

ANÁLISE DAS INTERAÇÕES ENTRE INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS, COMPETITIVIDADE INDUSTRIAL E CRESCIMENTO ECONÔMICO: UMA ABORDAGEM KALDORIANA-EVOLUCIONÁRIA

1) Introdução

Mudança tecnológica e competitividade industrial são dois conceitos fundamentais que integram os modelos evolucionários e kaldorianos de crescimento para economias abertas¹. Em ambos os modelos são incorporados os efeitos interativos ou a causação circular entre crescimento industrial, inovações tecnológicas e competitividade das exportações. O princípio da demanda efetiva é outro elemento comum entre os dois modelos. Ambos compartilham a afinidade com as abordagens das vantagens construídas ou das capacitações. Enquanto alguns aspectos fundamentais da mudança tecnológica e da competitividade industrial compõem o objeto de análise da abordagem evolucionária, o tratamento mais consistente dos aspectos macroeconômicos das economias abertas é um dos méritos da abordagem kaldoriana.

Com tantas similaridades e complementaridades, fica claro que a integração dessas abordagens representa uma linha de pesquisa mais condizente com a realidade das economias para as quais não se pode negligenciar o papel dinamizador do comércio exterior. Obviamente, essa integração aumenta o grau de complexidade dos modelos de crescimento econômico, os quais deverão tratar simultaneamente da diversidade microeconômica, da causalidade circular e da composição macroeconômica. Por conta dessa complexidade, esses modelos deverão ser do tipo multissetorial, contemplando as conexões intersetoriais que definirão os parâmetros e as interações micro-macroeconômicos do modelo.

Este artigo decorre do esforço de uma pesquisa teórica que tem por objetivo integrar as abordagens evolucionárias e kaldorianas para analisar as relações de causalidade entre inovações tecnológicas, competitividade industrial e crescimento econômico. No presente momento, esse esforço está voltado para o desenvolvimento de um modelo teórico com o qual se pretende analisar os fundamentos normativos das políticas industriais e tecnológicas de promoção do crescimento econômico via comércio exterior. Em vista das complexas relações de determinação que emergem de uma abordagem em que são contempladas a diversidade setorial e a causalidade circular (*feedback loop*) entre as variáveis micro e macroeconômicas, as inferências empíricas desse modelo requerem uma estrutura de modelagem apropriada à

¹ Esses modelos foram elaborados a partir da hipótese de que as exportações representam o elemento dinamizador da atividade econômica, seja do ponto de vista da demanda efetiva ou da restrição externa. As referências básicas encontram-se em MacCombie e Thirlwall (1994) e Dosi *et al.* (1990).

realização dos exercícios e testes de simulação. Contudo, no estágio atual desta pesquisa, ainda não foi possível a realização desses exercícios.

Na ausência de estudos empíricos, todos as seções deste artigo apresentam análises de natureza teórica. A primeira seção é dedicada às análises dos conceitos de competitividade e de inovação. O propósito dessas análises é delimitar o campo da pesquisa em torno das teorias das vantagens construídas ou das capacitações, as quais enfatizam a importância do comércio intra-industrial e o papel das inovações tecnológicas na competitividade externa. Em seguida, faz-se uma análise de um modelo teórico sobre os determinantes dos investimentos em P&D. Supõe-se que esses investimentos representam a principal fonte de aprendizagem geradora dos novos conhecimentos que nutrem a atividade inovativa das firmas. Por meio desse modelo são analisados os fatores específicos da firma, específicos da tecnologia e específicos da indústria, os quais condicionam a atividade inovativa das firmas. Conforme sugere esse modelo, esses fatores criam diferenças interindustriais em termos do papel da inovação na determinação da competitividade industrial. Na última seção faz-se uma análise de um modelo teórico que sintetiza as abordagens evolucionárias e kaldorianas, no qual são contempladas a diversidade industrial em termos de padrões de mudança tecnológica e de competitividade, a interdependência industrial e o papel da restrição externa na determinação do crescimento econômico.

