

INTERAÇÕES ENTRE INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS, COMPETITIVIDADE E CRESCIMENTO INDUSTRIAL EM UM MODELO MULTISSETORIAL DE ECONOMIA ABERTA: UMA ABORDAGEM EVOLUCIONÁRIA

1) Introdução

A noção schumpeteriana de competição é um dos pilares centrais da abordagem evolucionária. Por conta da hipótese de que a inovação é a principal arma da competição, o estudo das interações entre as inovações tecnológicas, a competitividade das firmas e o crescimento industrial torna-se uma das peças-chaves dos modelos evolucionários de dinâmica industrial. Na perspectiva sugerida por essa abordagem, pode-se afirmar que a disputa tecnológica entre as firmas afeta as taxas de crescimento da produção industrial, o que, por sua vez, estimula a adoção de novos produtos e processos, estabelecendo assim o mecanismo de *feedback* entre o crescimento da produção, as inovações e a competitividade das firmas.

Os modelos evolucionários tentam captar a complexidade dessas relações através de simulações executadas em computadores. Desse modo, tais modelos trouxeram à tona elementos para o estudo da dinâmica industrial que jamais foram contemplados nas abordagens tradicionais da economia industrial. No entanto, os modelos evolucionários mais difundidos na literatura econômica apresentam algumas limitações de ordem metodológica para os estudos de natureza aplicada. Eles não levam em conta, por exemplo, os efeitos do encadeamento industrial, que podem afetar as taxas de crescimento da produção em setores específicos, independentemente de suas tendências tecnológicas¹. Outro problema é a carência de estudos teóricos e empíricos sobre as relações de determinação entre inovações e demanda efetiva. Sabe-se que a demanda final é sensível às mudanças na distribuição e no nível de renda, porém, os modelos evolucionários não contam com hipóteses empiricamente consistentes do impacto das inovações sobre a formação e a distribuição da renda. Essa é uma limitação séria no que diz respeito à aplicação dos modelos evolucionários em estudos empíricos onde existe a possibilidade de ocorrer interações entre crescimento e inovações tecnológicas.

Neste artigo pretende-se analisar as interações entre as inovações tecnológicas, o crescimento e a competitividade industrial, levando em conta essas limitações dos modelos evolucionários tradicionais. Para tanto, utiliza-se um modelo multissetorial do tipo Leontief *aberto*, tendo como

¹ Os modelos evolucionários ou neo-schumpeterianos que analisam a dinâmica macroeconômica (economias fechadas ou abertas) seguem a tradição keynesiana de abster-se das relações inter-setoriais (transações intermediárias), o que lhes permite adotar a suposição simplificadora de que a economia produz um único bem para demanda final (ver por exemplo Nelson e Winter, 1982, Dosi *et alli*, 1988, Chiaromonte *et alli*, 1993, Leon-Ledesma, 2002).

variável autônoma (demanda efetiva) as exportações. Nesse modelo, as interações entre inovações, competitividade, demanda final e os efeitos de encadeamentos industriais são analisados explicitamente.

Para melhor compreensão dessa linha de raciocínio, o desenvolvimento desse modelo foi dividido em três seções. Na primeira, fez-se uma breve revisão sobre os conceitos de firma competitiva e de indústria competitiva. O propósito dessa seção é identificar os elementos teóricos que supostamente permitem estabelecer uma ligação entre o conceito de indústria competitiva e a noção schumpeteriana de competitividade. A idéia é reafirmar o conceito schumpeteriano de *firma competitiva*; conceito esse fundamentalmente associado ao conceito de inovação e de capacidade tecnológica ou competência inovativa². Na segunda seção, examina-se os fatores que condicionam a atividade inovativa das firmas. Tendo em vista a hipótese de que os investimento em P&D é uma das principais fontes de conhecimento para o desenvolvimento da atividade inovativa das firmas, adota-se então um modelo evolucionário que trata dos determinantes dos gastos em P&D ao nível da firma e da indústria. Finalmente, emprega-se um modelo teórico multissetorial (insumo-produto) de economia aberta, de inspiração pós-keynesiana, que utiliza a “lei” de Thirlwall para a determinação da produção setorial e agregada, o qual permite analisar o papel dos encadeamentos industriais na determinação dos *feedbacks* entre crescimento e competitividade industrial.

2) Inovação e competitividade industrial na perspectiva evolucionária

Um exame dos conceitos de competitividade industrial sugeridos por diversos autores expõe a complexidade do tema, revelando o quanto é desafiadora a proposta de elaboração de uma definição genérica de competitividade industrial, sem perder de vista os elementos que cada autor considera relevante para o entendimento dos fatores que produzem vantagens competitivas e de suas relações com o desempenho industrial. Segundo Haguenaer (1989), essa diversidade de conceitos é algo inevitável quando os autores estão buscando uma definição que melhor se adequa aos propósitos de suas pesquisas. Seria um contra-senso buscar uma definição genérica para o conceito de competitividade junto a essas pesquisas, pois cada uma delas tem um escopo que foi definido a partir do que se considera relevante para análise da competitividade. Contudo, deve-se reconhecer que uma definição genérica de competitividade é essencial para a elaboração de uma teoria da competitividade que possa abranger os diversos aspectos relacionados ao processo de rivalidade

² Segundo Bell e Pavitt (1993), capacidade tecnológica é o conjunto “dos recursos necessários para gerar e gerenciar mudanças tecnológicas, incluindo habilidades, conhecimentos e experiências”. Competência inovativa, por sua vez, é a capacidade de gerar e gerenciar mudanças tecnológicas, o que requer recursos para tal. Portanto, capacidade tecnológica

inter-firmas e seus efeitos sobre o desempenho industrial. O conceito de competitividade industrial utilizado neste artigo alinha-se às preocupações de Haguenuer (*op. cit.*) quanto à necessidade de uma definição que possa envolver os aspectos estruturais da indústria (isto é, uma medida ou critério do tipo *ex-ante*) sem perder de vista os indicadores *ex-post* associados a esses aspectos. Segundo a autora, uma definição genérica de competitividade industrial pode ser encontrada nos seguintes termos:

...a capacidade de uma indústria (ou empresa) produzir mercadorias com padrões de qualidade específicos, requeridos por mercados determinados, utilizando recursos em níveis iguais ou inferiores aos que prevalecem em indústrias semelhantes no resto do mundo, durante um certo período de tempo (Haguenuer, *op. cit.*, p. 23).

Esse empenho da autora para encontrar um conceito geral de competitividade é louvável tendo em vista o fato de que o fenômeno da competitividade situa-se em um campo extremamente fértil e controvertido das pesquisas econômicas, não havendo um consenso sobre os princípios fundamentais que regem tal fenômeno e muito menos arcabouços teóricos sólidos sobre os determinantes da competitividade industrial que possam orientar as pesquisas empíricas nessa área. A partir da citação acima, pode-se concluir que a indústria competitiva é aquela que assegura ou amplia o *market share* no comércio mundial por conta da disponibilidade de recursos e da eficiência no uso desses recursos. A título de exemplo, pode-se citar o caso das indústrias localizadas em países que possuem abundância de mão de obra e cujas firmas investem na produção de bens tradicionais e adotam estratégias tecnológicas que asseguram o uso relativamente mais eficiente da mão de obra (o caso da China). Essas indústrias certamente irão sustentar seus *market share* enquanto essa vantagem for mantida. Numa situação inversa, países com abundância de mão de obra qualificada mas que não investem maciçamente em P&D certamente irão perder *market share* nas indústrias *high tech* e nas indústrias tradicionais (o caso da Inglaterra, com exceção da indústria do petróleo).

Nota-se que na definição sugerida por Haguenuer está subentendida a hipótese de que as capacidades tecnológicas ou competências inovativas são um dentre vários outros fatores que podem afetar a competitividade das firmas e da indústria. Essa hipótese fica mais evidente na definição de *firma competitiva* sugerida por Kupfer (1996):

e competência inovativa serão tratados como conceito equivalentes, mas o segundo conceito apresenta uma conotação mais adequada aos propósitos deste artigo.

...a capacidade da empresa formular e implementar estratégias competitivas³, que lhe permitam ampliar ou conservar, de forma duradoura, uma posição sustentável no mercado (Haguenauer, *op. cit.* p. 8).

Nesse artigo retomamos a idéia original de Schumpeter de que as estratégias tecnológicas é um fator fundamental, de importância quase exclusiva, na determinação do *market shares* das firmas e das indústrias⁴. Nos modelos schumpeterianos ou evolucionários, a inovação representa a principal arma de competição das firmas, pois é a fonte essencial dos diferenciais ou vantagens competitivas. Nessa perspectiva, competitividade e inovatividade (competência inovativa) são conceitos indissociáveis; são faces da mesma moeda...firmas que não inovam não são competitivas⁵. Assim, para os propósitos deste trabalho a competitividade é definida como a *capacidade de realização de mudanças tecnológicas e/ou organizacionais bem sucedidas ou a capacidade de introduzir mudanças necessárias nos métodos e/ou processos da organização para que sejam alcançados os objetivos de negócio*⁶.

