

ERIKA ROMÃO DA SILVA

**HIATO TECNOLÓGICO E DIVERSIFICAÇÃO PRODUTIVA: UMA
SIMULAÇÃO A PARTIR DO MODELO RICARDIANO**

**Trabalho apresentado como requisito parcial à
obtenção do grau de Bacharel em Ciências
Econômicas, Setor de Ciências Sociais Aplicadas,
Universidade Federal do Paraná**

**Orientador: Profº Dr. José Gabriel Porcile
Meirelles**

**CURITIBA
2006**

TERMO DE APROVAÇÃO

ERIKA ROMÃO DA SILVA

HIATO TECNOLÓGICO E DIVERSIFICAÇÃO PRODUTIVA: UMA SIMULAÇÃO A PARTIR DO MODELO RICARDIANO

Monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel no Curso de Graduação em Ciências Econômicas, Setor de Ciências Sociais Aplicadas da Universidade Federal do Paraná, pela seguinte banca examinadora:

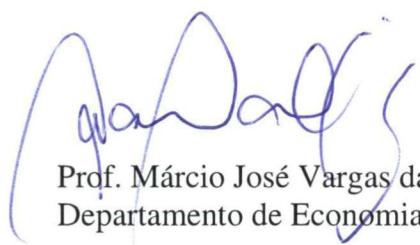
Orientador:



Prof. Dr. José Gabriel Porcile Meirelles
Departamento de Economia



Prof. Luciano Nakabashi
Departamento de Economia



Prof. Márcio José Vargas da Cruz
Departamento de Economia

Curitiba, 28 de Novembro de 2006.

AGRADECIMENTOS

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho. Agradeço especialmente ao professor e orientador José Gabriel Porcile Meirelles que foi essencial para a elaboração deste trabalho, pelo acompanhamento e por sua paciência e disposição em me direcionar.

SUMÁRIO

LISTA DE GRÁFICOS	v
LISTA DE TABELAS	vi
RESUMO	vii
INTRODUÇÃO	1
1 REFERENCIAL TEÓRICO	3
1.1 A IMPORTÂNCIA DA TECNOLOGIA NA ECONOMIA.....	3
1.2 APRENDIZADO TECNOLÓGICO	6
1.3 O PAPEL DA TECNOLOGIA NA COMPETITIVIDADE INTERNACIONAL E NA DIVERSIFICAÇÃO DOS BENS	11
2 O MODELO DE VANTAGENS COMPARATIVAS	16
2.1 O MODELO RICARDIANO - KRUGMAN	16
2.2 O MODELO RICARDIANO COM O HIATO TECNOLÓGICO – CIMOLI E PORCILE	19
3 APLICAÇÃO	25
3.1 A TENDÊNCIA AO EQUILÍBRIO	25
3.2 POLÍTICA TECNOLÓGICA.....	28
3.2.1 Parâmetro a	28
3.2.2 Parâmetro b	30
3.2.3 Parâmetro c	32
CONCLUSÃO	34
REFERÊNCIAS	35
APÊNDICES	36

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 -	O MODELO RICARDIANO CONVENCIONAL	18
GRÁFICO 2 -	O MODELO RICARDIANO COM AUMENTO DA PRODUTIVIDADE RELATIVA (A) E DIMINUIÇÃO DO SALÁRIO RELATIVO (w)	20
GRÁFICO 3 -	MOVIMENTO GXZ : VALORES TENDENCIAIS AO EQUILÍBRIO.....	27
GRÁFICO 4 -	MOVIMENTO HIATO TECNOLÓGICO (G) X DIVERSIFICAÇÃO DOS BENS (Z): DIFERENTES HIATOS INICIAIS.....	27
GRÁFICO 5 -	MOVIMENTO DO HIATO TECNOLÓGICO A PARTIR DA REDUÇÃO DE a	29
GRÁFICO 6 -	MOVIMENTO GXZ A PARTIR DA REDUÇÃO DE a	30
GRÁFICO 7 -	MOVIMENTO DO HIATO TECNOLÓGICO COM AUMENTO DO PARÂMETRO b	31
GRÁFICO 8 -	MOVIMENTO GXZ COM AUMENTO NO PARÂMETRO b	31
GRÁFICO 9 -	MOVIMENTO DO HIATO TECNOLÓGICO COM AUMENTO DO PARÂMETRO c	32
GRÁFICO 10 -	MOVIMENTO GXZ COM AUMENTO DO PARÂMETRO c	33

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - INDICADORES DE CRIAÇÃO TECNOLÓGICA, 2003.....	8
TABELA 2 - EDUCAÇÃO E PESQUISA & DESENVOLVIMENTO (P&D).....	8

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo analisar a perspectiva dinâmica entre as variáveis hiato tecnológico e diversificação produtiva entre países do Sul e do Norte industrializado. Serão feitas abordagens de base teórica, que salientam a importância da tecnologia na evolução produtiva e no crescimento e como os países mais atrasados tecnologicamente podem aprimorar seu conhecimento tecnológico através do aprendizado decorrente de interações com os países desenvolvidos. Uma análise prática será feita a partir do modelo ricardiano de vantagens comparativas, apresentado com algumas modificações que permite obter resultados condizentes com a realidade dinâmica do crescimento através de simulações de aumento da competitividade internacional. Analisando os resultados, conclui-se que a redução do hiato e o aumento da diversificação produtiva são fatos essenciais para a redução das diferenças entre economias do Sul e do Norte.

INTRODUÇÃO

A capacidade dos países em evoluir tecnologicamente pode contribuir para superar o subdesenvolvimento e diminuir as diferenças no cenário mundial. Essa evolução mostra-se a partir da diversificação da economia e da possibilidade da inovação, que mantém o ciclo expansivo de desenvolvimento.

A diferença entre países periféricos e os dos centros pode ser explicada pela assimetria nas elasticidades das importações e exportações dos mesmos e dos seus padrões de especialização. Os países em desenvolvimento tendem a ter uma maior dificuldade em produzir bens de alta tecnologia, ficando para trás na corrida competitiva. A distinta estrutura institucional entre centro e periferia torna clara a desproporção na produção de bens manufaturados e primários e um modelo distinto de formação de preços, deteriorando os termos de troca e aumentando o hiato entre estes países.

Em um mundo tecnologicamente avançado, a introdução competitiva e homogênea dos países em desenvolvimento no mercado internacional remete a uma condição de aprendizado a partir do hiato tecnológico em relação aos países desenvolvidos. Através da absorção de conhecimento e da mudança estrutural da economia, as nações em desenvolvimento poderiam ganhar parcelas do mercado por conta de um melhor nível tecnológico e redução da especialização, aproveitando os benefícios trazidos pela interação com o comércio internacional.

A real difusão tecnológica não depende somente da condição do hiato. São necessárias políticas voltadas para este fim, o aproveitamento das oportunidades e os esforços locais de aprendizado e imitação. A propagação do progresso técnico não se distribui de forma igualitária, convergindo para o lado que apresenta uma maior dedicação de aprendizagem.

A existência de um hiato tecnológico grande, pode ser positivo ou negativo. De um lado há oportunidades, um caminho de aprendizado a ser percorrido com maiores possibilidades de avanços. Por outro, isto pode significar uma distância tão alta que seria impossível ultrapassá-la, criando uma situação de contínuo atraso.

Para analisar como a capacidade de aprendizado e de diversificação produtiva podem criar condições de desenvolvimento e nivelar a situação de países periféricos em relação ao centro, será utilizado o modelo ricardiano de vantagens comparativas modificado, para incluir nele uma dimensão schumpeteriana, associada à intensidade do progresso técnico e em particular aos processos de *catching-up* nos países em desenvolvimento. Nesse modelo uma redução no hiato tecnológico e um aumento diversificação dos bens provocará uma alteração no padrão de especialização e a convergência em direção ao desenvolvimento.

O presente trabalho está dividido em três capítulos além desta breve introdução. O primeiro, tratará das bases teóricas que sustentam esse tema, explanando sobre a importância da tecnologia na economia, o aprendizado tecnológico e o papel da tecnologia na competitividade internacional.

O segundo capítulo apresenta o modelo ricardiano original exposto por Krugman e o modificado por Cimoli e Porcile (2005) que inclui a dinâmica do hiato tecnológico, assim como as equações que serão utilizadas para a simulação. O capítulo três mostra a simulação propriamente dita e os cenários que podem modificar o hiato tecnológico. Entende-se que, cada vez mais, interessa não apenas analisar os equilíbrios e sua estabilidade, mas também os processos e trajetórias que levam a economia para o equilíbrio. Este trabalho é uma contribuição nessa linha de modelização com foco nas trajetórias de crescimento.

1 REFERENCIAL TEÓRICO

Esta parte do trabalho está dividida em quatro sub-capítulos. O primeiro discorre sobre como a tecnologia modifica e inova o processo econômico. O segundo trata do papel da inovação tecnológica na diminuição das distâncias entre países e por fim, o terceiro expõe a competitividade internacional e diversificação dos bens através da tecnologia.

1.1 IMPORTÂNCIA DA TECNOLOGIA NA ECONOMIA

No século XVIII, quando a Revolução Industrial ocorrera, a rapidez na acumulação de bens de capital se apresentou como uma característica marcante do processo. A mecanização do que antes era manual, otimizou de tal forma a produção, que a Inglaterra tornou-se o maior exportador de tecidos da época, através de teares muito mais eficientes. A maquinofatura se expandiu também na navegação e estradas de ferro, aprimorando toda a cadeia produtiva e comercial, mudando o estilo de vida de milhares de pessoas.

Nos séculos subseqüentes, houve uma evolução contínua do processo tecnológico, representado pela energia elétrica no século XIX. Mais tarde a energia nuclear, o avanço da informática e robótica e o setor de comunicações que veio se aprimorando no decorrer dos séculos XX e XXI, impulsionaram novos desenvolvimentos tecnológicos e uma maior integração da economia mundial.

Todo esse processo evolutivo transformou a vida econômica mundial, encurtando as distâncias físicas, mas ao mesmo tempo aumentando o hiato tecnológico entre países. O avanço tecnológico é essencial para a perpetuação do desenvolvimento - principalmente se tratando de países *em desenvolvimento* - em uma economia global que é caracterizada no século XXI por uma rápida disseminação de informação e novas tecnologias.

Nos termos econômicos, a mudança tecnológica consiste em três processos fortemente interligados, com influências recíprocas em várias direções: 1) a invenção,

ii) a inovação e iii) a difusão das atividades econômicas. A caracterização destes fenômenos foi pioneiramente feita por Joseph Alois Schumpeter, assim como a especificação dos efeitos na gênese e na evolução dos ciclos de conjuntura subjacentes ao crescimento das economias capitalistas.¹

Segundo esse autor, assim como a tecnologia, o capitalismo pode ser tratado como um processo evolutivo, o qual detém essa característica não só pelo fato da vida econômica acontecer num ambiente social que muda e consequentemente altera os dados da ação econômica. As guerras, revoluções podem frequentemente condicionar a mudança industrial, mas não são seu principal propulsor. Muito menos se pode dizer que o aumento da população e do capital dá ao capitalismo seu caráter evolutivo. Nas palavras de Schumpeter: *“O impulso fundamental que inicia e mantém o movimento da máquina capitalista decorre dos novos bens de consumo, dos novos métodos de produção e transporte, dos novos mercados, das novas formas de organização industrial que a empresa capitalista cria.”*²

O desenvolvimento causado pela abertura de novos mercados, e o aprimoramento organizacional de oficinas artesanais para conglomerados industriais, ilustra o processo que incessantemente revoluciona a estrutura econômica, destruindo a velha e criando uma nova. *“Esse processo de destruição criativa é o fato essencial acerca do capitalismo”*³. A mudança estrutural impulsionada pela alteração tecnológica é a principal força do desenvolvimento.