Uma conclusão fundamental extraída desse modelo é que as políticas macroeconômicas, industriais e tecnológicas devem fazer parte de um corpo único de política econômica, devido à forte interdependência entre as estâncias micro e macroeconômicas. O modelo mostra claramente que mudança tecnológica e crescimento econômico são partes inseparáveis do processo de evolução econômica de cada país.

2) Inovação e competitividade nas abordagens evolucionárias e kaldorianas

O que é indústria competitiva? Segundo Haguenauer (1989), é contraproducente buscar na literatura econômica um consenso em torno dessa definição. Um exame do conceito de competitividade industrial proposto por diversos autores expõe a complexidade do tema, revelando o quanto é desafiadora a tarefa de encontrar uma definição genérica de competitividade que seja compatível com os aspectos que cada autor considera relevante para o entendimento das fontes e da medida das vantagens competitivas. Essa diversidade em torno do conceito de competitividade é algo inevitável quando os autores estão buscando uma definição que melhor se adequa aos propósitos de suas pesquisas.

No caso deste artigo, cujo propósito é a apresentação de um modelo teórico construído a partir de abordagens heterodoxas do comércio exterior, torna-se inevitável a busca de uma definição coerente com a teoria das vantagens construídas, a qual pressupõe o comércio intra-industrial, cujos participantes disputam suas quotas oferecendo vantagens de preço e/ou qualidade, provocando, inevitavelmente, a formação de grupos de ganhadores e de perdedores no comércio exterior. No mais, essa definição deve envolver aspectos estruturais, isto é, um critério *ex ante* de medida da competitividade, sem perder de vista os indicadores *ex post* associados a esses aspectos.

Uma definição mais genérica possível e que pode ser compatibilizada com os propósitos deste artigo foi sugerida por Haguenauer (1989, p. 23):

...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.

A partir dessa citação, 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 recursos². 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 sua indústria do petróleo).

Nota-se que na definição sugerida por Haguenauer está subentendida a hipótese de que as capacidades tecnológicas ou competências inovativas são um entre 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, p.8):

² Nessa definição fica claro o caráter estrutural dos fatores que asseguram as vantagens competitivas. Políticas cambiais, tributárias e protecionistas não deverão constituir o elenco desses fatores.

...a capacidade da empresa de formular e implementar estratégias competitivas³, que lhe permitam ampliar ou conservar, de forma duradoura, uma posição sustentável no mercado.

Essas definições sugerem, portanto, que no contexto da teoria das capacitações ou das vantagens construídas a medida *ex ante* da competitividade deve englobar, *a priori*, as capacitações tecnológicas e quaisquer outros fatores que possibilitem a criação de vantagens competitivas *duradouras*, como o acesso aos recursos naturais e mão-de-obra abundantes. O *market share*, por sua vez, deve ser enfatizado como a medida *ex post* da competitividade. O aumento ou declínio do *market share* de uma firma ou de uma indústria no mercado externo regional ou mundial, para um determinado período, indica que essa firma ou indústria apresentou *nesse período* algum tipo de vantagem em relação às suas rivais situadas em outros países⁴.

Do ponto de vista dos modelos kaldorianos de crescimento econômico liderado pelas exportações, essas vantagens são obtidas via aumento da escala de produção (lei de Verdoorn) e através da especialização na produção de produtos de alta tecnologia (*high-technology*), os quais ocupam as posições mais elevadas no *ranking* das elasticidades-renda das exportações. Os modelos evolucionários, pelo contrário, reconhecem a diversidade interindustrial dos padrões de mudança tecnológica e o caráter endógeno dessas elasticidades, pois, nesses modelos, é o ritmo da acumulação tecnológica (P&D e *learning by doing*) que comanda as mudanças no *market share*, refletindo sobre a elasticidade-renda das exportações de cada indústria.