O resultado *ex-post* da competência inovativa de uma firma pode ser medido pelo grau de sucesso (lucratividade, crescimento das vendas, *market share*, etc.) de suas inovações. No modelo sugerido por Nelson e Winter (1982), competência inovativa nada mais é do que a capacidade de manter rotinas de mudanças nos produtos e processos. Importa notar que as habilidades para a realização de mudanças bem sucedidas estão relacionadas à história de sucesso das inovações empreendidas pela firma ao longo de sua existência (*path dependent*)⁷. Em outros termos, parte dos

³ Segundo a autor, as estratégias competitivas incorporam, necessariamente, as estratégias relacionadas à adoção de novos produtos e processos, isto é, incluem, necessariamente, as estratégias inovativas. Nesse sentido, essa citação sugere que outros aspectos da concorrência, juntamente com a competência inovativa, devem ser incorporados ao conceito de competitividade, tal como as competências na condução do processo de produção e de vendas.

⁴ Existe um grande número de estudos técnicos e científicos que corroboram essa hipótese quando se trata dos determinantes do *market share* das indústrias no comércio exterior (Cf. MacCombie e Thirlwall, 1994).

⁵ A relação entre inovatividade e desempenho das firmas não é uma relação direta. Tal relação envolve elementos mediadores. Sob determinadas condições, as firmas podem apresentar um bom desempenho em termos de lucratividade e/ou crescimento das vendas sem o empenho das atividades inovativas. Conforme será visto mais adiante, um desses fatores é o crescimento da demanda de mercado. Porém, em qualquer mercado onde existe ao menos uma firma que desenvolve a atividade inovativa, então, as demais firmas são potencialmente elimináveis. Segundo Dosi *et alli* (1998), no curto prazo, as economias de escala e/ou a intensidade de capital podem produzir diferenciais de lucratividade. No entanto, no longo prazo, a sustentação desses diferenciais depende primordialmente da competência inovativa das firmas.

⁶ Esse conceito tem sentido análogo ao do conceito de *capacidades dinâmicas* proposto por Teece e Pisano (1994). As capacidades/competências das firmas são definidas por suas rotinas (métodos e processos organizacionais). Em termos dinâmicos, as mudanças (tecnológicas e organizacionais) tornam-se uma atividade guiada por rotinas, pois, em um ambiente competitivo que está sempre mudando, quando mais bem sucedidas forem as experiências produzidas pelas rotinas de mudança, maiores as probabilidades de adoção e sucesso de novas mudanças.

⁷ Por conta do *path dependent*, as rotinas, com todos os seus elementos (regras, procedimentos e heurística), que norteiam tais mudanças são de natureza *firm-specific*. Por essa razão, os diferenciais ou as vantagens competitivas não podem ser facilmente replicadas (Nelson e Winter, 1982; Teece e Pisano, 1994). Nesse sentido, a definição de competência inovativa embute a idéia de seleção *ex-ante* e *ex-post*. Aprioristicamente, tal competência se forma a partir das experiências de negócio, porém, a avaliação dessa competência é levada a cabo pelo mercado (concorrência).

conhecimentos que sustentam a competências inovativas das firmas advém das experiências com a realização de mudanças tecnológicas e organizacionais bem sucedidas no passado (Teece e Pisano, 1994).

As mudanças nos métodos e processos da organização envolvem incertezas⁸, sendo, portanto, restringidas, ou até mesmo barradas, por limitações informacionais e cognitivas (limitação de conhecimento; ou de habilidades)⁹. Frente a racionalidade limitada dos indivíduos (Simon, 1979), a adoção de rotinas (de mudança) emerge como uma estratégia comportamental para levar adiante o processo de decisão em meio a uma realidade absolutamente complexa, que não permite adoção de qualquer regra de otimização para resultados futuros. Por conseguinte, o estabelecimento dessas rotinas é uma condição *sine qua non* para a formação das competências inovativas das firmas. As experiências diárias dos negócios, especialmente no que diz respeito à solução de problemas tecnológicos e organizacionais, representam uma fonte importante de conhecimento que sustenta a atividade inovativa dentro das firmas. Mas, a fonte primária dos conhecimentos que geram vantagens competitivas é produzida pelos investimentos dirigidos especificamente para a criação e absorção de novos conhecimentos: os investimento em P&D. Nessa perspectiva, pode-se afirmar que a competência inovativa é, fundamentalmente, produto desses investimentos¹⁰. Quanto maior a duração e o montante desses investimentos maior o leque de oportunidades tecnológicas que se formam dentro do escopo de negócios da firma. A estrutura dos gastos e o gerenciamento dos recursos de P&D sofrem influências dos fatores *firm-specific*; não obstante, quanto maior o acúmulo de capital investido na atividade de P&D, maior o acúmulo de conhecimento que sustenta a atividade inovativa, e, portanto, maior a competência inovativa da firma.

Então, admitindo-se a hipótese de que a competência inovativa é produto dos investimento em P&D, pode-se asseverar que a competitividade das firmas está relacionada a esses investimentos. Os gastos em P&D propiciam não somente a criação de novas conhecimentos dentro da firma como também aumentam a capacidade de absorção de conhecimentos gerados

⁸ Trata-se aqui da incerteza *forte*, isto é, a impossibilidade de se calcular as probabilidades associadas aos eventos futuros, sendo ela (a incerteza) um dos fatores que geram a rigidez nas regras e rotinas (Nelson e Winter, *op. cit.*). Mas, a incerteza *forte* é também uma das fontes geradoras de regras e, portanto, de rotinas (Nelson e Winter, *op. cit.*).

⁹ Essa questão é analisada com mais consistência através do conceito de *coerência corporativa* (Teece *et alli*, 1994), o qual, infelizmente, está sendo apenas “tangenciado” nessa passagem. Segundo Teece *et alli* (*op. cit.*), por mais radical que seja a mudança introduzida pelas firmas, tais mudanças, no geral, ocorrem na vizinhança do “*core business*” das firmas.

¹⁰ A introdução de um novo bem de capital, a ampliação das vendas, a conquista de novos clientes, enfim, todas novidades trazidas para dentro da firma e que produzem experiências em termos de solução de problemas, podem, gerar aprendizado e, conseqüentemente, ampliar o estoque de conhecimento de forma espontânea, sem a necessidade de investimentos em P&D. Porém, a aquisição de capacidades para solução de problemas, especialmente os de natureza tecnológica, requer investimentos significativos em treinamento, infra-estrutura para realização de experimentos e testes, obtenção de informações, etc.. isto é, “*learning is not costless*” (Lazonick, 1993).

externamente (Cohen e Levinthal, 1989). Seguindo esse *approach*, tem-se o pressuposto de que a competitividade, independentemente do tipo de estratégia inovativa adotada pela firma¹¹, será condicionada pelos investimentos em P&D. Firms que não investem em P&D correm o risco de não alcançarem seus objetivos e tornam-se potencialmente elimináveis do mercado.

A vinculação desse conceito de competitividade à noção schumpeteriana de competição permite relacionar os gastos em P&D, que exercem um papel fundamental no processo de concorrência, com a sustentabilidade da posição de mercado das firmas. As vantagens competitivas de cada firma dependem dos conhecimentos acumulados com a atividade de P&D ao longo da história da firma¹². Esses conhecimentos condicionam a diversidade em termos de capacidades tecnológicas, estabelecendo as tendências evolutivas do processo de seleção dentro de cada mercado. Processos evolutivos que geram diferenciais no P&D cumulativo podem desencadear processos de concentração do capital. Por outro lado, equiparação do P&D cumulativo pode propiciar um quadro de estabilidade estrutural em meio às mudanças tecnológicas.

Admitindo, portanto, a hipótese de que a formação das vantagens competitivas está associada aos diferenciais nos gastos de P&D cumulativo¹³, adotou-se neste artigo a seguinte formulação para o conceito de indústria competitiva:

$$E_{ij} = f(K_{ij}) \quad (1)$$

$$K_{ij} = \int_0^t M(t) dt \quad (2)$$

$$\bar{E}_{ij} = \sum_j s_{ij} E_{ij} \quad (3)$$

Onde: E_{ij} = nível de competitividade (*fitness*) da indústria i do país j ; $M_{ij}(t)$ = total de investimento em P&D da indústria i do país j no período t ; \bar{E} = média mundial do nível de competitividade da indústria i ; s_{ij} = *market share* do país j no total das exportações da indústria i .

Baseando-se nessas equações, serão competitivas as indústrias que obtiverem um nível de competitividade igual ou acima da média mundial, isto é, $E \geq \bar{E}$. O P&D cumulativo é um elemento estrutural que estabelece os diferenciais de competitividade, permitindo “ampliar ou conservar, de forma duradoura, uma posição sustentável no mercado” mundial. Deve-se notar que a resposta de E

¹¹ Estratégias ofensivas, defensivas, imitativas, conservadoras ou tradicionais (Freeman e Soete, 1997).

¹² O pressuposto da cumulatividade, tacitividade, irreversibilidade e *path dependent* são os elementos chaves da teoria evolucionária do conhecimento tecnológico (Dosi, 1988). Portanto, o tempo ou a história é fator crucial na determinação desse conhecimento.

