development, Vol. 2, No. 2: 165-86.

LÉON-LEDESMA, M. A. (2002). *Accumulation, Innovation and catching-up: an extended cumulative growth model.* Cambridge Journal of Economics, 26: 201-216.

MADDISON, A. (1987) *Growth and Slowdown in Advanced Capitalist Economies*, Journal of Economy Literature, June, 25(2): 649-98.

MANKIW, N. G. (1995). *The Growth of Nations*. Brookings Papers on Economic Activity. No. 1: 275-326.

McCOMBIE, J. S. L. & THIRLWALL, A.P. (1994) *Economic Growth and Balance of Payments Constraint*. New York: St Martin´s Press.

NARULA, R. (2004). *Understanding Absorptive Capacities in an Innovation Systems Context: Consequences for Economic and Employment Growth*. DRUID Working Paper n. 04-02, December.

NARULA, R. & CRISCUOLO, P. (2002). *A novel approach to national technological accumulation and absorptive capacity: Aggregating Cohen and Levinthal*. MERIT Research Memorandum 2002-18.

NARULA, R. & MARIN, A. (2003). *FDI spillovers, absorptive capacities and human capital development: evidence from Argentina.* MERIT Infonomics Reseach Memorandum.

NELSON, R. & PHELPS, E. (1966). *Investments in human, technological diffusion and economic growth*. American Economic Review; 61: 69-75.

NELSON, R. & WINTER, S. (1982). *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Harvard University Press.

PORCILE, G.; DUTRA, M. V. & MEIRELLES, A. J. A. (2007a). *Technology gap, real wages, and learning in a balance-of-payments constrained growth model.* Journal of Post Keynesian Economics, Vol. 29, Nº 3, 473-500

PORCILE G. & CIMOLI, M. (2007b). *Tecnología, Diversificación productiva y Crecimiento: Um Modelo Estructuralista*. Economia e Sociedade, dez.

SIMON, C. P. & BLUME, L. (2004). *Matemática para Economistas*. Porto Alegre. Editora Bookman.

SHONE, R. (1997). *Economic dynamics: phase diagrams and their economic application*. Cambridge University Press, Cambridge.

TARGETTI, F. & FOTI, A. (1997). *Growth and productivity: a model of cumulative growth and catching up.* Cambridge Journal of Economics*,* 21, p. 27-43.

UNCTAD (2005). *Issues Paper on Bridging the technology gap*. Morocco.

VIANA, R. (2008). *Introdução a Dinâmica Econômica Não-Linear e Caos*. UFPR. Curitiba-PR, mimeo.

VIOTTI, E. B. (2000). *National Learning Systems A new approach on technical change in late industrializing economies and evidences from the cases of Brazil and South Korea*. *in* 4th International Conference on Technology Policy and Innovation – Learning and Knowledge Networks for Development", Curitiba, Brasil, Agosto 28-31.

VERSPAGEN, B. (1993). *Uneven growth between interdependent economies*. London: Avebury.

XU, B. (2000). *Multinational enterprises, technology diffusion, and host country productivity growth*, Journal of Development Economics, Vol. 62: 477-93.

Livros Grátis

(http://www.livrosgratis.com.br)

Milhares de Livros para Download:

Baixar livros de Administração
Baixar livros de Agronomia
Baixar livros de Arquitetura
Baixar livros de Artes
Baixar livros de Astronomia
Baixar livros de Biologia Geral
Baixar livros de Ciência da Computação
Baixar livros de Ciência da Informação
Baixar livros de Ciência Política
Baixar livros de Ciências da Saúde
Baixar livros de Comunicação
Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE
Baixar livros de Defesa civil
Baixar livros de Direito
Baixar livros de Direitos humanos
Baixar livros de Economia
Baixar livros de Economia Doméstica
Baixar livros de Educação
Baixar livros de Educação - Trânsito
Baixar livros de Educação Física
Baixar livros de Engenharia Aeroespacial
Baixar livros de Farmácia
Baixar livros de Filosofia
Baixar livros de Física
Baixar livros de Geociências
Baixar livros de Geografia
Baixar livros de História
Baixar livros de Línguas

Baixar livros de Literatura
Baixar livros de Literatura de Cordel
Baixar livros de Literatura Infantil
Baixar livros de Matemática
Baixar livros de Medicina
Baixar livros de Medicina Veterinária
Baixar livros de Meio Ambiente
Baixar livros de Meteorologia
Baixar Monografias e TCC
Baixar livros Multidisciplinar
Baixar livros de Música
Baixar livros de Psicologia
Baixar livros de Química
Baixar livros de Saúde Coletiva
Baixar livros de Serviço Social
Baixar livros de Sociologia
Baixar livros de Teologia
Baixar livros de Trabalho
Baixar livros de Turismo