As definições supracitadas mostram claramente que a premissa da diversificação industrial em termos dos fatores que asseguram as vantagens competitivas deve integrar os estudos da competitividade industrial. Nesse aspecto, a abordagem evolucionária é mais consistente com os “fatos estilizados” da competição externa. No entanto, vale lembrar que a premissa da diversidade trata basicamente da natureza do processo de adoção e difusão de

³ Segundo o autor, as estratégias competitivas incorporam, necessariamente, as estratégias relacionadas à adoção de novos produtos e processos, isto é, incluem, fundamentalmente, 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 Deve-se ressaltar que essa medida da competitividade é relevante para os modelos que analisam o papel da demanda na dinâmica econômica. Caso o nível de lucratividade seja utilizado como a medida da competitividade, não se deve empregar o *market share* como indicador do nível de competitividade, pois, *a priori*, não existe relação direta entre as mudanças do *market share* e a lucratividade.

tecnologias, pois nos modelos evolucionários a inovação constitui o elemento primordial do vetor de competitividade em todas as indústrias.

É bastante comum encontrar na literatura econômica análises ou taxonomias que ressaltam a importância de outros elementos que não as inovações tecnológicas (a exemplo dos diferenciais no preço relativo da mão-de-obra) como fatores determinantes da competitividade externa. Esse ponto necessita de um pouco mais de análise, para que sejam especificadas as condições em que as inovações podem ser consideradas a peça-chave da competitividade.

Ainda que aparentemente óbvia a sua importância, uma análise mais detalhada do conceito de inovação raramente integra os textos dedicados aos estudos da competitividade externa. Na maioria dos casos, adota-se (implícita ou explicitamente) o conceito sugerido por Schumpeter (1934), mas sem especificar as condições em que a introdução de novos produtos, novos processos ou um novo tipo de organização, “permite ampliar ou conservar, de forma duradoura, uma posição sustentável no mercado”. Não resta dúvida de que a inovação, nos termos concebidos por Schumpeter, é o elemento primordial das transformações industriais. Isso, contudo, não significa que as inovações sejam necessariamente o fator crucial na determinação das vantagens competitivas. A mudança tecnológica é uma característica que perpassa todos os setores produtivos, isto é, a inovação integra o *modus operantis* de qualquer indústria, mas assumir *a priori* que a inovação é o fator-chave para criação de vantagens competitivas é uma outra questão.

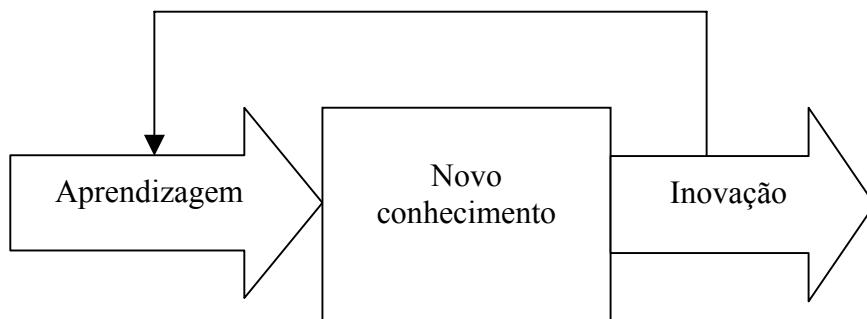
Em vista da importância que reveste o conceito de inovação para o estudo da competitividade, optou-se neste artigo pela formulação de uma definição compatível com os conceitos de competitividade nele apresentados.