¹³ MacCombie e Thirlwall (1994) citam alguns estudos empíricos que corroboram a hipótese de que o gastos de P&D cumulativos é o determinante fundamental do desempenho externo das indústrias, seja de produtos *high tech* ou tradicionais.

em relação a K depende de fatores *firm-specific* e *country-specific*, que estão implícitos na função f . De qualquer modo, o nível de competitividade da indústria aumenta na mesma proporção em que aumenta o P&D cumulativo das firmas, independentemente das especificidades de cada país. Assim sendo, cabe investigar os fatores determinantes do P&D.

3) Crescimento industrial e desempenho inovativo das firmas

Como visto na seção anterior, neste artigo adota-se o pressuposto de que a competitividade industrial é uma resultante das capacidades tecnológicas acumuladas ao longo da história das firmas de cada país. Quanto maior as capacidades tecnológicas ou competências inovativas das firmas, e, portanto, maiores as probabilidades de sucesso de suas inovações, maior o nível de competitividade da indústria. Outros fatores podem influenciar o sucesso de mercado das inovações e a competitividade industrial, além do gasto de P&D cumulativo. Em determinadas circunstâncias, as firmas podem ser bem sucedidas na adoção de inovações mesmo não tendo acumulado experiências em atividades inovativas¹⁴. Porém, neste artigo pressupõe-se que tais fatores são menos relevantes frente à tese de que a competitividade é condicionada pelos esforços das firmas para a criação e aperfeiçoamento das suas competências inovativas.

Segundo Nelson e Winter (1982) e Dosi (1988) e Chiaromonte e Dosi (1991), as análises que serão desenvolvidas na próxima seção apoiam-se na hipótese de que existe uma correspondência entre a probabilidade de adoção de uma inovação e os gastos em P&D. À luz dos modelos teóricos propostos por esses autores, adota-se aqui o pressuposto de que os gastos em P&D¹⁵, ao condicionarem a probabilidade de *adoção* de inovação, acabam por aumentar as chances de sucesso da atividade inovativa, na medida que as firmas aumentam seus investimentos nessa atividade. Em outros termos, admite-se que os gastos em P&D representam, concomitantemente, a principal fonte de aquisição dos conhecimentos que asseguram a criação e/ou aperfeiçoamento das competências inovativas, sendo o principal fator determinante da competitividade das firmas e das indústrias¹⁶.

¹⁴ Dependendo das características dos conhecimentos tecnológicos empregado pela firma, isto é, dos *regimes tecnológicos* (Malerba e Orsenigo, 1993) reinantes no seu campo de negócio, as inovações podem ser facilmente incorporadas às rotinas de produção prevalentes nas firmas, o que aumenta o grau de imitabilidade das inovações bem sucedidas, não importando o nível de competência de cada firma. Vale aqui a noção de propagação epidêmica da inovação, que pode ser observada quando o grau de cumulatividade do conhecimento associado à inovação é muito baixo (Dosi, 1991). Outra circunstância refere-se *ao acaso*, que expressa uma situação onde nenhum fator *ex-ante* pode condicionar o sucesso da inovação *ex post*, pois, em princípio, a complexidade do processo de inovação aborta qualquer elemento determinístico na geração e difusão de inovações (Alchian, 1950).

¹⁵ Para uma definição oficial de P&D ver OCDE (1981).

¹⁶ Em alguns setores os investimentos em P&D são irrelevantes para a maioria das firmas, especialmente naqueles onde predominam as pequenas empresas, cujo padrão de mudança tecnológica está associado às tecnologias embutidas nos bens de capital (setores *supplier dominated*, segundo a taxonomia de Pavitt (1984). Na perspectiva deste trabalho, a competitividade dessas firmas situa-se em outras esferas de competência que não a inovativa, tal como a esfera da

Partindo do pressuposto de que a competitividade é fundamentalmente determinada pelo gasto de P&D cumulativo, então um estudo sobre os determinantes dos gastos em P&D deverá integrar as análises sobre o processo interativo entre crescimento industrial e desempenho inovativo das firmas, tal como será feito na próxima seção.

Apesar de haver um consenso entre os autores evolucionários sobre a importância dos gastos de P&D no processo de inovação, os estudos sobre os determinantes desses gastos são relativamente escassos perante a vasta literatura evolucionária. Além do mais, tais estudos não tiveram a pretensão de analisar formalmente as relações entre crescimento industrial e gastos em P&D. Tais limitações representam um sério obstáculo para os propósitos desse trabalho. O grande desafio, portanto, é extrair dessas obras hipóteses consistentes com a teoria evolucionária sobre as relações de determinação entre crescimento industrial e gastos com P&D. Em função das limitações deste trabalho, será analisado apenas o modelo sugerido por Cohen e Levinthal (1989), o qual baseia-se no pressuposto de que os gastos de P&D é uma variável endógena¹⁷, cujos determinantes *firm-specific*, *technology-specific* e *country-specific* podem ser quantificados. A hipótese de endogeneidade dos gastos de P&D será de crucial importância para os propósitos deste artigo.

As hipóteses do modelo podem ser divididas em dois grupos: hipóteses de caráter quantitativa, necessárias à solução formal do modelo, e hipóteses qualitativas, relativas aos determinantes tecnológicos e comportamentais dos gastos em P&D, as quais têm sido exaustivamente analisadas pelos autores evolucionários. As hipóteses do primeiro grupo podem ser resumidas nos seguintes termos:

- i) a indústria é composta por n firmas ao longo do processo competitivo. Isto é, a estrutura de mercado é *estável*. Portanto, o modelo não incorpora a hipótese de *seleção* das firmas, eliminando a dinâmica da replicação e os efeitos das mudanças no *market share* sobre a conduta e desempenho das firmas.
- ii) As firmas conhecem o *payoff* para cada conjunto de estratégias associadas aos gastos de P&D.
- iii) A escolha das estratégias relativas aos gastos de P&D seguem as regras proposta no modelo de Cournot.

produção e/ou das vendas. Não obstante, nada impede que um número crescente de firmas estejam alocando parte dos seus recursos de capital para os investimentos em P&D. Nada impede também que haja uma transição de *supplier dominated* para *scale-intensive*, ou mesmo *science-based*. Tudo isso dependerá das expectativas dos empresários quanto aos retornos esperados dos investimentos em P&D, os quais, por sua vez, dependerão das expectativas sobre as vendas futuras.

¹⁷ A hipótese de endogeneidade dos investimentos em P&D é bastante difundida na literatura econômica. (Cf. Metcalfe, 1995 e Hall, 1994). A preferência pelo modelo de Cohen e Levinthal deveu-se ao fato do referido modelo ter sido

- iv) Os gastos de P&D são vistos como um insumo ou *input* que aumenta a eficiência da firma na obtenção de lucros. Contudo, existem rendimentos decrescentes entre o lucro da firma e os seus gastos em P&D.
- v) Para o conjunto das firmas os gastos de P&D também apresentam rendimentos decrescentes. Portanto, quanto maiores os gastos de P&D de uma firma *ceteris paribus*, menores os lucros das demais firmas.

Nota-se que o modelo fundamenta-se na teoria dos jogos, cuja solução de equilíbrio é do tipo Nash simétrico para os gastos em P&D (Cohen e Levinthal, *op. cit.*, p. 573).

Essa solução é plausível quando se admite a hipótese de que a *turbulência* de mercado (Dosi *et alli*, 1998) não altera as regras de condutas das firmas. Tal cenário é típico das indústrias “maduras”, as quais são formadas por firmas cujos *path dependent* evoluíram o suficientemente para garantir as competências inovativas e a sustentabilidade de mercado das mesmas, refletindo em uma estabilidade estrutural de longo prazo, ainda que possam ocorrer mudanças de curto e médio prazo, decorrentes das variações dos *market shares* e da entrada e saída de firmas que não possuem competências para desbancar as firmas estabelecidas.

A segunda e a quarta hipóteses são corolários do conceito de *indústria madura*. Uma das características desse tipo de indústria é predomínio de inovações de natureza incremental. Se as mudanças tecnológicas são incrementais, as firmas provavelmente terão alguma noção dos retornos obtidos com os gastos em P&D, pois esses gastos tendem a se concentrarem no desenvolvimento de produtos e/ou de processos, cujo grau de incerteza é relativamente baixo frente às competências da firma. Por outro lado, o leque de oportunidades tecnológicas fica mais estreito na medida em que se elevam os gastos de P&D, dado o esgotamento de oportunidades dentro do “*core business*” das firmas. A esse conjunto de hipóteses devem ser acrescidos os seguintes argumentos: a) a estrutura de mercado é estável devido ao fato de que todas as firmas tiveram, ao longo de sua história, acesso à principal arma da competição¹⁸: os investimentos em P&D, não havendo restrições financeiras para execução dos mesmos por parte das firmas; b) as firmas têm uma noção aproximada do impacto dos gastos de P&D sobre os lucros esperados no momento em que tomam suas decisões relativas a esses gastos, ao mesmo tempo em que não esperam uma reação imediata das firmas rivais, dada a suposição de que as firmas não dispõem de informações sobre montante de investimento em P&D de

elaborado com o propósito de formalizar e testar empiricamente a teoria evolucionária sobre os determinantes dos investimentos em P&D. Tal formalização será extremamente útil para os propósitos deste artigo.