A exemplo da Revolução Industrial na Inglaterra e de outras revoluções silenciosas que modificaram a maneira de se produzir e comercializar, o capitalismo sempre fora visto da forma como ele *“administra estas estruturas econômicas e não como ele as cria e as destrói.”*⁴ De muito tempo foi considerado entre os teóricos a variável preço como método de concorrência entre firmas. Embora tenha sido considerado que a concorrência de qualidade e esforço de vendas são admitidas desalojando a variável preço, há *“um padrão rígido de condições invariantes, em*

¹ SZMRECSÁNYI (2006)

² SCHUMPETER (1984, p. 112)

³ SCHUMPETER (1984, p. loc cit.)

⁴ id.

*particular métodos de produção e formas de organização industrial.”*⁵ Mas o que acontece realmente no capitalismo é “*a concorrência através de novas mercadorias, novas tecnologias, novas fontes de oferta, novos tipos de organização (...) que comandam uma vantagem decisiva de custo ou qualidade e que atinge não a fímbria dos lucros e das produções das firmas existentes, mas suas fundações e suas próprias vidas.*”⁶

Essa introdução de novas tecnologias tende a acontecer não entre os agentes já estabelecidos ou em mercados já existentes, mas através da criação de novas empresas que passam a concorrer com as firmas já instituídas, disputando os mercados e os recursos disponíveis. Estes novos empresários por não possuírem dinheiro para investimento imediato, recorrem a bancos capitalistas para obter crédito para produzir e fomentar a propagação de suas inovações, dando início e sustentando um desenvolvimento econômico capitalista. Essa expansão do sistema traz também um ambiente propício para recessão e depressão já que tende a suprimir e substituir as estruturas e empreendimentos pré-existentes. Isso faz com que o desenvolvimento capitalista tenha altos e baixos nos níveis de preços, empregos, investimentos, etc. o qual induz uma constante renovação do aparelho produtivo que se traduz de um lado por uma produtividade cada vez maior e de outro em um aumento geométrico na diversidade de bens e serviços. A continuidade desse crescimento não se apresenta de forma linear, mas de forma cíclica, sem que surja um limite para essa expansão no tempo.⁷

Schumpeter também salienta que as práticas monopolísticas têm um papel diferente na concorrência tecnológica. Não se aplica neste caso a preocupação dominante da economia convencional com o comportamento dos preços. “*O principal valor, para uma grande empresa, da posição de vendedor único assegurada por patente ou por estratégias monopolísticas não consiste tanto na oportunidade de comportar-se temporariamente segundo o esquema monopolístico, e sim na proteção que ela dá contra organizações temporárias do mercado e o espaço que ela assegura*

⁵ SCHUMPETER (1984, p. 114)

⁶ SCHUMPETER (1984, p. loc.cit.)

⁷ SZMRECSÁNYI (2006)

para planejamentos de longo prazo.”⁸ Assim, o sistema monopolístico tem a possibilidade de se manter no mercado, não pelo fato de ser o único vendedor, mas pela eficiência inovativa frente aos concorrentes, podendo aprimorar seus produtos de uma forma que sejam sempre pioneiros, recriando os bens e mercadorias, não abrindo espaço para concorrentes emergenciais e tendo tempo hábil para calcular os investimentos futuros. No oligopólio a concorrência não se apresenta menos forte, mas ela não se ajusta à descrição da concorrência em preços.

Com relação à estrutura de mercado perfeitamente competitiva, nas quais as indústrias têm livre entrada no mercado, Schumpeter argumenta que este sistema não otimiza oportunidades de aprimoramento tecnológico, visto que na tentativa de melhorar os métodos de produção desperdiça capital, já que está em “*posição menos favorável para desenvolver e julgar novas possibilidades.*”⁹ A concorrência perfeita então, é impossível nas modernas condições industriais, pois não instiga a evolução de métodos de produção e comercialização, tendo uma postura estacionária, contradizendo a natureza dinâmica do capitalismo.

Assim figurada a perspectiva schumpeteriana, o foco deve ser a concorrência a partir da mudança tecnológica. Esse é o ponto em que se analisa o crescimento econômico relativo dos países nos próximos capítulos desse trabalho.

1.2 APRENDIZADO TECNOLÓGICO

O aprendizado tecnológico pode ser definido como um processo de acumulação de habilidades e conhecimentos que visam um aperfeiçoamento tecnológico e aumento do desempenho produtivo. A ciência e a tecnologia podem contribuir e sustentar o crescimento econômico, melhorando a eficiência do mercado e criando oportunidades de emprego. Porém os benefícios sócio-econômicos da tecnologia e da ciência moderna não conseguiram atingir todos os países.¹⁰

⁸ SCHUMPETER (1984, p. 136)

⁹ *ibid* (p. 140)

¹⁰ UNCTAD (2005)

Apesar de ser plausível, não é a indisponibilidade de tecnologia ou inovação que atrasa completamente os países e que pode influenciar negativamente o veículo para o progresso e o desenvolvimento. É a falta de capacidade da nação para adquirir e aproveitar seu potencial. Para tanto, é necessário o fortalecimento das capacidades locais científicas e tecnológicas através de investimentos em educação, atividades de pesquisa em desenvolvimento e em infra-estrutura, assim como a adaptação das universidades públicas e instituições de pesquisa para torná-las relevantes para o desenvolvimento.

As diferenças para criar e difundir tecnologia e construir técnicas para a inovação provocam uma distância entre as nações chamada “hiato tecnológico”. Este hiato pode ser definido como um desvio entre aqueles que têm acesso à tecnologia e a usam efetivamente e aqueles que não conseguem o mesmo nível de atividade. A habilidade dos países para adquirir, controlar, adaptar e melhorar o conhecimento científico e técnico é o maior determinante de suas capacidades para reduzir o hiato e manter o nível de seus avanços.

A partir de estudos, o hiato tecnológico foi visto de duas perspectivas: a) criação tecnológica e inovação e b) difusão tecnológica e uso. As primeiras correlacionam a produção dos países e suas capacidades de pesquisa. Envolvem processos e equipamentos caros e requer cientistas e engenheiros bem qualificados. Já a difusão tecnológica ocorre através de alguns canais: i) investimentos estrangeiros diretos (IED) e *joint ventures*, ii) indústrias de bens de capitais equipamentos nos quais a tecnologia está embutida ou iii) licenças. Muitos fatores afetam a taxa de difusão, este processo pode ser muito lento, insuficiente ou não ter nenhuma difusão no total.¹¹

Mais que 84% das publicações científicas provêm de países desenvolvidos, com exceção da República da Coreia, Taiwan, Hong Kong e Singapura, a maior parte dos países em desenvolvimento contribuem com uma parcela insignificante. De acordo com a tabela, em muitas áreas é perceptível o hiato tecnológico.

¹¹ UNCTAD (2005, p. 7)

TABELA 1- INDICADORES DE CRIAÇÃO TECNOLÓGICA, 2003

	Anos médios de escolaridade	Proporção do ingresso de estudantes universitários no setor científico	Royalties recebidas do exterior per capita (US\$)	Patentes por milhões de habitantes
Máximo	EUA: 12,1	Finlândia: 27,3	Luxemburgo: 459	Japão: 861
Intermediário Alto	Grécia: 8,7	Bulgária: 10,9	Hungria: 9,4	Letônia: 41
Médio	Kuwait/Paraguai: 6,2	Colômbia: 5,5	Egito/Romênia: 0,7	Hong Kong (China): 3
Intermediário Baixo	Quênia/Lesoto: 4,2	Albânia: 2,4	China/Índia: 0,1	0
Mínimo	Guiné Bissau: 0,8	Chad: 0,1	0	0

Fonte: UNCTAD, WIPO (2001), World Bank (2003), Unesco (2001) e Barro e Lee (2000).

Nota: Tabela extraída de UNCTAD (2005, p. loc.cit.).

Os países em desenvolvimento também apresentam um atraso em termos de investimentos em P&D, como pode ser visto na tabela abaixo:

TABELA 2 - EDUCAÇÃO E PESQUISA & DESENVOLVIMENTO (P&D)

	% jovens matriculados no ensino terciário (1980)	% jovens matriculados no ensino terciário (1991)	% jovens matriculados no ensino terciário (2003)	% matrículas no setor científico (1995-1997)	Gastos em P&D - PIB (%)
República da Coreia	15	39	85	34,1	2,5
Singapura	8	18	43,8	62	2,2
Suécia	31	32	76	30,6	4,3
Tailândia	15	20	37	20,9	0,2
EUA	56	72	81	17,2	2,7
Outros Países em desenvolvimento	7	10	18	27,6	0,7

Fonte: World Bank, World Development Indicators; e Human Development Report (UNDP, 2001/2005).

Nota: Tabela extraída de UNCTAD (2005, p. 6).

Os números mencionados indicam que há um hiato tecnológico entre países desenvolvidos e em desenvolvimento, não só na forma da criação tecnológica, mas

também nas capacidades locais, as quais melhorariam a difusão, adaptação local, o aprimoramento incremental e o eficiente e efetivo uso das tecnologias existentes.¹²

Uma forma de reduzir esse hiato é através das oportunidades de aprendizado tecnológico e da capacidade de crescimento, que podem ser divididas em três categorias. A primeira diz respeito ao aproveitamento da tecnologia internacional. Nesse aspecto, as empresas transnacionais que dominam o fluxo de investimentos externos diretos (IED), são as principais fontes de inovação, desempenhando um papel essencial na transferência de tecnologia, especialmente em indústrias de alta tecnologia, onde o uso extensivo de uma base de conhecimento qualificada é requerido. Para muitos países o uso de IED provou ser uma medida eficiente para a construção da competitividade nas exportações, visto que há uma inserção destes na rede de produção mundial.

Todavia, estes IED têm que ser acompanhados por políticas governamentais apropriadas. O governo deve construir capacidades locais para dirigir e facilitar a aquisição de tecnologia através desse tipo de investimento. Políticas específicas precisam ser formuladas para atrair IED com alta tecnologia incrementando sua contribuição para transferir e difundir a tecnologia construindo a capacidade local. Portanto estas devem focar não só os aspectos físicos do investimento, como maquinário e equipamentos, mas também a aquisição de informação e conhecimento.¹³

A segunda forma de aprendizado salienta a geração global de inovação. Os IED e o processo de pesquisa e desenvolvimento (P&D), podem ajudar os países a fortalecer suas capacidades de inovação, permitindo maior demanda de funções, manuseio de equipamentos mais avançados e produção de bens mais complexos. Mas, esses benefícios não acontecem automaticamente. Muitos países hospedeiros de centros de pesquisa provenientes de transnacionais não conseguem absorver o conhecimento que elas desenvolvem. E isso depende da qualidade dos recursos humanos, das instituições e também das capacidades das firmas locais.

¹² UNCTAD (2005, p. loc.cit.)

¹³ UNCTAD (2005, p. 10)

Por último salienta-se a colaboração científica e tecnológica global como uma maneira relevante de aprendizado. Essas parcerias inter-fronteiriças tendem a trazer um processo com instituições e firmas nas quais o fluxo de conhecimento e tecnologia é um caminho de “mão-dupla”. Entretanto esse processo ainda está esmagadoramente concentrado em países desenvolvidos, o que cria uma grande desproporcionalidade nas economias em transição.

Há um grande número de políticas existentes para os governos incrementarem a competitividade das firmas. Todavia, todas as opções dependem do governo criar e permitir um ambiente de negócios para parceiros, com não só a política usual de estabilidade macroeconômica e regulação estrutural, mas também uma estrutura física e social em termos de comunicação, transporte e o mais importante, educação e treinamento para a construção de capacidades industriais e tecnológicas. Não há uma fórmula mágica para todos os países desenvolverem suas capacidades locais. A escolha de instrumentos políticos depende das condições da economia local e das capacidades do governo.