De modo geral, a inovação é entendida como a adoção de uma *nova tecnologia* (produtiva ou organizacional), seja do ponto de vista da firma ou do mercado. Mas, o que significa nova tecnologia? A diferenciação de produto ou a adoção de uma técnica de otimização podem ser consideradas *inovações*? A idéia central deste artigo reside na concepção de que a tecnologia nada mais é do que o conhecimento ligado à solução de problemas técnico-econômicos da produção. Conforme sugere Dosi (1988), *tecnologia* pode ser definida como o conjunto formado pelas partes do conhecimento (teórico e prático), *know how*, experiências com tentativas e erros, métodos, procedimentos, além dos conhecimentos embutidos nas ferramentas de trabalho e equipamentos. Em outros termos, tecnologia é o produto da junção entre o conhecimento prático (*know how*, tentativas e erros, etc.) e o conhecimento abstrato (conhecimento teórico, métodos e procedimentos).

Por conta dessa definição, *nova tecnologia* significa a aquisição de um novo conhecimento ligado à solução dos problemas técnico-econômicos da produção. Do ponto de vista da noção de competitividade usada neste artigo, a adoção de uma nova tecnologia deve propiciar melhorias na relação benefício/custo dos bens e serviços para que se possam oferecer vantagens de preço e/ou de qualidade, condição primordial para uma sustentação duradoura da posição de mercado. Por outro lado, essa definição de tecnologia evidencia o papel da aprendizagem, a fonte de onde são extraídos os novos conhecimentos. As FIG. 1 e 2 esquematizam os *insights* teóricos deste artigo que servirão de base para as análises das conexões entre aprendizagem, novo conhecimento, inovação e competitividade.

A FIG. 1 mostra que a aprendizagem representa a fonte geradora de novos conhecimentos. Em tese, existem quatro fontes de aprendizagem: aprendizagem através da busca (pesquisa e desenvolvimento), aprendizagem através da produção de bens e serviços (*learning by doing*), aprendizagem através do uso de novos conhecimentos (tecnologia embutida nos bens e serviços de capital) e aprendizagem por meio da interação de conhecimentos (*learning by interaction*). A aquisição do novo conhecimento assegura a viabilidade cognitiva de uma nova tecnologia. A inovação, por sua vez, abre novas fronteiras para a aquisição do conhecimento, o que gera o efeito de *feedback* ilustrado na figura.

Figura 1



O padrão de mudança tecnológica sumariza o grau de importância de cada uma dessas fontes de aprendizagem, inclusive a do *feedback*. Alguns autores evolucionários adotam o conceito de *regime tecnológico* para captar os elementos essenciais do conhecimento que nutre a atividade inovativa em cada indústria (Winter, 1984; Malerba e Orsenigo, 1993, 1997; Dosi *et al.* 1998). As bases cognitivas do regime tecnológico são estabelecidas pelo *paradigma tecnológico* (Dosi, 1984, 1988), imperante em cada indústria. Isto é, dado o paradigma tecnológico, ficam estabelecidas as condições de oportunidade tecnológica, cumulatividade, apropriabilidade, complexidade e tacitividade dos novos

conhecimentos gerados pela aprendizagem e que nutrem o processo de inovação de cada indústria⁵ (Malerba e Orsenigo, 1993, 1997).

A FIG. 2 explicita uma possível interpretação do papel da inovação na criação das vantagens competitivas, que “permitem ampliar ou conservar uma posição de mercado”.