¹⁸ Hipoteticamente, as firmas que, por razões de estratégias ou estruturais, estavam em piores condições para realizarem investimentos em P&D, já foram eliminadas do mercado.

suas rivais; c) as firmas admitem dificuldades crescentes nos seus esforços inovativos, sendo plausível admitir que as mesmas acreditam que os gastos de P&D e os lucros obtidos não crescem na mesma proporção¹⁹.

Em termos evolucionários, o modelo adota a hipótese de que o investimento em P&D representa não somente a principal fonte interna de conhecimento tecnológico como também a fonte geradora de capacidades para absorção do conhecimento externo. Nesse aspecto, os autores adotam a hipótese de que os gastos em P&D são necessários para absorção dos conhecimentos gerados pelo P&D das firmas rivais, que transbordam devido à incapacidade desses agentes de apropriarem completamente esses conhecimentos, pelas oportunidades tecnológicas gerados pelos laboratórios públicos, pelas universidades e pelos fornecedores de insumos e de bens de capital (Cohen e Levinthal, *op. cit.*, p. 571).

Esse conjunto de hipótese é traduzido em um sistema de equações do qual deriva-se a solução do modelo:

$$\pi_k = \Pi(z_k) \quad (4)$$

$$z_k = M_k + \gamma_k(\theta \sum M_j + T); j \neq k \quad (5)$$

$$\gamma_k = \varphi(M_k, \beta) \quad (6)$$

onde:

π_k = acréscimo no lucro da firma k no período t

z_k = adição ao estoque de conhecimento tecnológico e científico da firma k no período t

M_k = gastos em P&D da firma k no período t

γ_k = fração do conhecimento no domínio *público* (governo, fornecedores, *spillover*, etc) que a firma k é capaz de absorver. Representa, portanto, o índice de capacidade de absorção da firma k.

T = conhecimento gerado fora da indústria.

θ = grau de trasbordamento intra-indústria (*spillover*). Representa a parcela do conhecimento gerado pelos gastos de P&D das firmas rivais passíveis de serem absorvidos pela firma i.

β = variável que capta o grau de facilidade para manter e desenvolver a capacidade de absorção. Está associada ao grau de complexidade da *base de conhecimento*²⁰ que é necessária para a implementação das mudanças tecnológicas.

¹⁹ A hipótese de rendimentos decrescentes não é objeto de controvérsias dentro da abordagem evolucionária. Contudo, deve-se destacar que alguns modelos evolucionários de dinâmica industrial adotam implicitamente a hipótese de que a probabilidade de sucesso das inovação acompanha a probabilidade de adoção de inovações, a qual aumenta na *mesma* proporção dos gastos em P&D (ver, por exemplo, Nelson e Winter, 1982, cap. 12 e Chiaromonte *et alli*, 1993). Quer dizer, quanto maior o gasto de P&D cumulativo, maior a história de sucesso da firma.

M_j = investimentos em P&D realizado pelas firmas rivais, sendo $j \neq k$.

Derivando π_k em relação a M_k , em *ceteris paribus*, tem-se a seguinte equação:

$$R = \Pi_{zk}^k [1 + \gamma_M^k (\theta \Sigma M_j + T)] + \theta \Sigma \gamma_j \Pi_{zj}^k \quad (7)$$

Onde: R = lucro adicional decorrente do aumento de uma unidade nos gastos em P&D (o subscrito z e M representam a primeira derivada de π_k em relação a z_k e M_k); $\theta \Sigma \gamma_j \Pi_{zj}^k$ = parcela dos lucros das firmas rivais transferida para a firma K devido o aumento de uma unidade em M_k .

Dado o suposto de que o acréscimo marginal nos lucros decresce com o aumento dos gastos em P&D, pode-se chegar a uma solução de equilíbrio individual, isto é, em *ceteris paribus*, fazendo $R = 1$. Pela hipótese de Cournot, todas as firmas estarão fazendo o referido ajuste. Então, para se chegar a uma solução de equilíbrio dentro da indústria, monta-se o sistema de equações composto pelas equações individuais de maximização dos lucros expressas a partir da equação 7.

A endogeneização dos gastos em P&D permitem analisar os efeitos das facilidades de aprendizagem (β), dos *spillover* (θ) e das oportunidades tecnológicas gerados fora da indústria (T)²¹ sobre os gastos de P&D.

Mas o modelo permite também que se façam indagações sobre o efeito de uma variação autônoma na demanda de mercado sobre os investimento em P&D²². Obviamente, a expectativas de aumento (redução) na procura de mercado para os produtos existentes terá um efeito positivo (negativo) sobre as expectativas de retornos dos gastos em P&D, especialmente quando se trata de inovações incrementais.

Para os propósitos deste artigo, será conveniente explicitar o efeito do crescimento da demanda de mercado na solução de equilíbrio do modelo. Não resta dúvida de que o tamanho de mercado é um parâmetro importante na determinação dos gastos de P&D das firmas. No caso específico do modelo aqui proposto, existe a questão de como incorporar esse novo parâmetro no modelo original de Cohen e Levinthal. Uma opção plausível é adotar o pressuposto de que a sensibilidade de π_k em

²⁰ Cf. Dosi (1988)

²¹ Deve-se ressaltar que, do ponto de vista da teoria evolucionária, os valores dos parâmetros do modelo são *industrial-specific*, pois são condicionados pelo *regime tecnológico* (Malerba e Orsenigo, 1993) prevalente em cada indústria. Portanto, esses valores diferem não só entre as indústrias como também ao longo do tempo, por conta da evolução da tecnologia (mudanças no regime tecnológico de cada indústria)

²² Cohen e Levinthal (*op. cit.*) reconhecem explicitamente o efeito do crescimento da demanda de mercado sobre os gastos em P&D. Porém, esse efeito não foi enfatizado no modelo, pois os objetivos dos autores era analisar os efeitos em separado de outros fatores igualmente importante, costumeiramente negligenciados nos estudos não-evolucionários. Nos testes empíricos, os autores utilizaram a média anual (período de 5 anos) dos gastos de P&D da indústria para eliminar o efeito do ciclo de negócios sobre os gastos em P&D.

relação a z_k é condicionada pelo *tamanho* do mercado (que pode ser medido através do valor das vendas). Obviamente, para um mesmo montante de gastos em P&D, o seu impacto sobre o lucro esperado da firma será proporcionalmente maior quanto maior for o volume de vendas na indústria, *ceteris paribus*. Um modo de se traduzir esse pressuposto numa linguagem formal e factível de ser utilizada em modelos lineares é supor que a relação entre q sobre π_k é estabelecida através de uma *função potência*, nos moldes sugeridos pelas seguintes equações:

$$\pi_k = \Pi(z_k) = Az_k^{\alpha}; \quad 0 < \alpha < 1 \quad (8)$$

$$A = A(q); \quad A_q > 0 \quad (9)$$

onde: q = valor das vendas da indústria no mercado doméstico²³.

Desse modo, a equação determinante de R terá como parâmetros as variáveis q , β , θ e T . Portanto, uma formulação genérica para a solução de equilíbrio do sistema pode ser definida nos seguintes termos:

$$M_k^* = \Gamma^k(q, \theta, \beta, T) \quad (10)$$

Onde: M_k^* = gastos de P&D de equilíbrio da firma k . No conjunto, $M^* = \sum_k M_k^*$

A equação 10 evidencia os fatores que condicionam os investimentos em P&D a nível da firma e da indústria, a qual foi derivada de uma combinação de hipóteses de natureza quantitativa (apoiadas na teoria dos jogos) e qualitativa (apoiadas nos conceitos de indústria madura e regime tecnológico). Os fatores *firm-specific*, *technology-specific* e *country-specific* estão explicitados no modelo, ainda que de modo formal e restrito. Os fatores específicos da firma foram captados pelos parâmetros das funções Π^k e Γ^k . Os fatores específicos da tecnologia ou da indústria foram captados pelos parâmetros β , θ e q . Finalmente, os específicos do país estão expressos no parâmetro T . É interessante notar que as mudanças nos parâmetros β , θ e T , *ceteris paribus*, podem alterar a relação P&D/vendas. Desse modo, o modelo formaliza a hipótese de que a taxa de investimento em P&D em cada indústria está associado ao seu regime tecnológico. Ao longo do tempo, por conta do natureza cumulativa e *path dependent* do conhecimento tecnológico, os valores dos parâmetros β e θ modificam-se no sentido de aumentar a relação P&D/vendas para as indústrias em geral. Mas, para os propósitos deste artigo, no qual pretende-se analisar os fatores determinantes da

²³ Nos setores onde dominam firmas do tipo *global players* (oligopólio mundial) ou *catch up*, mudanças na demanda doméstica serão de pouco relevância na determinação dos gastos em P&D. Nesse caso, o investimento de P&D torna-se uma variável exógena em relação às mudanças na economia local. Tal fato deve ser levado em conta nos estudos

competitividade industrial, o parâmetro q torna-se o elemento chave. O efeito de *feedback* ou de causalção circular entre crescimento e competitividade industrial é uma consequência da presença desse elemento entre os determinantes dos gastos de P&D. Quanto maior for a taxa de crescimento do mercado, maiores os gastos de P&D em cada período, e, portanto, maior o P&D cumulativo; e, quanto maior o P&D cumulativo, maior a competitividade da indústria. Nesse ponto, o crucial é investigar em que medida o crescimento industrial está relacionado ao nível de competitividade da indústria: são as indústrias *mais* competitivas que apresentam melhores condições para o crescimento; ou, tornam-se mais competitivas as indústrias que crescem mais? Colocando a questão em outros termos: são as indústrias *catch up* que crescem mais; ou fazem *catch up* as indústrias que crescem mais? Ou, ambas as coisas? Portanto, o problema é definir o procedimento metodológico para identificar os componentes endógenos e autônomos na determinação das taxas de crescimento da indústria. No presente artigo, optou-se pelo o uso de um modelo *export-led growth* multissetorial.