O aprimoramento tecnológico passa por três fases, dependendo das atividades das firmas. Estas normalmente iniciam seus avanços adotando uma quantidade maior de tecnologias, embora em muitos casos isto requeira uma melhora na qualificação e P&D apropriado para selecionar e adaptar tecnologias para as condições locais. Esta fase é chamada de *plugging in*, na qual a política de tecnologia deve ser interligada com a política de educação. Quanto mais baixo o nível de educação, menores os benefícios do comércio e dos IED. Os esforços deste estágio remetem a um aprimoramento da educação básica e secundária.¹⁴

Na segunda fase denominada *catching up*, as firmas começam a desempenhar maiores adaptações, as quais requerem um aumento nos esforços em incrementar a qualificação (através de recrutamento e treinamento), significativos investimentos em P&D e aos estímulos à cooperação firmas/universidades. Neste estágio a flexibilidade do mercado de trabalho e o setor financeiro ganham maior importância, ajudando um

¹⁴ UNCTAD (2005, p. 18)

grande número de firmas a continuar o processo de aprimoramento das habilidades tecnológicas.¹⁵

Finalmente a terceira fase é caracterizada, especialmente quando competindo internacionalmente, pelo maior requerimento de inovações e o desenvolvimento de novas tecnologias e produtos que mantenham o índice de competitividade. O *keeping up*, demonstra como as firmas podem manter e estimular a inovação tecnológica. Isto pode ser feito através de investimentos privados em atividades de P&D com a cooperação de universidades e grandes centros de pesquisa. O governo deve dar suporte a esses esforços através, por exemplo, do estabelecimento de incentivos para P&D, aprofundando o mercado de crédito, e continuando a melhora da infraestrutura.¹⁶

Estes conceitos são de suma importância para compreender a dinâmica do desenvolvimento econômico através da tecnologia. O hiato tecnológico pode tornar oportuno um aprendizado por parte dos países em desenvolvimento a partir da inovação proveniente dos países mais avançados, acelerando o processo de absorção de conhecimento e conseqüente progresso.

1.3 O PAPEL DA TECNOLOGIA NA COMPETITIVIDADE INTERNACIONAL E NA DIVERSIFICAÇÃO DOS BENS

A economia mundial apresenta assimetrias tecnológicas e de poder de mercado com relação às esferas denominadas Norte-Sul. Essas diferenças acentuam as discrepâncias no comércio internacional, impedindo uma maior integração da economia periférica ao mercado externo. A inovação e difusão da tecnologia são as variáveis chave na criação dessas assimetrias por serem componentes fundamentais na competitividade internacional.¹⁷

Na abordagem schumpeteriana a concorrência se dá através da criação de barreiras à entrada e à mobilidade na economia. Essa circunstância cria lucros

¹⁵ *ibid* (p.19)

¹⁶ UNCTAD (op.cit., loc.cit.)

¹⁷ SCATOLIN et al. (2003)

oligopolísticos, naturalmente causados pela inovação tecnológica. A questão em pauta é a velocidade relativa dessa difusão e inovação, e seus impactos na competitividade. Se as firmas tecnologicamente atrasadas imitam a tecnologia da pioneira de uma maneira que consigam se adaptar ao mercado competitivo, esses lucros oligopolísticos e as barreiras à entrada seriam rapidamente desfeitos, desconcentrando o mercado e diminuindo as chances de crescimento sem fim da firma pioneira. Isso faria com que as firmas imitadoras ganhassem sua parcela no mercado ao invés de serem eliminadas do processo. Mas se ao contrário, a firma ganhar a sua parcela de mercado pela rapidez com que inova e reforça sua posição oligopólica, a indústria tenderá a ser um oligopólio concentrado.

Os fatores que permeiam a concentração do mercado dizem respeito a: i) a *oportunidade tecnológica* que é o retorno esperado da inovação; ii) a *cumulatividade* que favorece a ampliação no tempo das vantagens dos inovadores por estes já terem um padrão de inovação; iii) a *conteúdo tácito* que é a tecnologia que faz parte da rotina das firmas e da habilidade das pessoas e não está disponível em manuais, fórmulas, livros e portanto não podem ser absorvidas por outras firmas; e iv) o caráter específico ou localizado.¹⁸

Nas indústrias que apresentarem essas quatro características, haverá uma maior rapidez na construção de barreiras de defesa concorrencial, e esta aumentará de forma continuada, dificultando cada vez mais a sobrevivência das firmas atrasadas. Há um aumento crescente do pioneiro em relação aos seguidores “em termos de parcelas de mercado, preços, *mark-up* e produtividade. Numa indústria desse tipo, a concentração é comandada por economias de escala dinâmicas associadas ao processo de aprendizado tecnológico. O resultado é a divergência setorial quanto agregada dos níveis de renda per capita e de produtividade entre centro e periferia, à medida que o hiato tecnológico aumenta.”¹⁹

Embora seja considerado que os retornos crescentes provêm endogenamente da firma como a experiência acumulada e as pesquisas de P&D, existem outras formas

¹⁸ SCATOLIN et al. (2003, p. 139)

¹⁹ SCATOLIN et al. (2003, p. loc.cit.)

que são também ponderadas. Muitas vezes estes retornos surgem através da ação entre agentes que não necessariamente são do mesmo ramo industrial, podendo ser oriundos da produção de externalidades, que são “resultados involuntários da relação entre os agentes que podem ter impacto significativo sobre a eficiência do sistema”. Isso ocorrendo, não haverá uma concentração crescente do mercado.²⁰

Essa interação entre agentes remete ao fato de que o *learning by interacting* pode ser mais importante do que o *learning by doing*, visto que o lócus do aprendizado deixa de ser a firma, passando para um plano mais abrangente como agências públicas e privadas de P&D, consumidores, provedores, etc.²¹ Pode se observar que esse aprendizado ocorre em estruturas pouco concentradas e a existência de instituições e arranjos capazes de coordenar e potencializar essas interações se torna extremamente importantes.²² Assim, essa estrutura ampla baseada na interação dos agentes pode junto com políticas públicas orientadas a fortalece-la, propiciar uma exploração de sinergias, construindo uma maior capacidade de competitividade internacional.

Essas formas institucionais são variadas e podem extrapolar o âmbito local. Os agentes que desempenham um papel central no arranjo produtivo local podem também estar imersos em arranjos mais amplos, os quais sobrepõem e dominam o arranjo local. Nessa questão as empresas multinacionais (EMNs) desempenham um papel decisivo, podendo mudar o comportamento e o perfil do sistema local de inovação. Para tanto, HUMPHREY (2001)²³ identificou quatro modalidades de articulação de arranjo com a economia internacional:

- a) *vínculos de mercado* na produção e consumo de bens padronizados, que não incluem a construção de mecanismos institucionais de longo prazo nem a realização de investimentos em ativos competitivos conjuntos;

²⁰ ibid (p. 140)

²¹ MYTELKA, 2000 (apud SCATOLIN et al. 2003, p. 140)

²² SCATOLIN et al. (op.cit., p. 140)

²³ apud SCATOLIN et al. (2003, p. 142)

- b) *relações de rede*, que surgem quando as capacidades dos atores são complementares, e elas as combinam e desenvolvem de forma a elevar dinamicamente a competitividade na rede;
- c) *relações quase-hierárquicas*, onde existem investimentos destinados a elevar a capacidade competitiva do conjunto, mas claramente há uma parte dominante na relação (geralmente o comprador) que determina os parâmetros de qualidade, tecnologia, materiais e prazos a serem seguidos. O poder do agente dominante nesses casos é função de seu controle de mercados ou da sua maior capacidade tecnológica;
- d) *relações hierárquicas*, que surgem quando a firma compra outras firmas do arranjo ou se estabelece diretamente como produtora no arranjo através do investimento estrangeiro direto (IED).

Dessa maneira, o aprimoramento das capacidades tecnológicas de empresas dependerá da sua modalidade de articulação ao comércio internacional. A situação (a) é muito próxima ao modelo de concorrência perfeita para garantir um ingresso dinâmico em mercados competitivos. As circunstâncias (d) não favoreceriam esse aprimoramento, a não ser que houvesse uma política articulando EMNs e firmas e agências locais de P&D. Então os casos que parecem ser mais favoráveis para a construção de vantagens competitivas dinâmicas são (c) e (d).²⁴

Nos países periféricos, as situações de arranjos são marcadas por (a) e (d), principalmente aquelas onde há uma maior dificuldade de aprendizado endógeno. As empresas nacionais prevalecem em setores competitivos menos dinâmicos, enquanto os oligopólios mais dinâmicos são denominados EMNs. O desafio das políticas é, portanto, aumentar a competitividade das empresas locais transformando esses arranjos (a) e (d) em arranjos do tipo (b), passando em alguns casos intermediários ao (c).

Para reduzir a condição de periferia do Sul, a dimensão da política industrial e da construção de instituições que viabilizem o *catching-up*, como o reforço à estrutura de C&T de forma a potenciar as capacidades das empresas locais em nível de arranjos

²⁴ SCATOLIN et al. (2003, p. 143)

produtivos; diluição de barreiras de mercados desfrutadas por grandes empresas multinacionais; políticas especificamente destinadas a fortalecer a capacidade dos arranjos de entrar no mercado mundial; políticas setoriais destinadas a obter o aprimoramento do arranjo, quando ele estiver baseado em atividades onde as barreiras à entrada são ainda muito reduzidas. Essas iniciativas exercem um papel-chave na ruptura do círculo vicioso da condição periférica, fortalecendo a posição competitiva das empresas locais, possibilitando o ingresso em novos setores e/ou aumentando o poder de barganha dessas empresas na estrutura de governança.²⁵

Com o aumento de IED e o crescimento do comércio intra-firma e intra-industrial, duas transformações estruturais puderam ser notadas. Primeiro, a concorrência oligopolística entre firmas em busca de novos mercados, tem causado um fortalecimento das grandes firmas seja por fusões e aquisições quanto da formação de redes contratuais com empresas locais. Em segundo, as estratégias competitivas procuram dar novo impulso à inovação, tanto na esfera de produção quanto nas formas de organização, no ambiente empresarial e no perfil da política industrial.²⁶

Com isso pode-se ressaltar a possibilidade de mudança do perfil das exportações de países periféricos por conta de formação de alianças com o conjunto das empresas e agentes diversos atuantes na indústria. Essa combinação pode difundir conhecimento e políticas industriais de apoio à tecnologia e à exportação, o que permitiria aumentar a capacidade de empresas locais de superar obstáculos ao crescimento e à competição em mercados internacionais.

²⁵ SCATOLIN et al. (2003, p. 144)

²⁶ *idem*

2 O MODELO DE VANTAGENS COMPARATIVAS

O conceito de vantagens comparativas foi desenvolvido pelo economista inglês David Ricardo, no começo do século XIX. Ricardo procurou elaborar um modelo onde dois países pudessem comercializar entre si e obter benefícios mútuos. Neste capítulo serão apresentados o modelo ricardiano tradicional, no qual o comércio internacional foi explicado de maneira estática, sem levar em consideração a evolução das estruturas de demanda e oferta e o modelo modificado, no qual é considerado a mudança da dinâmica de comércio por meio da evolução tecnológica.

2.1 O MODELO RICARDIANO – KRUGMAN

Os países mantêm relações comerciais com o exterior para obter ganhos de mercado que podem ser explicados por duas razões. Primeiro, os países são diferentes uns dos outros e isso faz com que cada um produza mais o que produz melhor, sendo beneficiados por essas diferenças. Outra razão remete ao fato da escala na produção. Se um país limita a diversidade de bens produzidos, pode produzir uma quantidade maior e, portanto, com mais eficiência do que se produzisse tudo.²⁷

Para compreender como o comércio entre países é mutuamente benéfico, se faz necessário o conceito essencial dessa análise que é o das vantagens comparativas. Essa abordagem, introduzida por David Ricardo pode ser ilustrada através do custo de oportunidade de um país em produzir certo bem. Assim, um país tem vantagens comparativas na produção se ele conseguir produzir mais eficientemente um determinado bem em relação a outros países. Quando cada país se especializa na produção da mercadoria na qual apresenta menor custo de oportunidade e adere ao comércio internacional, há um ganho na produtividade mundial.