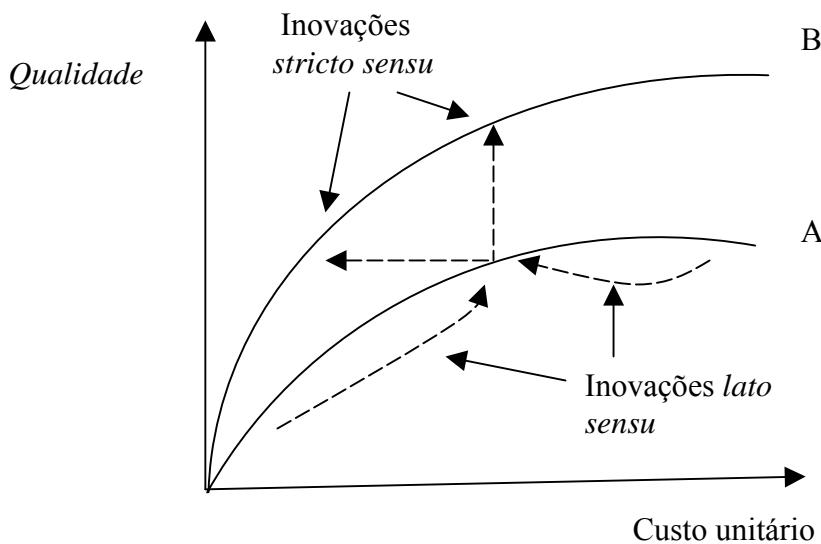
Em primeiro lugar, vale ressaltar que o termo *qualidade* refere-se às propriedades intrínsecas (características mensuráveis: peso, tamanho, dureza, etc.) e extrínseca (características subjetivas: marca, confiabilidade, etc.) dos bens e serviços. O aumento da qualidade está associado ao aumento da percepção dos benefícios ou do bem-estar gerado pela aquisição do produto. O custo unitário, por sua vez, trata-se do aspecto objetivo ligado à produção do bem ou serviço. As estratégias competitivas baseadas na inovação deverão buscar meios de alcançar maior percepção dos benefícios sem aumentar os custos unitários da produção ou, então, reduzir os custos de produção sem alterar a percepção de benefício gerado pelo produto⁶.

As linhas A e B, por sua vez, são representações ilustrativas dos *trade-offs* técnico-econômicos da produção. Elas mostram que o aumento da qualidade é acompanhado pelo aumento dos custos de produção. O deslocamento de A para B ilustra os movimentos de superação dos *trade-offs* da produção. Esse movimento foi conceituado de *trajetória tecnológica* por Dosi (1984, 1988) e definido como sendo os aperfeiçoamentos técnico-econômicos do *artefato* ou *exemplar* (a invenção ou a descoberta que define a gênese de cada indústria).

As inovações *lato sensu* comportam as mudanças ao longo da linha representativa dos *trade-offs* técnico-econômicos da produção (mais qualidade com maior custo) ou aumento da eficiência técnica (aumento da escala de produção ou melhorias no gerenciamento da produção). Nessa concepção, um novo produto ou novo processo decorrente da inovação *lato sensu* provém do estoque de conhecimento acumulado na firma, não exigindo, portanto, a aquisição de uma *nova tecnologia*. Visto que as inovações *lato sensu* são continuamente superadas pelas inovações *stricto sensu*, elas não “permitem ampliar ou conservar, de forma duradoura, uma posição sustentável no mercado”.

⁵ Essas características serão analisadas mais detalhadamente na próxima seção.

⁶ Essa concepção de competitividade revela uma limitação importante do uso do *market share* como um indicador da competitividade.

Figura 2

As inovações *stricto sensu* refletem a adoção de novas tecnologias, podendo criar vantagens competitivas para as firmas. Essas inovações aumentam a qualidade do produto sem a necessidade de aumento dos custos unitários, ou reduzem o custo unitário sem comprometer a qualidade do produto. Por definição, essas inovações estão associadas ao processo de aprendizagem, isto é, ao processo de aquisição de novos conhecimentos. Em algumas indústrias, esse processo é relativamente simples e facilmente obtidívele de fontes externas (outras firmas, instituições de ensino, de pesquisa, etc.), o que amplifica o potencial de imitabilidade das inovações. Em outros casos, o processo é altamente complexo e tácito, o que dificulta a imitação. Obviamente, nesse caso, a inovação torna-se uma arma poderosa da competição, porém o processo de aprendizagem envolve custos elevados em termos de aplicação de recursos ou de tempo de duração.