4) Interações entre crescimento e competitividade industrial: um modelo multissetorial

O modelo apresentado na seção anterior serve de referência para se analisar a hipótese de que o crescimento da demanda de mercado estimula os investimentos em P&D. Com base nesse modelo, foi possível estabelecer o *link* entre o crescimento e a competitividade das indústrias, haja vista a hipótese de que o gasto de P&D cumulativo representa a principal fonte de criação e aperfeiçoamento da competência inovativa, a qual, na perspectiva schumpeteriana, representa a principal fonte criadora de vantagens competitivas.

No que diz respeito aos modelos de dinâmica industrial, que analisam o mecanismo interativo entre o crescimento industrial e as mudanças tecnológicas, é necessário que se faça alguns questionamentos sobre o tipo de economia que será objeto de análise desses modelos. Para o caso de economias fechadas, o estabelecimento de um mecanismo interativo entre crescimento e competitividade industrial *a la* Verdoorn²⁴ depende, obviamente, da hipótese de que existe uma relação entre competitividade e expansão da demanda de mercado. Sendo assim, o modelo teria que sustentar a hipótese de que as inovações (aumento da produtividade e/ou da qualidade e/ou do número de variedades) ocorridas em uma indústria provocam a expansão da demanda de mercado

empíricos que analisam as interações entre crescimento econômico e desempenho inovativo. Para os propósitos deste artigo supõe-se que a maior parcela da produção destina-se ao mercado interno.

²⁴ A dinâmica *a la* Verdoorn é bastante intuitiva: quanto maior o nível de produção, maior a eficiência no uso dos fatores de produção – o que eleva a produtividade dos mesmos – e, portanto, maior a renda per capita, o que propicia maiores níveis de consumo e investimento. Porém, essa interpretação negligencia o papel da demanda efetiva no crescimento econômico.

dessa mesma indústria. Ainda que tal hipótese tenha alguma consistência teórica, o fato é que a demanda de mercado da indústria, devido aos efeitos de encadeamento, torna-se sensível às mudanças ocorridas no nível de produção em outras indústrias, quebrando assim o elo entre o crescimento e a competitividade industrial. Por outro lado, a formulação do conceito de competitividade necessita de uma noção de espaço de rivalidade²⁵ cujo mercado seja representado pelo total de gastos da economia²⁶. Somente nessa perspectiva é possível estabelecer o *market share* de cada firma ou indústria. Porém, as relações de cadeia ou a interdependência setorial dentro de uma economia impede que se faça uma ligação entre o crescimento e a competitividade industrial. Em muitos casos, a expansão de uma indústria favorece a expansão de outras indústrias, alterando por completo o *market share* de cada uma delas, independentemente das mudanças ocorridas nas capacidades competitivas das firmas. Mudanças nos coeficientes de produção e de capital também podem produzir efeito semelhante.

Com relação aos modelos de dinâmica industrial voltados para economias abertas, pode-se utilizar noções menos controversas de competitividade industrial e da “lei” de Verdoorn. Nesses modelos assume-se que o espaço de rivalidade para cada indústria é representado pelas importações mundiais de seus produtos. No caso das economias pequenas, o qual será enfatizado neste artigo, assume-se que o valor das importações mundiais é uma variável exógena (não afetada pela atividade tecnológica do país). Com relação à lei de Verdoorn, assume-se que o aumento do nível de competitividade da indústria favorece o seu crescimento pelo simples fato de que esse aumento de competitividade provoca a expansão do *market share* no comércio mundial e, por corolário, da taxa de crescimento dessa indústria. Essa interação entre crescimento e competitividade parece bastante óbvia: quanto maior as taxas de crescimento, maior os ganhos de produtividade e a taxa de acumulação tecnológica e, portanto, maior o nível de competitividade da indústria, e assim por diante. No entanto, a trajetória de crescimento de cada indústria não depende exclusivamente do seu nível de competitividade, mas depende também dos níveis de competitividade das demais indústrias existentes dentro do país. Os efeitos de encadeamento, que afetam q , e as políticas industriais e tecnológicas, que afetam T , e as mudanças evolutivas, que afetam β e θ , interferem na “causação circular”, mudando sua intensidade e/ou direção. Uma simples mudança nos percentuais da pauta de exportação de um país pode mudar por completo as trajetórias de acumulação tecnológica e de crescimento de cada uma de suas indústrias.

²⁵ O espaço de rivalidade pode ser entendido como o “ambiente de seleção” (Possas, 1996), isto é, a linha de demarcação das características que evidenciam as interações das estratégias de sobrevivência e reprodução entre os agentes (Metcalf *et al.*, 2002)

²⁶ Essa noção é empregada Nelson e Winter (*op. cit.*), Chiaromonte e Dosi (*op. cit.*), entre outros.

Vê-se, portanto, que as implicações teóricas e normativas dos modelos multissetoriais de economias abertas são complementemente distintas dos modelos unissetoriais de economias fechadas, amplamente difundidos nos estudos de dinâmica econômica. Visto que a abstração do mercado externo e dos efeitos de encadeamento cria uma lacuna importante na compreensão da dinâmica entre crescimento e competitividade industrial, tornou-se inevitável para os autores deste artigo a opção por um modelo do tipo insumo-produto de economia aberta. Mais especificamente, adotou-se como referência teórica o modelo sugerido por Verspagen (2002), o qual permite analisar as relações entre crescimento e competitividade industrial à luz dos modelos evolucionários (equação *replicadora* ou princípio de Fisher), pós-keynesianos (modelos *export-led growth*) e multissetorial (Leontief *aberto*)²⁷. As hipóteses que serviram de base para a formulação do referido modelo são as seguintes:

- a) O nível de produção de cada setor é função da demanda intermediária e final (modelo do tipo Leontief *aberto*/princípio da demanda efetiva)
- b) O componente autônomo da demanda agregada é representado pelas exportações
- c) As decisões de investimentos baseiam-se no princípio do acelerador²⁸
- d) A participação de cada indústria no consumo final é fixa
- e) O consumo final representa uma variável de ajuste que permite a igualar importações e exportações, seguindo a equação de Thirlwall.
- f) A evolução das exportações e importações de cada indústria obedecem ao princípio da seleção ou princípio de Fisher (equação do replicador)

Esse conjunto de hipóteses é necessário dentro da proposta de Verspagen de unir elementos da teoria evolucionária e pós-keynesiana²⁹ para explicar a dinâmica industrial em uma economia aberta, cujo PIB representa uma pequena parcela da produção mundial³⁰. No presente artigo, acatou-se plenamente essa síntese sugerida pelo autor, pois considera-se fecundo a junção dessas

²⁷ O autor cita o trabalho de Leontief e Duchin (1986) como referência para a formulação do modelo multissetorial.

²⁸ O modelo sugerido por Verspagen (*op. cit.*) emprega a seguinte formulação para o princípio do acelerador: $v = K^d/Y$; onde: v = relação capital/produto planejada (*coeficiente de capital*), abstraindo-se do valor da depreciação; K^d = estoque desejado de capital para o produto Y . Então, $K^d = vY$, ou $\Delta K^d = I = v\Delta Y$, onde I = investimento planejado. Portanto, $I_t = v(Y_t - Y_{t-1})$. Por definição, $Y_{t-1} = K_{t-1}/v$, o que gera $I = vY - K_t$. Tal princípio e formulação tem sido exaustivamente analisado em meio a muitas controvérsias (Possas, 1987). No presente trabalho, optou-se por uma formulação mais simples, também controversa, mas que não afeta as conclusões finais do modelo. Nesse caso, adotou-se a seguinte formulação: $I = vY$ (Cf. Hicks, 1950 e Kaldor, 1970)

²⁹ O princípio de Fisher é um elemento universal da teoria evolucionária. Mas, existem algumas inovações no modelo de Verspagen. Absolutamente, todos os modelos evolucionários de crescimento econômico – e boa parte dos modelos pós-keynesianos – apoiam-se na idéia clássica de que o investimento agregado representa o principal componente *autônomo* da demanda agregada. O uso de modelos do tipo Leontief para economias abertas, onde o componente autônomo da demanda agregada é representado pelas exportações, é uma proposta inédita dentro do pensamento evolucionário.

duas abordagens quando o trabalho tem por objetivo desenvolver uma análise teórica de cunho heterodoxo das economias com *atraso* tecnológico, a exemplo da economia brasileira. Contudo, visando uma melhor focalização sobre o tema deste artigo, achou-se conveniente introduzir uma equação dos determinantes da competitividade da indústria no modelo. Retomando então as formulações sugeridas pelo referido autor, tem-se o seguinte conjunto de equações:

$$Q = AQ + F + IN + X - M \quad (11)$$

onde:

Q = vetor (nx1) dos valores da produção dos n setores

A = matriz (nxn) dos coeficientes técnicos da produção

F = vetor (nx1) da demanda por bens e serviços de consumo de cada setor

IN = vetor (nx1) da demanda por bens e serviços de capital de cada setor

X = vetor (nx1) do valor das exportações de cada setor

M = vetor (nx1) do valor das importações de cada setor

Para a determinação dos componentes da demanda agregada (F, IN, X e M) serão consideradas as seguintes hipóteses:

- a) A demanda por bens e serviços de consumo (F) é uma variável endógena que assegura o ajustamento das importações ao nível das exportações, conforme sugere a “lei” de Thirlwall³¹.
- b) A demanda por bens de capital (IN) segue uma regra simples: os investimentos resultam da aplicação de um coeficiente fixo (específico do setor) sobre o valor da produção (Q) de cada setor.
- c) O valor das exportações em cada setor é determinado pelo princípio de Fisher (equação replicadora).
- d) O valor do *market share* das importações resulta da aplicação de um coeficiente fixo (específico do setor) sobre o valor da produção (Q) de cada setor.