O modelo Ricardiano considera uma economia hipotética na qual existem só dois países o Local e o Estrangeiro. A tecnologia é resumida na produtividade do trabalho e só esse fator é considerado. A produção desses bens está sujeita a rendimentos constantes de escala, ou seja, ao aumentar a quantidade de todos os

²⁷ KRUGMAN, OBSTFELD (2001)

fatores em uma determinada intensidade aumenta-se a quantidade produzida proporcionalmente. O regime de mercado é o de concorrência perfeita, assim sendo nem a empresa nem os trabalhadores tem o poder de afetar os preços. Além do mais, supõe que a produção de cada mercadoria é realizada a partir de coeficientes técnicos fixos.

As possibilidades de produção desse modelo levam em consideração que todas as economias têm recursos limitados. Deste modo, para produzir um bem terão que sacrificar a produção de outro. Para determinar o que a economia produzirá, é necessário saber os preços relativos dos bens na economia. Numa economia competitiva, as decisões de oferta são determinadas a partir da opção dos indivíduos que querem maximizar seus ganhos. Numa economia simplificada, com apenas o fator trabalho, a oferta “será determinada pelo movimento da mão-de-obra para o setor que paga o maior salário.”²⁸

Para o presente trabalho, será considerado o modelo de Ricardo de vantagens comparativas com diversos bens. Cada um dos países (Local e Estrangeiro) produz um número de bens z que vão de 1 a N . Para calcular a relação entre as necessidades de unidades de trabalho domésticas e estrangeiras necessárias para produção de um bem utilizar-se-á a notação a_{Li}/a^*_{Li} , em a_{Li} será as necessidades do país Local na produção de um bem particular e a^*_{Li} corresponde ao país Estrangeiro, de modo que quanto menor o número, menor essa relação²⁹. Ou seja:

$$a_{L1}/a^*_{L1} < a_{L2}/a^*_{L2} < a_{L3}/a^*_{L3} < \dots < a_{Ln}/a^*_{Ln}$$

Os padrões de comércio do modelo dependem do salário do país Local e o salário do Estrangeiro. Daí então pode se definir quem produz o que. O salário no país Local é definido por w e no país Estrangeiro por w^* , assim a relação entre os salários é w/w^* . Dada a busca por ganhos de comércio, o bem será produzido onde este for mais barato. Assim compensará produzir no país Local se:

²⁸ KRUGMAN, OBSTFELD (2001, p.17)

²⁹ *ibid* (p.29)

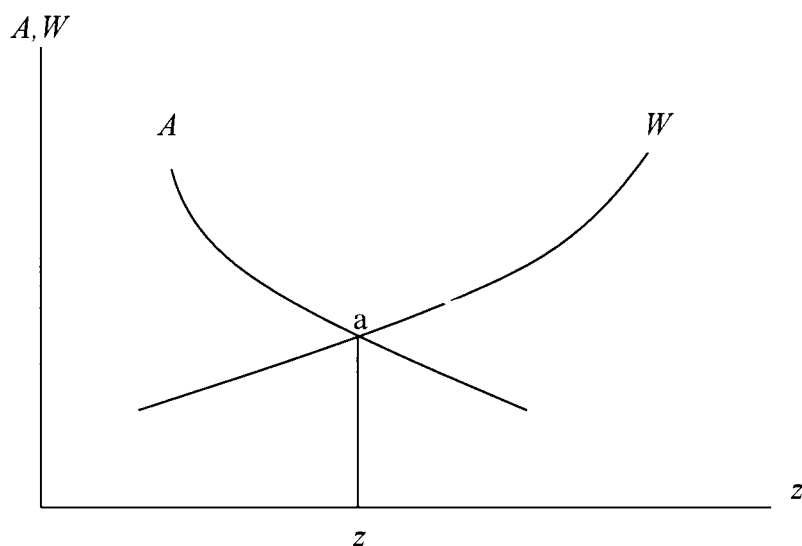
$$wa_{Li} < w^*a^*_{Li}, \text{ ou } a_{Li}/a^*_{Li} > w/w^*$$

e no país Estrangeiro se:

$$wa_{Li} > w^*a^*_{Li}, \text{ ou } a_{Li}/a^*_{Li} < w/w^*$$

Desta forma, os bens que serão produzidos atenderão ao critério: qualquer bem para o qual $a_{Li}/a^*_{Li} > w/w^*$, será produzido na economia Local e para todo $a_{Li}/a^*_{Li} < w/w^*$, será produzido na economia Estrangeira (ver gráfico 1). De acordo com esse critério de especialização haverá uma espécie de “divisão” na equação $a_{Li}/a^*_{Li} < a_{L2}/a^*_{L2} < a_{L3}/a^*_{L3} < \dots < a_{Ln}/a^*_{Ln}$, de maneira que todos os bens à esquerda devem ser produzidos no país local e os bens à direita devem ser produzidos no Estrangeiro. Mas se a relação entre os salários for exatamente igual, haverá uma região limítrofe na qual o bem poderá ser produzido em ambos os países³⁰.

GRÁFICO 1 - O MODELO RICARDIANO CONVENCIONAL



³⁰ KRUGMAN, OBSTFELD (2001, p.29)

No gráfico 1, pode ser observada a divisão da produção de bens entre o país Local e o Estrangeiro. A curva A representa a produtividade relativa, que diz respeito à quantidade de trabalho necessária para produzir um determinado bem; a curva W mostra o salário relativo e z apresenta a diversificação dos bens. No ponto a encontra-se a região de equilíbrio, onde tanto faz produzir no país Local ou no país Estrangeiro.

O modelo de vantagens comparativas de Krugman servirá como base para o próximo sub-capítulo, que demonstrará como a variação do hiato tecnológico muda as perspectivas do comércio internacional podendo propiciar uma diminuição das diferenças entre países.

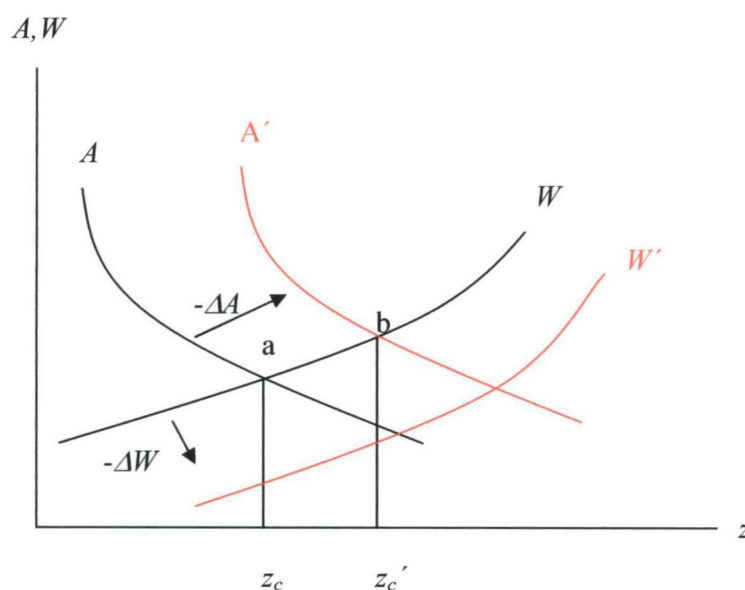
2.2 O MODELO RICARDIANO COM O HIATO TECNOLÓGICO – CIMOLI E PORCILE

Esse modelo, além das vantagens comparativas já vistas no sub-capítulo anterior, mostra como o aprendizado tecnológico pode interferir na competitividade internacional dos países periféricos em relação aos países do Centro. Para tais, serão considerados a partir de agora os países ao Sul (periferia) e ao Norte (centro). Serão considerados também os mesmos conceitos de produtividade relativa A e salário relativo W . Portanto, os bens serão produzidos no Sul se $a_{Li}/a^*_{Li} > w/w^*$ ou $A > W$ e no Norte se $a_{Li}/a^*_{Li} < w/w^*$ ou $A < W$. Como já visto, todos os bens à esquerda (0 até z_c) devem ser produzidos nos países do Sul e os bens à direita ($1-z_c$) devem ser produzidos no Norte.

A posição da curva $A(z)$ depende do hiato tecnológico Norte-Sul ($G = T_n/T_s$), ou seja, a razão entre o conjunto de conhecimentos acumulados do Norte (T_n) e o conjunto de conhecimentos acumulados do Sul (T_s). A curva $A(z)$ é negativamente inclinada porque foi construída ordenando os bens de tal forma que os valores de z mais baixos, correspondem àqueles em que a produtividade relativa do Sul é mais alta. Dado o hiato tecnológico, as diferenças de produtividade são mais altas nos bens de maior intensidade tecnológica. Mudanças no hiato Norte-Sul, podem produzir um

movimento proporcional de aumento da produtividade relativa do Sul na produção de todos os bens.³¹

GRÁFICO 2 - O MODELO RICARDIANO COM AUMENTO DA PRODUTIVIDADE RELATIVA (A) E DIMINUIÇÃO DO SALÁRIO RELATIVO (W)



A diversificação produtiva do Sul pode ser obtida por um aumento da produtividade relativa ou de uma redução do salário relativo. Se as diferenças entre Sul e Norte diminuïrem através de uma melhora nas capacidades tecnológicas, a curva A se moveria para a direita, até alcançar a posição A' . Como resultado, o Sul haveria mudado seu padrão de inserção externa, sendo capaz de produzir um conjunto maior de bens com um salário relativo mais alto. Inversamente, uma redução do salário relativo ($-\Delta W$) também permite diversificar a estrutura produtiva, ao transcender a curva W para W' , ocorre uma redução no salário real no Sul.³²

Deve observar-se que o impacto de uma mudança no salário relativo sobre a especialização depende da inclinação de A , que define o multiplicador do hiato

³¹ CIMOLI, PORCILE (p. 7)

³² CIMOLI, PORCILE (2005, p. 9)

tecnológico.³³ Se esta inclinação é muito alta, pequenas alterações no salário relativo produzem mudanças significativas na especialização. Inversamente um alto valor do multiplicador do hiato (uma curva A muito inclinada) implica que mudanças no salário relativo não terão o poder de modificar substancialmente a competitividade externa da economia.

Há duas variáveis que podem alterar a produtividade relativa dos bens. A primeira refere-se ao hiato tecnológico (G), definido pela relação entre o conjunto de conhecimentos no Norte (T_N) e o mesmo conjunto no Sul (T_S).³⁴ Formalmente:

$$G = \frac{T_S}{T_N}$$

onde $0 < G \leq 1$. Quanto maior o valor do hiato, menor será a produtividade do Sul em relação ao Norte ($A_i = a^*_i/a_i$).

A segunda variável diz respeito à intensidade tecnológica com que cada bem é produzido. Supõe-se que um país tecnologicamente atrasado é relativamente mais eficiente em bens de menor intensidade tecnológica. Assim sendo, as produtividades relativas representadas pela curva $A(z)$ corresponde às intensidades tecnológicas requeridas pela produção dos distintos bens z . A inclinação negativa da curva A reflete a dificuldade progressiva do Sul em imitar, adaptar e usar de forma eficiente tecnologias que se tornam mais complexas à medida que se diversifica a estrutura produtiva para um certo valor do hiato de conhecimentos entre os países³⁵. Essas considerações podem ser mostradas formalmente pela seguinte equação:

$$A = \gamma - \alpha G - \beta z \text{ (Curva } A\text{)}$$

Mudanças no hiato (G) se traduzem em mudanças na posição da curva A . O parâmetro α mostra o efeito do hiato sobre as produtividades relativas enquanto o

³³ CIMOLI, 1988. (apud CIMOLI, PORCILE, p.8)

³⁴ CIMOLI, PORCILE (2005, p. 10)

³⁵ CIMOLI, PORCILE (2005, p. loc.cit)

parâmetro β mostra como as mesmas respondem ao aumento da intensidade tecnológica dos bens. O pressuposto desta equação é que uma mudança no hiato tecnológico altera a produtividade de todos os bens na mesma proporção, por conta que a inclinação de AA não sofre alteração. No gráfico 2, o aumento da produtividade relativa expressa o efeito na redução do hiato tecnológico Norte-Sul.