Do exposto, pode-se concluir que os modelos kaldorianos utilizam uma equação de competitividade que agrupa indústrias cujos processos de inovação são de natureza completamente distinta. A correlação entre o aumento da escala de produção e o aumento da produtividade é uma característica das indústrias em que a maior parte das inovações está associada à aquisição de bens e serviços de capital que incorporam novas tecnologias. Por sua vez, a produção de produtos de alta tecnologia, os quais, normalmente, apresentam altas elasticidades-renda, depende primordialmente dos investimentos em P&D. No lado oposto situam-se os modelos evolucionários, visto que estes não contemplam as indústrias onde as inovações apresentam alto grau de imitabilidade, o que as torna susceptíveis de possuírem outros fatores mais relevantes do que as inovações entre os seus determinantes da competitividade.

Fica evidente, portanto, a necessidade de um estudo mais pormenorizado sobre os condicionantes da competitividade. Para os propósitos deste artigo, é de crucial importância estabelecer um eixo teórico em que sejam analisadas as relações entre o crescimento da produção industrial e a atividade inovativa das firmas. A questão fundamental é definir um aparato teórico que possibilite a identificação dos fatores que interferem na relação entre crescimento, inovação e competitividade industrial. Esse desafio será objeto da próxima seção.

3) Interações entre crescimento industrial e desempenho inovativo

A hipótese de endogeneidade da inovação é um dos pilares dos modelos kaldorianos e evolucionários do crescimento liderado pelas exportações. Em ambos os modelos, as mudanças no nível da produção industrial ocupam uma posição central entre os determinantes da mudança tecnológica. Nos modelos kaldorianos, essa hipótese é sumarizada na “lei” de Verdoorn (MacCombie e Thirlwall, 1994). Nos modelos evolucionários, a relação entre o nível de produção e a atividade inovativa das firmas é assumida a partir da premissa do *learning by doing* e da observação empírica de que a relação P&D/faturamento bruto é relativamente estável em nível setorial.

Em princípio, é fácil estabelecer o elo entre essas duas interpretações, tendo em vista a premissa de que os ganhos de longo prazo da produtividade, decorrentes do crescimento da produção (“lei” de Verdoorn), são gerados pelas inovações processo, as quais podem advir do investimento em P&D, do *learning by doing* ou da tecnologia embutida nos bens e serviços de capital. Se, de fato, existir vinculação entre essas fontes de aprendizagem e o nível da produção industrial, então a correlação entre as taxas de crescimento de longo prazo da produção e da produtividade da mão-de-obra torna-se uma obviedade.

Quando se trata da questão da competitividade, essa ligação entre crescimento industrial e desempenho inovativo deixa de ser tão evidente. Em primeiro lugar, a influência do nível de produção sobre os gastos com P&D varia enormemente entre as indústrias (Cohen e Levinthal, 1989; Dosi *et al.*, 1994; Malerba e Orsenigo, 1993, 1997). Em segundo lugar, alguns autores evolucionários questionam o papel dessas fontes na determinação das vantagens competitivas. De acordo com Bell e Pavitt (1993) e Lazonick (1993), o processo de aprendizagem para adoção de novas tecnologias requer a aplicação de recursos (*non-costless*), destinados exclusivamente à produção de novos conhecimentos.

Nessa concepção mais crítica, o investimento em P&D torna-se o elemento nevrálgico do processo de aprendizagem que cria vantagens competitivas, especialmente quando se adota

uma concepção mais ampla desse investimento (P&D formal, informal e ocasional, conforme sugere o *Frascati Manual*, 2002).

Por conta desses questionamentos e da hipótese de causação circular entre o crescimento e a competitividade industrial contida nos modelos kaldorianos e evolucionários, impõe-se a necessidade de uma análise sobre os fatores condicionantes do investimento em P&D.