A primeira hipótese tem um papel crucial no modelo. Diferentemente dos modelos keynesianos clássicos, o multiplicador dos gastos é substituído pela equação de Thirlwall, indicando que a dinâmica interna do sistema está submetida ao ajustamento das contas externas. Os

³⁰ O proposta do autor é apresentar um “*simulation model of the Dutch economy*” (Verspagen, *op. cit.* Abstract), deixando entender que as mudanças no PIB local não afetam o PIB de outras economias via comércio exterior.

³¹ Deve-se lembrar que o caráter determinístico desse ajustamento é uma simplificação do modelo. Uma versão mais realista deveria incorporar uma equação determinante dos investimentos externos.

determinantes dos gastos de consumo das famílias e do governo perdem seus componentes autônomos, acomodando-se à renda gerada a partir das atividades do setor externo (exportações líquidas). A segunda hipótese é tradicionalmente adotada nos modelos de ciclos econômicos inspirados na teoria keynesiana. Mas, em função da “lei” de Thirlwall³², o modelo aborta a dinâmica entre o princípio do multiplicador e do acelerador, geradora dos ciclos econômicos, tendo em vista a restrição produzida pelas contas externas sobre a expansão dos gastos.

Portanto, no que se refere aos determinantes de IN e M, admitem-se as seguintes equações:

$$IN = \hat{S}CQ \quad (12)$$

$$M = \hat{A}Q \quad (13)$$

onde \hat{C} e \hat{A} são as matrizes diagonais (nxn) dos coeficientes de capital e de importação³³, respectivamente. S representa a matriz (nxn) que descreve as frações da demanda de bens de capital do setor i suprida pelo setor j .

Aplicando as equações (12) e (13) em (11) e isolando Q, tem-se:

$$Q = (I - A - \hat{S}\hat{C} + \hat{A})^{-1}(F + X) \quad (14)$$

Para que se possa determinar os valores de F que satisfaça a equação de Thirlwall supõe-se que a participação de cada setor no valor da demanda de consumo seja fixa e exogeneamente determinada³⁴. Então:

$$F = yP \quad (15)$$

Onde: y = total de gastos de consumo; P = vetor (nx1) da participação de cada setor em y .

Para definir o valor de y que assegura o equilíbrio entre valor das exportações e das importações, deve-se levar em conta a seguinte relação:

$$X - M = X - \hat{A}Q = X - \hat{A}(I - A - \hat{S}\hat{C} + \hat{A})^{-1}(yP + X)$$

Então, admitindo a “lei” de Thirlwall (o que implica admitir a existência de uma variável de ajuste contida entre os componentes da demanda agregada), obtém-se a seguinte igualdade:

$$i(X - M) = i[X - \hat{A}(I - A - \hat{S}\hat{C} + \hat{A})^{-1}(yP + X)] = 0 \quad (16)$$

Onde: i = vetor identidade (1xn); 0 = escalar de valor 0.

³² No longo prazo, o valor das exportações deverão ser aproximadamente igual ao valor das importações (Thirlwall, 1979).

³³ Tradicionalmente, os modelos *export-led growth* adotam a hipótese de que a elasticidade-renda de importação é constante. No modelo original de Verspagen, os coeficientes de importação variam conforme os níveis de competitividade do país. Neste artigo, por simplificação, optou-se pela hipótese de coeficientes fixos de importação, aplicados sobre uma relação linear entre os valores absolutos da renda e das de importações.

³⁴ Essa é uma outra hipótese simplificadora adotada neste artigo. Pode-se, conforme-o fez Verspagen, adotar uma equação replicadora para a distribuição do *market share* de cada indústria junto à demanda final total.

Definindo L como $\hat{A}(I - A - \hat{S}C + \hat{A})^{-1}$ e reagrupando os termos de (16) para isolar y , obtém-se a equação que fornece a solução para determinação do valor de y que asseguram o equilíbrio do balanço do comércio exterior:

$$y^* = (iX - iLX)/iLP \quad (17)$$

Com essa equação, pode-se concluir que as exportações setoriais (componentes do vetor X) desempenham um papel fundamental na determinação de todas as demais variáveis do sistema econômico. Esse é o ponto chave das análises macroeconômicas pós-keynesianas que utilizam os modelos do tipo *export-led growth*. Parte dos autores que utilizam esses modelos investigam as interações entre a competitividade das exportações e o desempenho interno a nível agregado, dando enfoque à dinâmica das vantagens competitivas absolutas entre os países sem levar em conta as diversidades setoriais³⁵. No caso específico do modelo acima, a dinâmica da competitividade é analisada a partir da equação replicadora ao nível de indústria. Então, os determinantes das exportações podem ser analisados a partir do seguinte conjunto de equações:

$$X = W\hat{S} \quad (18)$$

onde: \hat{S} é o vetor ($n \times 1$) dos *market shares* – s_{ij} – do setor i do país j no total das importações mundiais para o setor i , sendo W o vetor ($n \times 1$) formado pelo total das importações mundiais para cada setor i .

Por sua vez, a evolução *market share* de cada setor é determinado a partir das seguintes equações:

$$\Delta s_t^{ij} = a(E_{ij}/\bar{E}_{ij} - 1) \cdot s_{t-1}^{ij} \quad (19)$$

$$\bar{E}_{ij} = \sum_j s_t^{ij} E_{ij}$$

onde:

s_t^{ij} = *market share* do setor i do país j no período t no total das importações mundiais para o setor i .

E_{ij} = nível de competitividade³⁶ do setor i do país j (definido pela equação 1)

³⁵ Ver, por exemplo, Leon-Ledesma (2002)

³⁶ O critério de avaliação utilizados pelos compradores para a escolha dos fornecedores é uma característica particular de cada indústria: em alguns casos prevalece o critério preço, em outros o critério qualidade, etc.. Porém, a indústria de cada país terá um vetor que define as suas competências geradoras de vantagens competitivas. Isso quer dizer que o critério de avaliação dos produtos a nível mundial segue determinados padrões para todos os países, porém, existe uma diversidade quanto à fonte geradora das vantagens competitivas. No presente trabalho faz-se uma simplificação plausível ao se adotar a hipótese de que as vantagens competitivas dependam fundamentalmente do montante investido em P&D.

\bar{E}_{ij} = nível médio de competitividade entre os países j 's para o setor i .

Nota-se que a dinâmica do modelo está alicerçada na equação replicadora (princípio de Fisher). O desempenho das exportações dos setores em cada país dependerá da posição que os mesmos ocupam na evolução tecnológica do setor a nível mundial. Os que ocupam posição mais vantajosa irão expandir suas exportações ou vice e versa. As posições que prevaleceram irão determinar as mudanças do emprego e da produção a nível macroeconômico dentro de cada país. Não obstante, o modelo como tal ainda não oferece a explicação completa de sua dinâmica, pois falta-lhe a incorporação de uma teoria que trate dos determinantes da competitividade industrial. Verspagen (*op. cit*) reconhece essa limitação em seu modelo e, em caráter provisório, assume o pressuposto de que o nível de competitividade em cada país é uma variável randômica. O próprio autor cogita outras hipóteses, inclusive a hipótese que ressalta a importância dos gastos em P&D na determinação das vantagens competitivas, a qual está servindo de fundamento para este artigo.

Na seções anteriores levantou-se algumas hipóteses que permitiram a construção de um modelo teórico sobre os determinantes da competitiva industrial. Tal modelo foi formulado com o objetivo de incorporar ao modelo de Verspagen alguns elementos da dinâmica da competitividade externa. Nesse aspecto, tem-se dois pressuposto fundamentais: a) a competitividade industrial está relacionado ao total de investimento em P&D realizado pelo conjunto das firmas; b) esse total tem como um dos seus determinantes o tamanho do mercado, conforme estabelecido na equação 10.