Os fatores que determinam a taxa de progresso técnico no Sul em comparação com a do Norte remetem a uma gama de teorias que tentam explicar essa dinâmica. Mas em geral elas admitem que o hiato inicial oferece um potencial de imitação e aprendizagem que o Sul, sob certas condições poderia aproveitar.

Há duas situações em relação ao efeito que o hiato inicial exerce sobre sua evolução no tempo. Na primeira, os países do Sul mostram um atraso tecnológico tão grande com respeito aos países avançados que não é se quer capaz de imitar a tecnologia gerada no Norte. As oportunidades de imitação existem, mas o Sul não dispõe da base mínima de capacidades necessária para beneficiar-se delas. Neste caso, quanto maior é o hiato inicial, mais rapidamente o Sul fica para trás na corrida tecnológica. Uma segunda situação é quando o Sul já alcançou esse nível de crítico de capacidades que permite o *catching up*. Neste caso, quanto maior o hiato no momento inicial, maior a chance do Sul de absorver tecnologia e muito mais rapidamente o hiato diminui. Isto quer dizer que, a taxa de variação do hiato depende da sua situação no momento zero. No primeiro caso, isso implica que a taxa de variação do hiato depende positivamente do hiato inicial e na segunda situação negativamente.³⁶

Um outro fator relevante para a mudança do hiato é a própria estrutura produtiva. Alguns setores, principalmente aqueles intensivos em tecnologia, são capazes de promover processos de aprendizagem tecnológica, de gerar externalidades e de difundir inovações mais intensamente que outros.³⁷

Combinando as variáveis hiato e estrutura produtiva, se obtém a equação que descreve a taxa de mudança no tempo do hiato tecnológico Norte-Sul:

³⁶ CIMOLI, PORCILE (2005, p. 12)

³⁷ *ibid* (p. loc.cit.)

$$\hat{G} = a - bz - cG$$

onde $\hat{G} = \dot{G}/G$ é a taxa de mudança do hiato G no tempo e $z = (n/N)$ é a proporção do total de bens produzida no Sul. O parâmetro b depende dos retornos crescentes na aprendizagem tecnológica, associados às externalidades, *learning by doing*, *learning by using* e ao estímulo à geração de bens de capital. Um alto valor deste parâmetro indica que menos diversificado é o Sul, e mais rapidamente este ficará para trás na corrida tecnológica com o Norte.³⁸

O parâmetro c , depende da possibilidade do Sul de aproveitar o potencial de imitação proporcionado pelo hiato (G). Supondo na equação que c é positivo, significa o Sul já ultrapassou o nível crítico que torna possível a imitação. O parâmetro c é uma função das mudanças em ciência e tecnologia no Sul, do nível de educação, do capital humano e da existência de uma base estrutural que promova a difusão de conhecimentos.³⁹

O padrão de especialização do Sul remete ao comportamento dos salários relativos. Considera-se que tanto no Norte como no Sul há sindicatos fortes que definem as demandas levando em consideração a evolução da produtividade e do nível de emprego da economia. Então, em primeiro lugar, o salário relativo dependerá do hiato tecnológico, porque um hiato menor favorece uma produtividade relativa mais alta. À medida que a distância tecnológica se reduz, os trabalhadores do Sul esperam que também diminuam as diferenças entre seus salários e os do Norte.⁴⁰

A segunda variável que afeta o nível de salários relativos é a diversificação produtiva do Sul. Ao aumentar o número z de bens que o Sul produz, se expande a produção e se estimula a demanda dos trabalhadores desses países. Como consequência, W será função crescente de z .⁴¹

$$W = -uG + vz \text{ (Curva } W\text{)}$$

³⁸ CIMOLI, PORCILE (2005, p. 12)

³⁹ Ibid (p. 13)

⁴⁰ Ibid (p. loc.cit.)

⁴¹ Id (2005, p. 13)

A especialização só estará em equilíbrio quando $A=W$, no ponto de intersecção das curvas A e W . Quando isto ocorre, respeitam-se exatamente as vantagens comparativas de cada país e não haverá razões para que a produção de algum bem migre de um país para outro. Como exemplo, pode-se salientar o caso em que a produtividade relativa no Sul supera a curva de salários relativos ($A>W$). Se esta é a situação inicial, existe um estímulo para o deslocamento de atividades do Norte ao Sul, onde os custos são menores, de tal forma que A diminui e z aumente até que se alcance o equilíbrio. Paralelamente, há um processo de mudança estrutural segundo o qual o Sul passa a produzir um maior número de bens (a aumenta), movendo assim, fatores de maior intensidade tecnológica.⁴²

Desta forma: $\hat{z} = \zeta(AA - WW)$ onde $\zeta > 0$ é um coeficiente de ajuste, que será convencionado igual a 1. Utilizando a equação z , nas da produtividade A e do salário W , tem-se: $\hat{z} = \gamma - \alpha G - \beta z + uG - vz$. E reordenando os termos:

$$\hat{z} = \gamma - fz - gG$$

onde $f = \beta + v$, e $g = u - \alpha$ e $\alpha > u$. As equações $\hat{G} = a - bz - cG$ e $\hat{z} = \gamma - fz - gG$ representam um sistema de equações diferenciais que permitem encontrar endogenamente os valores de z e G .⁴³

Estas equações serão as bases para a elaboração do próximo capítulo deste trabalho, que usará de uma simulação feita no programa operacional Excel para demonstrar valores que representam o caminho percorrido pela economia, a partir de alterações no hiato tecnológico e na diversificação dos bens.

⁴² CIMOLI, PORCILE (2005, p. 13)

⁴³ ibid (p. 14)

3 APLICAÇÃO

Neste capítulo usar-se-ão as equações apresentadas no capítulo dois para uma simulação no Excel. Nesse sentido, os parâmetros a , b e c serão modificados a partir de valores pré-estabelecidos que fazem a variação na diferença tecnológica tender ao equilíbrio. A partir dessas alterações nos parâmetros, serão analisadas as perspectivas do hiato tecnológico e da diversificação dos bens em economias periféricas em relação as do centro.

3.1 A TENDÊNCIA AO EQUILÍBRIO

Para esta parte do trabalho serão utilizadas as equações que traduzem a variação do hiato (G) e da diversificação dos bens (Z) no decorrer do tempo.

Os valores iniciais utilizados foram considerados de tal forma que satisfazem as seguintes condições:

$$\begin{pmatrix} -c & -b \\ g & -f \end{pmatrix}$$

com determinante positivo ($cf + gb$) e traço negativo ($-c -f$). Essas duas condições permitem encontrar uma solução de equilíbrio estável para o modelo. Naturalmente, situações de instabilidade poderiam surgir no mundo real, mas o objetivo do trabalho foi focar no papel da tecnologia na definição de distintos equilíbrios. Em particular, interessa analisar os fatores que levam a equilíbrios com maior diversificação produtiva e um hiato menor.

Para simular a trajetória da economia sob distintas condições de política, foram dados valores aos parâmetros do modelo. Mudanças de política se exprimem em mudanças desses valores, como se verá a seguir. Os valores estabelecidos para os parâmetros do modelo ricardiano já apresentado são:

$$b=2,5$$

$$f=12$$

$$c=2$$

$$g=2$$

colocando-se os valores nas equações $\dot{G}$ e $\dot{Z}$, encontramos:

$$\dot{G} = a - cG - bz$$

$$\dot{G} = 4 - 2G - 2,5z = f(g, z)$$

$$\dot{Z} = \gamma - fz - gG$$

$$\dot{Z} = 8 - 12z - 2G = h(g, z)$$

sendo que a e γ são fatores exógenos na alteração no hiato e seus valores serão considerados como 4 e 8 respectivamente. Os valor de equilíbrio do hiato para esses valores iniciais são de 3,5 e a diversificação dos bens é 0,1.

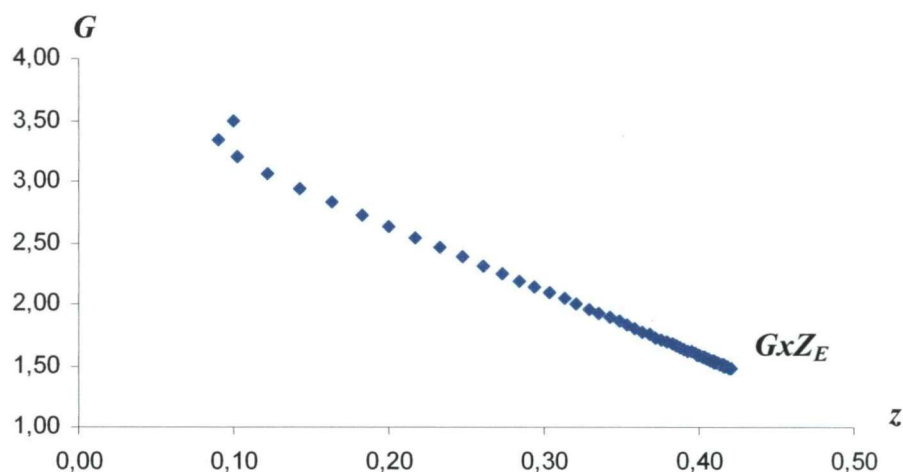
Os valores e equações usados para construir o modelo na planilha Excel se reproduzem a seguir, para possibilitar que os experimentos possam ser replicados ou mudados por outros pesquisadores interessados no tema:

Célula B3	Célula C3
$= z(0) + h(g(0), z(0)) \Delta t^{44}$	$= g(0) + f(g(0), z(0)) \Delta t$
$z = t_{i-1} (8 - 12z - 2G) 0,5$	$G = t_{i-1} + (4 - 2G - 2,5z) 0,5$
$= B2 + (8 - 12*B2 - 2*C2)SES1$	$= C2 + (4 - 2*C2 - 2,5*B2)SES1$

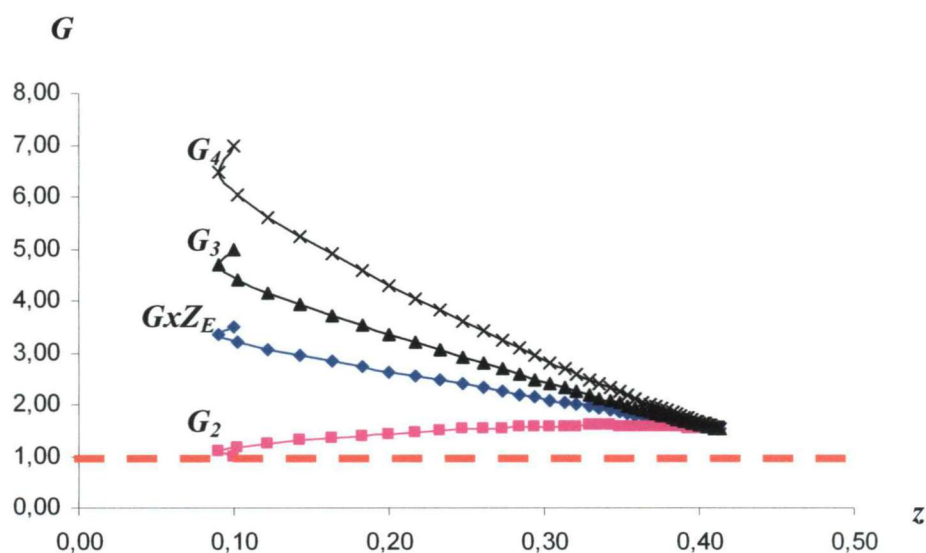
Célula D3	Célula E3
$= D2 + (8 - 12*D2 - 2*B2)SES1$	$= E2 + (8 - 12*E2 - 2*B2)SES1$
Célula F3	
$= F2 + (8 - 12*F2 - 2*B2)SES1$	

A seguir, o gráfico 3 mostra o movimento do hiato tecnológico versus diversificação produtiva até o equilíbrio dados os valores iniciais de a , b , c , γ , f , e g .