Vai muito além das possibilidades deste artigo uma análise mais exaustiva desses fatores para contemplar as diversas contribuições disponíveis no campo da teoria evolucionária. Limitou-se aqui a uma análise do modelo teórico sugerido por Cohen e Levinthal (1989). Nesse modelo podem ser destacados dois pontos de crucial importância para este artigo. Primeiramente, o modelo permite considerar as especificidades industriais (fatores específicos da firma, da tecnologia e da indústria). Além disso, o modelo sustenta a hipótese de endogeneidade dos gastos com P&D. Esse último aspecto será de crucial importância para a análise da relação entre crescimento industrial e desempenho inovativo.

As hipóteses do modelo de Cohen e Levinthal (1989) podem ser divididas em dois grupos: aquelas que envolvem elementos de natureza quantitativa, necessárias à solução formal do modelo; as qualitativas, relativas aos determinantes tecnológicos e comportamentais dos gastos em P&D. As hipóteses do primeiro grupo podem ser resumidas nos seguintes termos:

- i) A indústria é composta por n firmas ao longo do processo competitivo.
- 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 segue as regras propostas no modelo de Cournot.
- 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 (efeito esse parcialmente ou integralmente contrabalançado pelo *spillover*).

Nota-se que o modelo fundamenta-se na teoria dos jogos (P&D visto como estratégia), 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 al.*, 1998) não altera as regras de condutas das firmas. Esse cenário é típico das indústrias “maduras”, as quais são formadas por firmas cujo *aprendizado* evoluiu o suficiente para garantir as competências inovativas e a sustentabilidade de mercado destas, refletindo-se em uma estabilidade estrutural de longo prazo (estabilidade do número e do *market share* das firmas rivais que implementam estratégias inovativas baseadas no P&D)⁷.

A segunda e a quarta hipóteses são corolários do conceito de *indústria madura*. Uma das características desse tipo de indústria é o predomínio de inovações circunscritas ao núcleo de competências das firmas. Se as inovações tecnológicas apresentam baixo grau de incerteza, as firmas provavelmente terão alguma noção dos retornos obtidos com o investimento em P&D. Essa hipótese é reforçada pelas evidências de que a maior parcela desse gasto concentra-se no desenvolvimento (D) de produtos e/ou de processos, cujo grau de incerteza é, de fato, muito baixo diante das competências da firma. Por sua vez, o leque de oportunidades tecnológicas fica mais estreito à medida 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) as firmas que adotam estratégias tecnológicas associadas ao investimento em P&D não tiveram, ao longo de sua história, restrições financeiras para execução desse investimento; 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 suas rivais; c) as firmas admitem dificuldades crescentes nos seus esforços inovativos, sendo plausível admitir que elas acreditam que os gastos de P&D e os lucros obtidos não crescem na mesma proporção⁸.

Em termos qualitativos (segundo a abordagem evolucionária), o modelo adota a hipótese de que o investimento em P&D representa não somente a principal fonte interna de aquisição

⁷ A diversidade em termos de estratégias tecnológicas é um fato estilizado da evolução industrial. O modelo de Cohen e Levinthal (1989) focaliza somente as firmas que adotam estratégias associadas ao gasto com P&D. Tais firmas compõem o núcleo dinâmico da indústria em termos de criação e adoção de tecnologias. As demais firmas podem sobreviver através das estratégias de imitação ou quaisquer outros fatores específicos a essas firmas. Porém, a probabilidade de crescimento sustentado dessas firmas é inversamente proporcional à complexidade da *base de conhecimento* (Dosi, 1988; Malerba e Orsenigo, 1993). Com o aumento dessa complexidade, fica comprometida a sobrevivência dessas firmas.

⁸ A hipótese de rendimentos decrescentes nas atividades de P&D 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 inovações 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 al.*, 1993). Quer dizer, quanto maior o gasto de P&D cumulativo, maior a história de sucesso da firma.

de conhecimento, como também a fonte geradora de capacidades para absorção do conhecimento externo. Nesse aspecto, supõe-se 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 se apropriarem completamente desses conhecimentos, pelas oportunidades tecnológicas geradas pelos laboratórios públicos, pelas universidades e pelos fornecedores de insumos e de bens de capital (Cohen e Levinthal, *op. cit.*, p. 571).