Com base na equação 10, essa relação de causalidade entre competitividade, gastos de P&D e tamanho do mercado pode ser formalizada nos seguintes termos:

$$E_{t+1}^{ij} = \Omega(M_{ij}) = \Gamma^j(q_i, \theta_i, \beta_i, T_i) \quad (20)$$

Onde: M_{ij} = total de investimentos em P&D do setor i do país j . NOTA: a defasagem entre E_{ij} e M_{ij} é uma hipótese *ad hoc*, necessária para eliminar a inconsistência temporal do modelo, pois q_i no período t é determinado por E_{ij} do mesmo período³⁷ (supõe-se também que M_k^* é definido dentro cada período)

A equação 20 sugere a existência de uma relação direta entre a competitividade e os fatores que afetam as decisões de investimento em P&D. No entanto, as competências inovativas, e, por conseguinte, a competitividade das firmas, não dependem exclusivamente dos investimentos de

³⁷ Essa defasagem pode ser justificada pelo bom senso. Certamente, existe uma defasagem (*lag*) temporal entre q_i , a tomada de decisões em relação aos investimento em P&D e o impacto desses investimento sobre a competitividade da indústria.

P&D no período. Mas, visando a simplificação do modelo, optou-se pela formalização expressa na equação 20. Na verdade, as competências inovativas das firmas dependem do *learnig by doing* ou do conhecimento acumulado nas atividades inovativas ao longo da história da firma. Portanto, o mais correto seria empregar uma equação que levasse em conta o gasto de P&D cumulativo.

A análise das interações entre as equações 17, 18, 19 e 20 permite compreender a dinâmica do modelo. O crescimento autônomo da demanda em cada setor (captado pela variável q_i) aumenta o seu nível de competitividade (equação 20), fazendo expandir as exportações desses setores (18 e 19), favorecendo também o crescimento da demanda de mercado em outros setores (equação 17). Nessa seqüência, tem-se um círculo virtuoso, ou vicioso, *a la* Kaldor-Verdoorn, em cada indústria cuja direção e intensidade irão depender dos encadeamentos industriais (matrizes A e \hat{C}). A trajetória de y será um produto emergente das interações entre efeitos de *feedback* e de encadeamentos setoriais³⁸. A não linearidade do modelo impede que se faça uma análise do tipo estático-comparativa. A natureza *open-ended* do modelo é condizente com as propriedades dos modelos evolucionários de dinâmica industrial. Mas, no presente caso, dá-se ênfase aos efeitos de encadeamento ou de composição que podem mudar a trajetória de crescimento das indústrias e afetar a própria evolução tecnológica de cada uma delas.

Como é bem sabido, modelos com essas características requerem exercícios de simulação para que possam produzir inferências teóricas e normativas mais relevantes. Não é propósito deste artigo a realização de tais exercícios. Será feito aqui apenas uma análise menos aprofundada dos fundamentos normativos e empíricos do modelo aqui proposto, mas que seja suficiente para estabelecer parâmetros de comparação entre os modelos unissetoriais de economias fechadas e multissetorias em economias abertas.

Os modelos evolucionários foram desenvolvidos para preencher a lacuna deixada pela teoria *mainstream* (especialmente a neoclássica) sobre a natureza e os determinantes do progresso técnico; variável considerada a peça chave para a compreensão do crescimento econômico. Sem um estudo exaustivo dos fatores que impulsionam o progresso técnico, torna-se impossível compreender “por que as taxas de crescimento dos países diferem”. Os conceitos de paradigma tecnológico, trajetória tecnológica, regime tecnológico e sistema nacional de inovação, tornaram-se os elementos chaves dos estudos evolucionários do crescimento econômico. Do ponto de vista dos fundamentos

³⁸ Tradicionalmente, os modelos do tipo Kaldor-Verdoorn tem como um dos seus fundamentos a “lei” de Verdoorn e outras hipóteses que os tornam mais adequadas para uso de análises do tipo estático-comparativas. Por isso, esses modelos preservam o conceito de taxas de crescimento de equilíbrio. Crê-se que esse procedimento torna os modelos de crescimento econômico mais adequados à realidade, pois nenhum país apresenta uma tendência infinita de expansão ou contração de suas taxas de crescimento. Nesse artigo, abstrairamos dessa questão, pois o modelo aqui apresentado não permite que se façam inferências sobre a trajetória de crescimento sem o exercício da simulação.

normativos da teoria evolucionária, existe uma questão crucial, a qual, no entanto, não tem recebido a devida atenção. Por definição (modelos *open-ended*), assume-se que existem mecanismos de *feedback* (causação circular) entre as variáveis do modelo, o que, dinamicamente, pode amplificar os efeitos de pequenas mudanças que aleatoriamente (eventos *históricos*) interferem no processo de mudança tecnológica. Com isso, fica subentendida a idéia de que as diferenças nas taxas de crescimento entre as economias nacionais é uma “fatalidade” (erros ou acertos das estratégias tecnológicas das firmas e dos governos). A formulação do conceito de “Sistema Nacional de Inovação” decorre dessa idéia de que é possível buscar fundamentos normativos a partir de estudos comparados. As diferenças institucionais entre os países latino americanos e os países asiáticos, que lograram altas taxas de crescimento econômico, tornaram-se uma prova incontestável sobre a importância das instituições na determinação do progresso técnico.

No modelo sugerido por Cohen e Levinthal (*op. cit.*), a variável T é uma *proxi* que quantifica e agrega os elementos institucionais que supostamente afetam as decisões de investimento em P&D das firmas. Em sintonia com a maioria dos estudos evolucionários, essa variável é supostamente pré-determinada (ou exógena). No entanto, o tamanho do mercado é também uma variável de suma importância na determinação desses investimentos. Isso quer dizer que as mudanças institucionais não são uma condição *sine qua non* das mudanças tecnológicas. Certamente, nas economias relativamente menores as taxas de progresso técnico serão relativamente menos sensíveis às mudanças no ambiente institucional. Dentro da proposta teórica deste artigo, a ampliação do tamanho do mercado (variável q) pode ser considerada uma condição necessária e suficiente para acelerar a taxa de progresso técnico. Nessa perspectiva, a adoção de políticas de estímulo à demanda devem ser consideradas uma mudança institucional de suma importância para acelerar a acumulação tecnológica e aumentar a competitividade das indústrias. Portanto, transpor as barreiras que impedem a implementação desse tipo de política representa uma peça chave para desencadear o processo de *catching up*. Como é bem sabido, alguma política de incentivo à demanda (compras governamentais, protecionismo, redistribuição de renda e subsídios às exportações) foi implementada nos países de industrialização tardia que lograram êxito no processo de *catching up*. Mas, por conta das especificidades estruturais e tecnológicas da produção setorial de cada país, as políticas industriais e tecnológicas bem sucedidas não podem ser replicadas para outros países.

Essas especificidades estruturais e tecnológicas implicam necessariamente a diversidade de políticas de incentivo à acumulação tecnológica. Tal fato minimiza a importância dos fundamentos normativos extraídos dos estudos comparativos. Em outros termos, não se deve buscar proposições gerais a partir dos estudos comparativos. Pelo contrário, as proposições de política industrial e

tecnológica não podem prescindir de estudos minuciosos da evolução das estruturas de encadeamento industrial e das particularidades tecnológicas setoriais de cada país, quando se quer promover o crescimento econômico. No Brasil, por exemplo, sabe-se que os setores *high tech* (dentro dos padrões brasileiros) são altamente dependentes de insumos importados (alto coeficiente de importação). Sendo assim, caso esses setores sejam priorizados em termos de incentivo às exportações e/ou consumo interno, seus ganhos de competitividade não irão se traduzir na aceleração das taxas de crescimento da economia (o impacto do crescimento de cada setor sobre os demais setores pode ser analisado a partir da equação 17).

As proposições normativas que podem ser extraídas do modelo proposto neste artigo são as seguintes: a) identificar os setores mais importantes em termos de encadeamento industrial (pode-se utilizar o conceito de setor *estratégico*, há muito esquecido entre os economistas); b) estimar o volume de venda do mercado doméstico do país (variável q) e das nações que lideram o avanço tecnológico nesses setores; c) avaliar a distância tecnológica ou *lag* tecnológico desses setores em relação aos países líderes; d) verificar se o *market share* tem possibilidade de ser expandido significativamente; e) priorizar as políticas de incentivo à demanda, tal como as compras governamentais e subsídios do consumo (aumento da variável q). Usando novamente o caso brasileiro como ilustração: as indústrias tradicionais são as que apresentam os maiores índices de encadeamento industrial, são as que possuem um menor *lag* tecnológico e cuja participação no comércio mundial é muito pequena; então, o governo deveria priorizar os programas que propiciam a expansão do mercado interno dos bens produzidos nesses setores caso esse mercado seja relativamente menor quando comparado com o mercado doméstico das nações líderes. Para os setores que não satisfazem essa última condição, o governo deve investir em ciências e tecnologia visando criar oportunidades tecnológica (aumento da variável T) para esses setores. Ainda dentro dessas proposições, cabe lembrar que a busca do *catching up* é um processo evolutivo. Com a expansão da economia, os coeficientes tecnológicos, a composição da demanda e a participação no comércio mundial vão se modificando, o que exige avaliações e modificações constantes nas políticas industriais e tecnológicas.