⁴⁴ Δt será considerado como 0,05

GRÁFICO 3 - MOVIMENTO $G \times Z$: VALORES TENDENCIAIS AO EQUILÍBRIO

No gráfico 4 as curvas acompanham a variação do hiato e o aumento da diversificação dos bens a partir de vários pontos iniciais do hiato (G). A curva G_2 representa o hiato $G=1$, a curva GxZ_E diz respeito ao valor de equilíbrio pré-estabelecido 3.5, G_3 com G inicial de 5 e G_4 iniciando de um hiato igual a 7.

GRÁFICO 4 - MOVIMENTO HIATO TECNOLÓGICO (G) X DIVERSIFICAÇÃO DOS BENS (z): DIFERENTES HIATOS INICIAIS

Pode-se notar o movimento de G e z para o ponto de equilíbrio a partir das distintas condições iniciais do hiato. Como os valores dos parâmetros definem um equilíbrio instável, o gráfico anterior permite ver a trajetória da economia na direção do equilíbrio a partir de distintas condições iniciais. Quanto maior a diversificação dos bens, menor o hiato, refletindo a redução da distância entre os países periféricos e os do centro, por conta de uma evolução da tecnologia e aumento da competitividade.

Em alguns casos, como o representado pela curva vermelha, em que as capacidades tecnológicas no Norte e no Sul são iguais no momento zero ($G=1$), não há uma fronteira tecnológica na economia para imitar e evitar que aumente o hiato no tempo. Haverá divergência tecnológica e a economia avançará na direção de um equilíbrio com um hiato mais elevado, apesar de que existe diversificação. Esse fenômeno se explica porque o Norte inova mais do que o Sul e obtém com isso uma vantagem na corrida tecnológica, enquanto que o Sul nesse caso não pode se beneficiar da imitação. Para os valores abaixo de um (1) na linha tracejada vermelha, o modelo perde o sentido econômico, já que implicaria admitir uma situação em que o Sul é mais avançado tecnologicamente que o Norte.

3.2 POLÍTICA TECNOLÓGICA

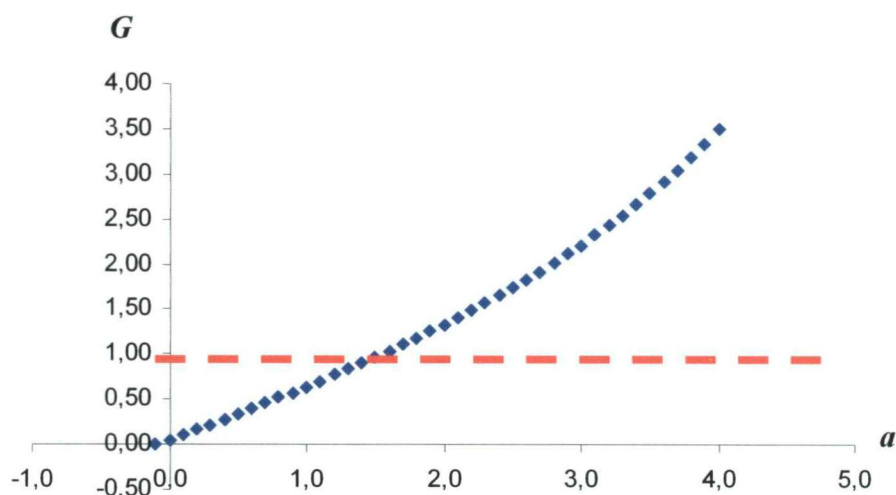
3.2.1 Parâmetro a

As políticas pró-desenvolvimento tecnológico desempenham um papel fundamental na redução do hiato entre os países do centro e periféricos. Como visto no sub-capítulo 1.2, os investimentos em infra-estrutura e educação viabilizam esse processo, assim como a atração de investimentos externos diretos acompanhados de políticas apropriadas.

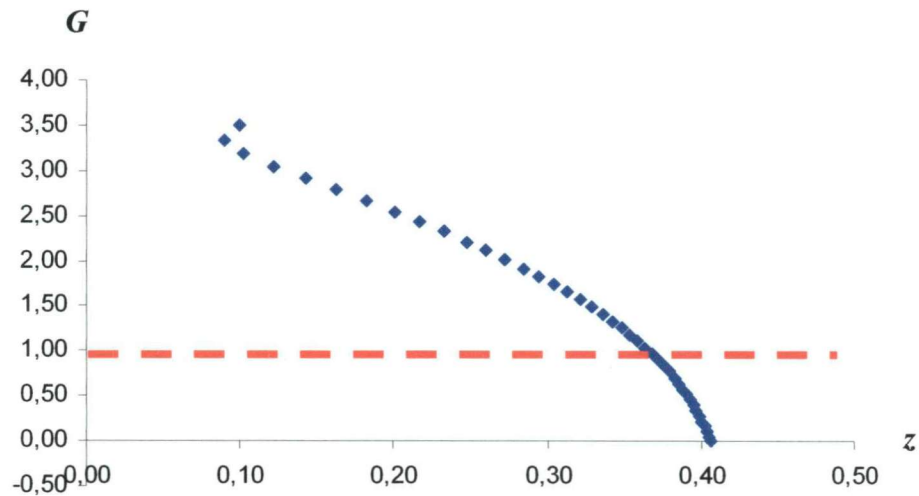
O parâmetro a revela que o hiato aumenta a favor do Norte pelo maior esforço de inovação desse país, o que lhe permite avançar mais rapidamente, dados G e z . Considerando formalmente a questão, o parâmetro a diminuirá por conta dessa política tecnológica praticada pelo governo do país periférico. Se o Sul investe mais nos

esforços autônomos de inovação, isso fará que o hiato tenda a crescer menos no tempo. Isso pode ser visto no gráfico abaixo.

GRÁFICO 5 – MOVIMENTO DO HIATO TECNOLÓGICO A PARTIR DA REDUÇÃO DE a



O gráfico 5 mostra claramente como G aumenta a medida que o esforço autônomo de inovação do Norte aumenta com relação a esse mesmo esforço no Sul. O valor de a tem uma interpretação econômica clara. Ele poderia identificar, por exemplo, a diferença dos investimentos nos dois países em educação, capital humano e ciência e tecnologia – como os indicadores de aprendizado tecnológico da UNCTAD mencionados anteriormente.

GRÁFICO 6 – MOVIMENTO $G \times Z$ A PARTIR DA REDUÇÃO DE a 

Por outro lado, o gráfico 6 mostra a relação inversa entre z e G à medida que a aumenta: z se reduz enquanto que G cai.

3.2.2 Parâmetro b

Para se desenvolver um produto competitivo é necessária uma longa jornada de pesquisa e planejamento de desenho do produto, engenharia de processos e de organização e métodos de trabalho para adaptar os planos da engenharia ao processo de fabricação. Normalmente quem detém todo o aparato do desenvolvimento tecnológico, são as empresas multinacionais que gastam milhões em pesquisa para criar novos produtos para o enorme mercado mundial. Neste cenário de inovações, os países periféricos aparecem como figurantes que se especializam em produtos que não exigem tanta densidade tecnológica e que os mantêm no rol de fornecedores de matérias-primas e alimentos para os países desenvolvidos.

O efeito de uma política tecnológica nesse quadro poderia alterar o parâmetro b . Quanto maior b , maior a difusão de tecnologia e a geração de externalidades quando se diversifica a economias. Os esforços do governo com relação ao processo de

diversificação, passam por esquemas de interligação entre empresas e centros de pesquisas e universidades, criando condições de progresso técnico.

Na simulação, as alterações no parâmetro b mostram o quanto a diversificação do Sul favorece o aprendizado e a redução do hiato. O gráfico 8 ilustra essa situação.

GRÁFICO 7 – MOVIMENTO DO HIATO TECNOLÓGICO COM AUMENTO NO PARÂMETRO b

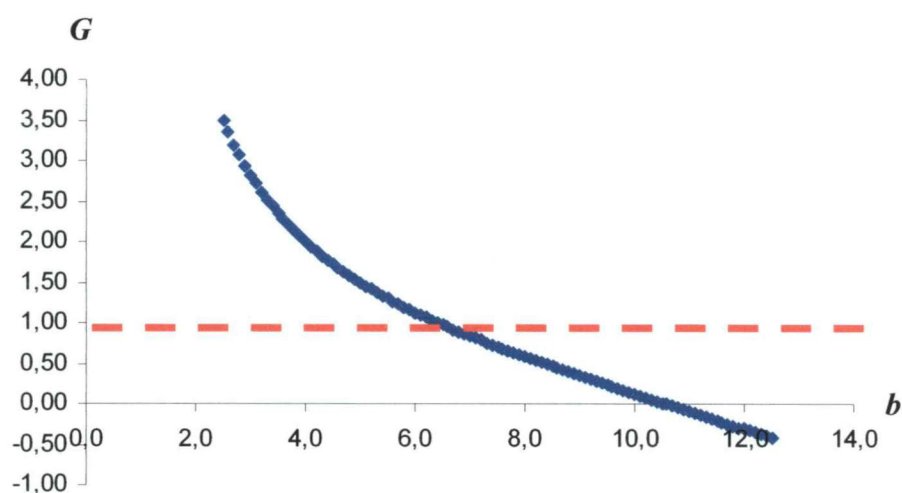
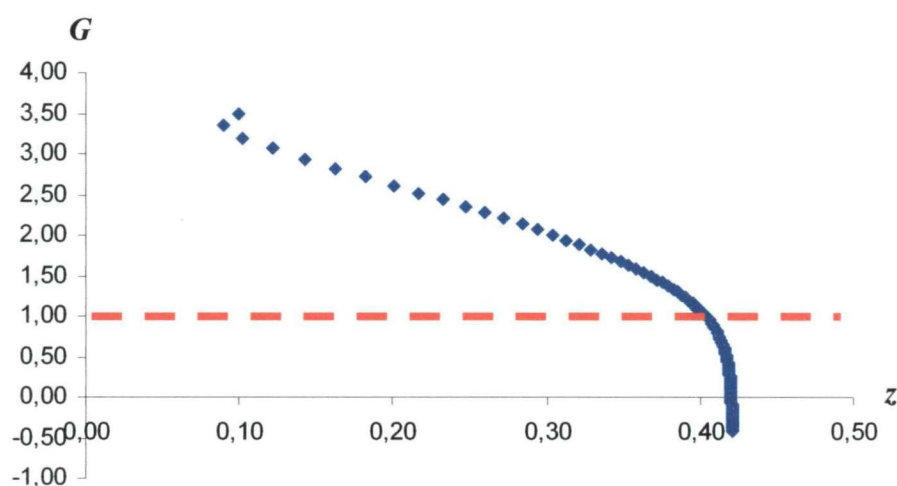


GRÁFICO 8 – MOVIMENTO $G \times Z$ COM AUMENTO NO PARÂMETRO b



Nos gráficos anteriores percebe-se: a) como uma política ao aprendizado com base na diversificação produtiva e da inclusão de novas atividades intensivas em

tecnologia reduz o hiato; b) que existem determinados valores dos parâmetros para os que o modelo não faz sentido econômico, já que G adota valores menores do que a unidade ou ainda valores negativos.

3.2.3 Parâmetro c

Quando empresas multinacionais se instalam em um país, trazem consigo grande potencial tecnológico. Possuem uma grande capacidade de inovação e de pesquisa, que as mantêm em um alto patamar de competitividade. A integração que estas empresas fazem com a economia local, permite um amplo processo de aprendizagem.

O parâmetro c demonstra quanto a capacidade de imitação do país em relação às tecnologias provenientes dos países do centro interfere no hiato tecnológico.