5) Conclusões

Uma análise das características do modelo acima mostra que o mesmo firma-se em um arcabouço teórico cujas hipóteses não são objeto de controvérsias muito sérias dentro do pensamento heterodoxo. Surpreendentemente, esse modelo traz à tona formas inéditas de se abordar os fundamentos normativos da teoria evolucionária e sugere uma nova linha de pesquisa para os

estudos empíricos da dinâmica industrial. De imediato, o modelo põe em cena a tese em favor das políticas verticais, que priorizam os investimento em P&D e o crescimento da demanda de mercado a nível setorial, especialmente em relação aos setores que apresentam um fraco desempenho no comércio mundial e com fortes encadeamento dentro da economia. Dentro desse enfoque normativo, caberia ao governo implementar políticas baseadas na tese de que o crescimento industrial é um dos pilares centrais para a aumentar os níveis de competitividade industrial. O estímulo aos investimentos em P&D é um fator importante para o aumento da competitividade. Porém, deve-se reconhecer que os investimento públicos em ciências e tecnologia, dirigidos para a solução de problemas técnicos e/ou a criação de oportunidades tecnológicas nos setores tidos como prioritários, serão mais eficientes quando combinados com os programas de compras governamentais que estimulam as demandas de mercado desses setores, principalmente nos casos em que essas demandas apresentam-se estagnadas ou em declínio. Por outro lado, tais políticas estão vinculadas à expansão dos gastos públicos, os quais representam um dos componentes do consumo final no mercado doméstico.

No modelo proposto neste artigo, o consumo final é uma variável endógena, pois está submetido ao ajustamento externo, então, pode-se afirmar que as possibilidades de implementação das políticas industriais e tecnológicas, afinadas com as proposições deste artigo, dependem do desempenho das contas públicas, o qual, por sua vez, é condicionado pelo crescimento da economia. Em outros termos, o modelo sugere que o montante de recursos públicos, usado na implementação das políticas industriais e tecnológicas que necessitam do financiamento público, é uma variável endógena, pois depende do crescimento da economia. Tal hipótese sugere que o investimento público não pode ser encarado como uma variável estritamente exógena nos modelos que analisam o papel do setor público nos programas de financiamento do desenvolvimento tecnológico.

No que diz respeito aos estudos empíricos, as conclusões deste artigo apontam para a necessidade de um redirecionamento das análises empíricas sobre os determinantes da competitividade industrial e do *catching up*. Não restam dúvidas de que as políticas públicas exercem um papel fundamental no ritmo e no direcionamento da mudanças tecnológicas. Porém, em vista das conclusões acima, é necessário levar em conta o ritmo de crescimento da produção industrial em cada setor, o qual desempenha papel mais importante que as políticas públicas. Por sinal, é possível que o montante de recursos alocados para a implementação dessas políticas seja reflexo do crescimento da produção industrial. Possivelmente, a produção industrial e as políticas públicas nos países de industrialização tardia e que lograram êxito no *catching up* foram

“alavancadas” em algum momento de sua história, dando início a um círculo virtuoso *a la* Kaldor-Verdoon, mantendo-os em tais posições. Essa é a questão chave que precisa ser analisada nos estudos empíricos evolucionários: afinal, qual foi o fator ou conjunto de fatores que deu o impulso inicial e sustentaram o aumento da produção e da competitividade industrial nesses países? Foi obra do acaso (acerto inesperado das estratégias tecnológicas das firmas e do governo) ou do planejamento minucioso – onde se levou em conta as características estruturais e tecnológica da produção setorial e de suas tendências evolutivas em cada um desses países – que aumentou as probabilidades de sucesso dos programas de incentivo à competitividade industrial em um cenário de restrição orçamentária?

6) Referências bibliográficas

- Alchian, A. A. (1950). Uncertainty, evolution and economics theory. *Journal of Political Economy*, v. 58, pp. 211-239.
- Bell, M. and Pavitt, K. (1993). Technological accumulation and industrial growth: contrasts between development and developing countries. *Industrial and Corporate Change*, n. 2, v.2, pp. 157-210.
- Chiaromonte, F; Dosi, G. (1993). The micro foundations of competitiveness and their macroeconomic implications. In Foray, D and Freeman, C. (1993). *Technology na the wealth of nations. The dynamics of constructed advantage*, pp. 107-134.
- Chiaromonte, F., Dosi, G., Orsenigo, L. (1993). Innovative learning and institutions in the process of development: on the microfoundation of growth regimes. In: Thomson, R. (1993). *Learning and Technological Change*. New York: St. Martin's Press, pp. 117-149.
- Cohen, W. & Levinthal, D. (1989). Innovation and Learning: two faces of R&D. *The Economic Journal*, n. 99, set, pp. 569-596.
- Dosi, G. (1988). Sources, procedures and microeconomic effects of innovation. *Journal of Economic Literature*, n. 26, set, pp. 1120-1171.
- _____. (1991). The research on innovation diffusion: na assessment. In Nakicenovic, N. e Grübler, A. *Diffusion of Technologies and Social Behaviour*. Berlim: Springer-Verlag.
- Dosi, G., Malerba, F., Orsenigo, L. (1998). Evolutionary regimes and industrial dynamics. In: Magnusson, L. (1998). *Evolutionary and Neo-schumpeterian Approaches to Economics*. London: Kluwer Academic Publishers.
- Dosi, G., Pavitt, K., Soete, L. (1988). *The Economics of Technical Change and International Trade*. Brighton: Wheatsheaf.
- Haguenauer, L. (1989). *Competitividade: conceitos e medidas. uma resenha da bibliografia recente, com ênfase no caso Brasileiro*. IE/UFRJ. Texto para Discussão, nº 211.
- Freeman, C. & Soete, L. (1997). *The Economics of Industrial Innovation*. Cambridge, Massachuttes: MIT Press. 3ª ed.
- Hall, P. (1994). *Innovations, Economics and Evolution. Theoretical Perspectives and Changing Technology in Economic Systems*. New York: Harvester Wheatsheaf.
- Hicks, J. (1950). *A Contribution to the Theory of Trade Cycle*. Oxford: Oxford University Press.
- Kaldor, N. (1970). The case for regional policies. *Scottish Journal of Political Economy*, vol. 27, n. 3. November. Reimpresso Kaldor, N. (1978). *Further Essays on Economic Theory*. New York: Holmes & Meier Publishers.

Kupfer, D. (1996). *Uma abordagem neo-Schumpeteriana da competitividade*. Ensaios FEE. (17) 1. Porto Alegre.

Leon-Ledesma (2002), Accumulation, innovation and catching-up: an extended cumulative growth model, *Cambridge Journal of Economics*, n. 2, v. 26, pp. 201-216.

Lazonick, W. (1993). Learning and the dynamics of international and competitive advantage. In Thomson, R. (1993). *Learning and Technological Change*. New York: St. Martins Press, pp. 172-197.

Leontief, W. and Duchin, F. (1986). *The Future Impact of Automation on Workers*. New York: Oxford University Press.

McCombie, J. S. L. And Thirlwall, A. P. (1994). *Economic Growth and the Balance-of-payments Constraint*. New York: St. Martin's Press.

Malerba, F., Orsenigo, L. (1993). Technological regimes and firms behaviour. *Industrial and Corporate Change*, n. 1, v. 2, pp. 45-71.

Metcalf, S. (1995). The economic foundations of technology policy: equilibrium and evolutionary perspectives. In Stoneman, P (ed.). *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*. Oxford: Blackwed, pp. 409-511.

Metcalfe, S., Fonseca, M. G. & Ramlogan, R. (2002). Innovation, competition and growth: evolving complexity or complex evolution. *Revista Brasileira de Inovação*, n. 1, jan/jun, pp.85-121.

Nelson, R and Winter, S. G. (1982). *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge, Massachussetts: Harvard University.

OCDE (1981). The Measurement of Scientific and Technical Activities: Proposed Standard Practical for Surveys of Research and Experimental Development. Paris: OCDE.

Pavitt, K. (1984) Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and theory. *Research Policy*, n. 13, pp. 343-373.

Possas, M. (1987). *Dinâmica da Economia Capitalista: uma abordagem teórica*. São Paulo: Brasiliense.

_____ (1996). Competitividade: fatores sistêmicos e política industrial. Implicações para o Brasil. In Castro, A.B (org). *Estratégias Empresariais na Indústria Brasileira: discutindo mudanças*. Rio de Janeiro: Forense Universitária, pp. 71-109.

Simon, H. (1979). From substantive to procedural rationality. In Hahn, F. And Hollis, M. (1979). *Philosophy and economic theory*. Oxford Readings in Philosophy. Oxford: Oxford University Press, pp. 65-86.

Teece, D. e Pisano, G. (1994). The dynamics capabilities of the firm: an introduction. *Industrial and Corporate Change*, n. 3, v. 3, pp. 537-556.

Thirlwall, A. P. (1979). The balance of payments constraint as an explanation of international growth rate differences. *Banca Nazionale del Lavoro Quarterly Review*, n. 128, march, pp. 45-53.

Teece, D., Rumelt, R., Dosi, G., Winter, S. (1994). Understanding corporate coherence: theory and evidence. *Journal of Economic Behaviour e Organization*, n. 23, pp. 264-293.

Verspagen, B. (2002). Evolutionary macroeconomics: a synthesis between neo-Schumpeterian and pos-Keynesian lines of thought. *The Journal of Evolutionary Modeling and Economic Dynamics*, n. 1007, <http://www.e-jemed.org/1007/index.php>.