GRÁFICO 9 - MOVIMENTO DO HIATO TECNOLÓGICO COM AUMENTO NO PARÂMETRO c

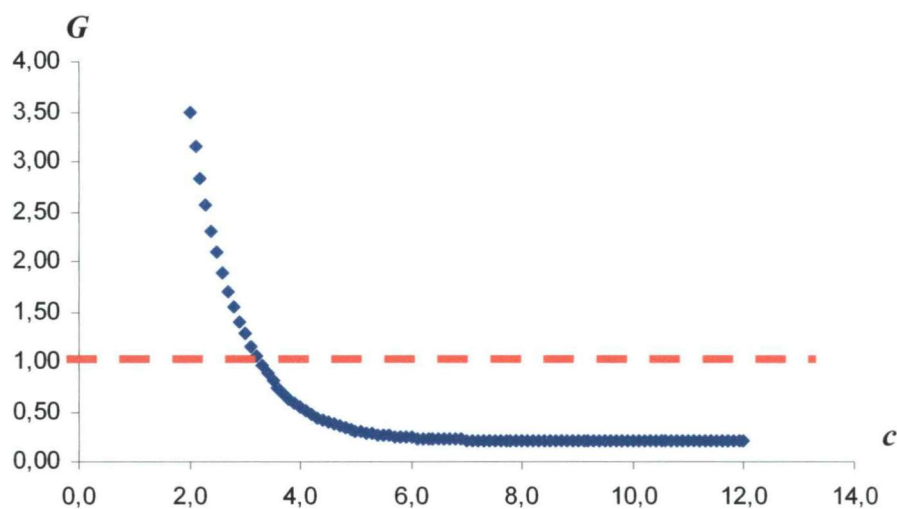
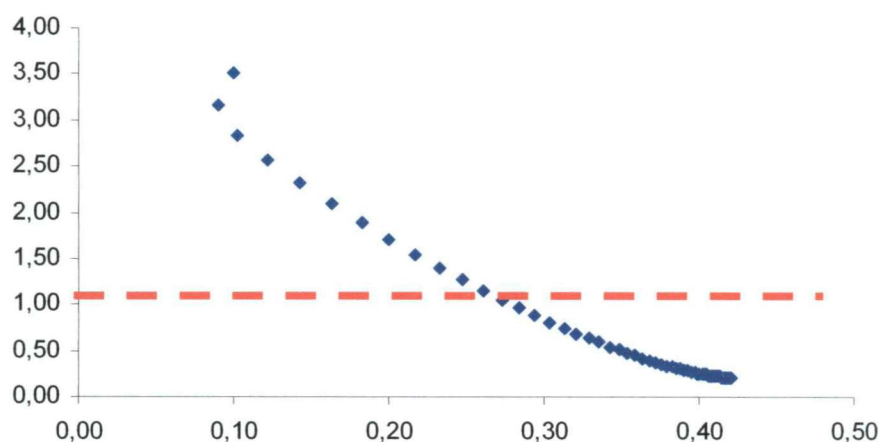


GRÁFICO 10 - MOVIMENTO G_{xz} COM AUMENTO NO PARÂMETRO c 

O parâmetro c é tipicamente um parâmetro de *catching-up*. Ele é um indicador da intensidade com que a economia é capaz de utilizar os conhecimentos existentes em outras regiões para promover seu próprio aprendizado. Os gráficos acima mostram como o hiato de equilíbrio se reduz à medida que c aumenta, as trajetórias do hiato e da diversificação, e o fato de que a partir de um certo momento os valores dos parâmetros não podem ser aceitos, dadas as restrições que existem no domínio das variáveis.

As simulações anteriores apresentaram como alterações dos parâmetros a , b e c podem modificar a estrutura produtiva e mudar o padrão do hiato tecnológico. Essa alteração interfere na produtividade dos países do Sul podendo aumentar ou diminuir a distância entre estes e os países do norte.

CONCLUSÃO

O trabalho discutiu a dinâmica tecnológica e da diversificação produtiva de duas economias com nível distinto de desenvolvimento. Admite-se, como na teoria schumpeteriana, que a tecnologia e inovação são as formas chaves para o desenvolvimento econômico.

Duas variáveis do modelo, o hiato tecnológico e a diversificação produtiva, são endogenamente determinados pelo modelo proposto por Cimoli e Porcile. A análise dinâmica, permite não apenas encontrar os pontos de equilíbrio e analisar sua estabilidade, mas também mostrar a própria trajetória da economia em direção ao equilíbrio.

A partir da mudança dos parâmetros do modelo associados à política tecnológica, foram discutidos os efeitos de distintas políticas de mudança estrutural e de investimento em tecnologia. O resultado é uma ferramenta de análise que pode ser utilizada inclusive para fins didáticos, mostrando como o aprendizado tecnológico e a especialização internacional mudam e interagem ao longo do tempo.

REFERÊNCIAS

SCATOLIN, F. D. in CASSIOLATO, J. E. et al **Pequena Empresa, Cooperação e Desenvolvimento Local**. Rio de Janeiro: Relume Dumará. 2003.

CIMOLI, M., PORCILE, G. et al. **Especialización, Tecnología y Crecimiento en el Modelo Ricardiano**. Mimeo. CEPAL, Escuela de Verano, 2005.

KRUGMAN P. R., OBSTFELD, M. **Economia Internacional – Teoria e Política**. 5 ed. São Paulo: Makron Books, 2001, cap. 2.

SZMRECSÁNYI, T. in PELAEZ, V. et al. **Economia da Inovação Tecnológica**. São Paulo: Hucitec. 2006.

SCHUMPETER, J.A. **Capitalismo, Socialismo e Democracia**. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1984.

UNCTAD, United Nations Conference on Trade and Development. **Issues Paper on Bridging the Technology Gap**, 2005. Disponível em <<http://www.unctad.org>>

APÊNDICES

APÊNDICE 1 - TRAJETÓRIA DOS VALORES INICIAIS DE G x z: TENDÊNCIA AO EQUILÍBRIO

<i>tempo</i>	<i>z(t)</i>	<i>g(t)</i>	<i>g(t)2</i>	<i>g(t)3</i>	<i>g(t)4</i>
0	0,10	3,50	1	5	7
1	0,09	3,34	1,09	4,69	6,49
2	0,10	3,19	1,17	4,41	6,03
3	0,12	3,06	1,24	4,15	5,61
4	0,14	2,94	1,30	3,92	5,24
5	0,16	2,83	1,35	3,71	4,89
6	0,18	2,72	1,40	3,52	4,58
7	0,20	2,63	1,43	3,35	4,30
8	0,22	2,54	1,46	3,19	4,05
9	0,23	2,46	1,49	3,04	3,82
10	0,25	2,38	1,51	2,91	3,61
11	0,26	2,32	1,53	2,79	3,41
12	0,27	2,25	1,55	2,67	3,24
13	0,28	2,19	1,56	2,57	3,08
14	0,29	2,14	1,57	2,48	2,94
15	0,30	2,09	1,57	2,40	2,81
16	0,31	2,04	1,58	2,32	2,69
17	0,32	2,00	1,58	2,25	2,58
18	0,33	1,96	1,58	2,18	2,48
19	0,34	1,92	1,58	2,12	2,39
20	0,34	1,89	1,58	2,07	2,31
21	0,35	1,85	1,58	2,02	2,24
22	0,35	1,83	1,58	1,97	2,17
23	0,36	1,80	1,58	1,93	2,11
24	0,36	1,77	1,57	1,89	2,05
25	0,37	1,75	1,57	1,86	2,00
26	0,37	1,73	1,57	1,83	1,96
27	0,38	1,71	1,57	1,80	1,91
28	0,38	1,69	1,56	1,77	1,88
29	0,38	1,68	1,56	1,75	1,84
30	0,39	1,66	1,55	1,72	1,81
31	0,39	1,65	1,55	1,70	1,78
32	0,39	1,63	1,55	1,68	1,75
33	0,39	1,62	1,54	1,67	1,73
34	0,40	1,61	1,54	1,65	1,71
35	0,40	1,60	1,54	1,64	1,69

CONTINUAÇÃO

36	0,40	1,59	1,53	1,62	1,67
37	0,40	1,58	1,53	1,61	1,65
38	0,40	1,57	1,53	1,60	1,64
39	0,40	1,57	1,52	1,59	1,62
40	0,40	1,56	1,52	1,58	1,61
41	0,41	1,55	1,52	1,57	1,60
42	0,41	1,55	1,52	1,56	1,59
43	0,41	1,54	1,51	1,56	1,58
44	0,41	1,54	1,51	1,55	1,57
45	0,41	1,53	1,51	1,54	1,56
46	0,41	1,53	1,51	1,54	1,55
47	0,41	1,52	1,50	1,53	1,55
48	0,41	1,52	1,50	1,53	1,54
49	0,41	1,52	1,50	1,52	1,54
50	0,41	1,51	1,50	1,52	1,53
51	0,41	1,51	1,50	1,52	1,53
52	0,41	1,51	1,50	1,51	1,52
53	0,42	1,50	1,49	1,51	1,52
54	0,42	1,50	1,49	1,51	1,51
55	0,42	1,50	1,49	1,50	1,51
56	0,42	1,50	1,49	1,50	1,51
57	0,42	1,50	1,49	1,50	1,50
58	0,42	1,49	1,49	1,50	1,50
59	0,42	1,49	1,49	1,50	1,50
60	0,42	1,49	1,49	1,49	1,50
61	0,42	1,49	1,49	1,49	1,50
62	0,42	1,49	1,48	1,49	1,49
63	0,42	1,49	1,48	1,49	1,49
64	0,42	1,49	1,48	1,49	1,49
65	0,42	1,49	1,48	1,49	1,49
66	0,42	1,48	1,48	1,49	1,49
67	0,42	1,48	1,48	1,48	1,49
68	0,42	1,48	1,48	1,48	1,49
69	0,42	1,48	1,48	1,48	1,48
70	0,42	1,48	1,48	1,48	1,48
71	0,42	1,48	1,48	1,48	1,48
72	0,42	1,48	1,48	1,48	1,48
73	0,42	1,48	1,48	1,48	1,48
74	0,42	1,48	1,48	1,48	1,48
75	0,42	1,48	1,48	1,48	1,48

APÊNDICE 2 - TRAJETÓRIA DOS VALORES DE G A PARTIR DA
REDUÇÃO DE a

<i>tempo</i>	<i>a</i>	<i>G(t)</i>
0	4,0	3,50
1	3,9	3,34
2	3,8	3,19
3	3,7	3,05
4	3,6	2,91
5	3,5	2,78
6	3,4	2,66
7	3,3	2,54
8	3,2	2,43
9	3,1	2,32
10	3,0	2,21
11	2,9	2,11
12	2,8	2,01
13	2,7	1,91
14	2,6	1,82
15	2,5	1,73
16	2,4	1,65
17	2,3	1,56
18	2,2	1,48
19	2,1	1,40
20	2,0	1,33
21	1,9	1,25
22	1,8	1,18
23	1,7	1,10
24	1,6	1,03
25	1,5	0,97
26	1,4	0,90
27	1,3	0,83
28	1,2	0,77
29	1,1	0,70
30	1,0	0,64
31	0,9	0,58
32	0,8	0,52
33	0,7	0,46
34	0,6	0,40
35	0,5	0,34
36	0,4	0,28
37	0,3	0,22
38	0,2	0,16

APÊNDICE 3 - TRAJETÓRIA DOS VALORES DE G x z A PARTIR DA
REDUÇÃO DE a

a	$z(t)$	$G(t)$
4,0	0,10	3,50
3,9	0,09	3,34
3,8	0,10	3,19
3,7	0,12	3,05
3,6	0,14	2,91
3,5	0,16	2,78
3,4	0,18	2,66
3,3	0,20	2,54
3,2	0,22	2,43
3,1	0,23	2,32
3,0	0,25	2,21
2,9	0,26	2,11
2,8	0,27	2,01
2,7	0,28	1,91
2,6	0,29	1,82
2,5	0,30	1,73
2,4	0,31	1,65
2,3	0,32	1,56
2,2	0,33	1,48
2,1	0,34	1,40
2,0	0,34	1,33
1,9	0,35	1,25
1,8	0,35	1,18
1,7	0,36	1,10
1,6	0,36	1,03
1,5	0,37	0,97
1,4	0,37	0,90
1,3	0,38	0,83
1,2	0,38	0,77
1,1	0,38	0,70
1,0	0,39	0,64
0,9	0,39	0,58
0,8	0,39	0,52
0,7	0,39	0,46
0,6	0,40	0,40
0,5	0,40	0,34
0,4	0,40	0,28
0,3	0,40	0,22
0,2	0,40	0,16

APÊNDICE 4 - TRAJETÓRIA DOS VALORES DE G A PARTIR DO AUMENTO DE b

<i>tempo</i>	<i>b</i>	<i>G(t)</i>
0	2,5	3,50
1	2,6	3,34
2	2,7	3,19
3	2,8	3,06
4	2,9	2,94
5	3,0	2,82
6	3,1	2,72
7	3,2	2,62
8	3,3	2,52
9	3,4	2,43
10	3,5	2,35
11	3,6	2,27
12	3,7	2,20
13	3,8	2,13
14	3,9	2,06
15	4,0	2,00
16	4,1	1,94
17	4,2	1,88
18	4,3	1,82
19	4,4	1,77
20	4,5	1,72
21	4,6	1,67
22	4,7	1,62
23	4,8	1,58
24	4,9	1,53
25	5,0	1,49
26	5,1	1,45
27	5,2	1,41
28	5,3	1,37
29	5,4	1,33
30	5,5	1,30
31	5,6	1,26
32	5,7	1,23
33	5,8	1,19

34	5,9	1,16
35	6,0	1,13
36	6,1	1,10
37	6,2	1,06
38	6,3	1,03
39	6,4	1,00
40	6,5	0,97
41	6,6	0,95
42	6,7	0,92
43	6,8	0,89
44	6,9	0,86
45	7,0	0,83
46	7,1	0,81
47	7,2	0,78
48	7,3	0,75
49	7,4	0,73
50	7,5	0,70
51	7,6	0,68
52	7,7	0,65
53	7,8	0,63
54	7,9	0,60
55	8,0	0,58
56	8,1	0,55
57	8,2	0,53
58	8,3	0,51
59	8,4	0,48
60	8,5	0,46
61	8,6	0,44
62	8,7	0,41
63	8,8	0,39
64	8,9	0,37
65	9,0	0,34
66	9,1	0,32
67	9,2	0,30
68	9,3	0,27

69	9,4	0,25
70	9,5	0,23
71	9,6	0,21
72	9,7	0,19
73	9,8	0,16
74	9,9	0,14
75	10,0	0,12
76	10,1	0,10
77	10,2	0,08
78	10,3	0,05
79	10,4	0,03
80	10,5	0,01
81	10,6	-0,01
82	10,7	-0,03
83	10,8	-0,05
84	10,9	-0,08
85	11,0	-0,10
86	11,1	-0,12
87	11,2	-0,14
88	11,3	-0,16
89	11,4	-0,18
90	11,5	-0,21
91	11,6	-0,23
92	11,7	-0,25
93	11,8	-0,27
94	11,9	-0,29
95	12,0	-0,31
96	12,1	-0,33
97	12,2	-0,35
98	12,3	-0,38
99	12,4	-0,40
100	12,5	-0,42

APÊNDICE 5 - TRAJETÓRIA DOS VALORES DE G_{xz} A PARTIR DO AUMENTO DE b

b	$z(t)$	$G(t)$
2,5	0,10	3,50
2,6	0,09	3,34
2,7	0,10	3,19
2,8	0,12	3,06
2,9	0,14	2,94
3,0	0,16	2,82
3,1	0,18	2,72
3,2	0,20	2,62
3,3	0,22	2,52
3,4	0,23	2,43
3,5	0,25	2,35
3,6	0,26	2,27
3,7	0,27	2,20
3,8	0,28	2,13
3,9	0,29	2,06
4,0	0,30	2,00
4,1	0,31	1,94
4,2	0,32	1,88
4,3	0,33	1,82
4,4	0,34	1,77
4,5	0,34	1,72
4,6	0,35	1,67
4,7	0,35	1,62
4,8	0,36	1,58
4,9	0,36	1,53
5,0	0,37	1,49
5,1	0,37	1,45
5,2	0,38	1,41
5,3	0,38	1,37
5,4	0,38	1,33
5,5	0,39	1,30
5,6	0,39	1,26
5,7	0,39	1,23
5,8	0,39	1,19

5,9	0,40	1,16
6,0	0,40	1,13
6,1	0,40	1,10
6,2	0,40	1,06
6,3	0,40	1,03
6,4	0,40	1,00
6,5	0,40	0,97
6,6	0,41	0,95
6,7	0,41	0,92
6,8	0,41	0,89
6,9	0,41	0,86
7,0	0,41	0,83
7,1	0,41	0,81
7,2	0,41	0,78
7,3	0,41	0,75
7,4	0,41	0,73
7,5	0,41	0,70
7,6	0,41	0,68
7,7	0,41	0,65
7,8	0,42	0,63
7,9	0,42	0,60
8,0	0,42	0,58
8,1	0,42	0,55
8,2	0,42	0,53
8,3	0,42	0,51
8,4	0,42	0,48
8,5	0,42	0,46
8,6	0,42	0,44
8,7	0,42	0,41
8,8	0,42	0,39
8,9	0,42	0,37
9,0	0,42	0,34
9,1	0,42	0,32
9,2	0,42	0,30
9,3	0,42	0,27

9,4	0,42	0,25
9,5	0,42	0,23
9,6	0,42	0,21
9,7	0,42	0,19
9,8	0,42	0,16
9,9	0,42	0,14
10,0	0,42	0,12
10,1	0,42	0,10
10,2	0,42	0,08
10,3	0,42	0,05
10,4	0,42	0,03
10,5	0,42	0,01
10,6	0,42	-0,01
10,7	0,42	-0,03
10,8	0,42	-0,05
10,9	0,42	-0,08
11,0	0,42	-0,10
11,1	0,42	-0,12
11,2	0,42	-0,14
11,3	0,42	-0,16
11,4	0,42	-0,18
11,5	0,42	-0,21
11,6	0,42	-0,23
11,7	0,42	-0,25
11,8	0,42	-0,27
11,9	0,42	-0,29
12,0	0,42	-0,31
12,1	0,42	-0,33
12,2	0,42	-0,35
12,3	0,42	-0,38
12,4	0,42	-0,40
12,5	0,42	-0,42

APÊNDICE 6 - TRAJETÓRIA DOS VALORES DE G A PARTIR DO AUMENTO DE c

<i>tempo</i>	c	$G(c)$
0	2,0	3,50
1	2,1	3,15
2	2,2	2,84
3	2,3	2,56
4	2,4	2,31
5	2,5	2,09
6	2,6	1,89
7	2,7	1,71
8	2,8	1,55
9	2,9	1,40
10	3,0	1,27
11	3,1	1,16
12	3,2	1,06
13	3,3	0,96
14	3,4	0,88
15	3,5	0,81
16	3,6	0,74
17	3,7	0,68
18	3,8	0,63
19	3,9	0,58
20	4,0	0,54
21	4,1	0,51
22	4,2	0,47
23	4,3	0,44
24	4,4	0,42
25	4,5	0,39
26	4,6	0,37
27	4,7	0,35
28	4,8	0,34
29	4,9	0,32
30	5,0	0,31
31	5,1	0,30
32	5,2	0,29
33	5,3	0,28

34	5,4	0,27
35	5,5	0,26
36	5,6	0,26
37	5,7	0,25
38	5,8	0,25
39	5,9	0,24
40	6,0	0,24
41	6,1	0,23
42	6,2	0,23
43	6,3	0,23
44	6,4	0,23
45	6,5	0,22
46	6,6	0,22
47	6,7	0,22
48	6,8	0,22
49	6,9	0,22
50	7,0	0,22
51	7,1	0,22
52	7,2	0,21
53	7,3	0,21
54	7,4	0,21
55	7,5	0,21
56	7,6	0,21
57	7,7	0,21
58	7,8	0,21
59	7,9	0,21
60	8,0	0,21
61	8,1	0,21
62	8,2	0,21
63	8,3	0,21
64	8,4	0,21
65	8,5	0,21
66	8,6	0,21
67	8,7	0,21
68	8,8	0,21

69	8,9	0,21
70	9,0	0,21
71	9,1	0,21
72	9,2	0,21
73	9,3	0,21
74	9,4	0,21
75	9,5	0,21
76	9,6	0,21
77	9,7	0,21
78	9,8	0,21
79	9,9	0,21
80	10,0	0,21
81	10,1	0,21
82	10,2	0,21
83	10,3	0,21
84	10,4	0,21
85	10,5	0,21
86	10,6	0,21
87	10,7	0,21
88	10,8	0,21
89	10,9	0,21
90	11,0	0,21
91	11,1	0,21
92	11,2	0,21
93	11,3	0,21
94	11,4	0,21
95	11,5	0,21
96	11,6	0,21
97	11,7	0,21
98	11,8	0,21
99	11,9	0,21
100	12,0	0,21

APÊNDICE 7 - TRAJETÓRIA DOS VALORES DE G_{xz} A PARTIR DO AUMENTO DE c

c	$z(t)$	$G(t)$
2,0	0,10	3,50
2,1	0,09	3,15
2,2	0,10	2,84
2,3	0,12	2,56
2,4	0,14	2,31
2,5	0,16	2,09
2,6	0,18	1,89
2,7	0,20	1,71
2,8	0,22	1,55
2,9	0,23	1,40
3,0	0,25	1,27
3,1	0,26	1,16
3,2	0,27	1,06
3,3	0,28	0,96
3,4	0,29	0,88
3,5	0,30	0,81
3,6	0,31	0,74
3,7	0,32	0,68
3,8	0,33	0,63
3,9	0,34	0,58
4,0	0,34	0,54
4,1	0,35	0,51
4,2	0,35	0,47
4,3	0,36	0,44
4,4	0,36	0,42
4,5	0,37	0,39
4,6	0,37	0,37
4,7	0,38	0,35
4,8	0,38	0,34
4,9	0,38	0,32
5,0	0,39	0,31
5,1	0,39	0,30
5,2	0,39	0,29
5,3	0,39	0,28

5,4	0,40	0,27
5,5	0,40	0,26
5,6	0,40	0,26
5,7	0,40	0,25
5,8	0,40	0,25
5,9	0,40	0,24
6,0	0,40	0,24
6,1	0,41	0,23
6,2	0,41	0,23
6,3	0,41	0,23
6,4	0,41	0,23
6,5	0,41	0,22
6,6	0,41	0,22
6,7	0,41	0,22
6,8	0,41	0,22
6,9	0,41	0,22
7,0	0,41	0,22
7,1	0,41	0,22
7,2	0,41	0,21
7,3	0,42	0,21
7,4	0,42	0,21
7,5	0,42	0,21
7,6	0,42	0,21
7,7	0,42	0,21
7,8	0,42	0,21
7,9	0,42	0,21
8,0	0,42	0,21
8,1	0,42	0,21
8,2	0,42	0,21
8,3	0,42	0,21
8,4	0,42	0,21
8,5	0,42	0,21
8,6	0,42	0,21
8,7	0,42	0,21
8,8	0,42	0,21

8,9	0,42	0,21
9,0	0,42	0,21
9,1	0,42	0,21
9,2	0,42	0,21
9,3	0,42	0,21
9,4	0,42	0,21
9,5	0,42	0,21
9,6	0,42	0,21
9,7	0,42	0,21
9,8	0,42	0,21
9,9	0,42	0,21
10,0	0,42	0,21
10,1	0,42	0,21
10,2	0,42	0,21
10,3	0,42	0,21
10,4	0,42	0,21
10,5	0,42	0,21
10,6	0,42	0,21
10,7	0,42	0,21
10,8	0,42	0,21
10,9	0,42	0,21
11,0	0,42	0,21
11,1	0,42	0,21
11,2	0,42	0,21
11,3	0,42	0,21
11,4	0,42	0,21
11,5	0,42	0,21
11,6	0,42	0,21
11,7	0,42	0,21
11,8	0,42	0,21
11,9	0,42	0,21
12,0	0,42	0,21