Para os propósitos desta pesquisa, 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 (indicado pelo valor das vendas) é um parâmetro que pode influenciar as decisões de gastos com P&D. 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 o acréscimo nos lucros em função da aquisição de um novo conhecimento é condicionado pelo *tamanho* do mercado (que pode ser medido através do valor das vendas). Obviamente, para um mesmo montante de gastos com P&D, o impacto desses gastos 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 o tamanho do mercado e o acréscimo esperado nos lucros é estabelecida através de uma *função potência*, na qual pode-se expressar a hipótese de rendimentos decrescentes dos gastos com P&D.

Todo esse conjunto de hipóteses pode ser traduzido em um sistema de equações do qual deriva-se a solução do modelo, tal como:

$$\pi_k = \Pi(z_k) = Az^{\alpha_k}; \quad 0 < \alpha_k < 1 \quad (1)$$

$$A = A(q); \quad A_q > 0 \quad (2)$$

$$z_k = M_k + \gamma_k(\theta \Sigma M_j + T); \quad j \neq k \quad (3)$$

$$\gamma_k = \varphi(M_k, \beta) \quad (4)$$

em que:

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*⁹ que é necessária para a implementação das mudanças tecnológicas;

M_j = investimentos em P&D realizados pelas firmas rivais, sendo $j \neq k$; e

q = valor das vendas no mercado doméstico¹⁰.

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

$$R = \Pi_{z_k}^k [1 + \gamma_M^k (\theta \Sigma M_j + T)] + \theta \Sigma \gamma_j \Pi_{z_j}^k \quad (5)$$

em que:

R = lucro adicional decorrente do aumento de uma unidade nos gastos com P&D (o subscrito z e M representam a primeira derivada de π_k em relação a z_k e M_k); e $\theta \Sigma \gamma_j \Pi_{z_j}^k$ = parcela dos lucros transferida para as firmas rivais devido ao aumento de uma unidade em M_k (lembrando que $\Pi_{z_j}^k < 0$ por conta do *spillover*).

Supondo que o acréscimo marginal nos lucros decresce com o aumento dos gastos com 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 5.

A endogeneização dos gastos com P&D permite analisar os efeitos das facilidades de aprendizagem (β), dos *spillover* (θ) e das oportunidades tecnológicas gerados fora da indústria (T)¹¹ sobre os gastos de P&D. Assim, a equação determinante de R terá como parâmetros as variáveis q , β , θ e T .

⁹ Cf. Dosi (1988).

¹⁰ Nesta pesquisa, supõe-se que a maior parcela da produção setorial é destinada ao mercado interno. Esta é uma suposição plausível, porém seu uso visa a simplificação do modelo. O ideal, no entanto, seria desenvolver estudos empíricos para verificar em que medida esse pressuposto pode comprometer a consistência do modelo diante dos fatos observados.

¹¹ 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) prevalecente em cada indústria. Portanto, esses valores podem diferir entre as indústrias, como também ao longo do tempo

Em termos genéricos, a solução de equilíbrio do sistema pode ser definida a partir da seguinte equação:

$$M_k^* = \Gamma^k(q, \theta, \beta, T) \quad (6)$$

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

A equação 6 evidencia os fatores que condicionam o investimento em P&D em nível da firma e da indústria, sendo derivada de uma combinação de hipóteses de natureza quantitativa (apoiadas na teoria dos jogos) e qualitativa (apoiadas nos conceitos de indústria madura e de regime tecnológico). Os fatores específico da firma (*firm-specific*), específico da tecnologia (*technology-specific*) e específico da indústria (*industry-specific*) estão explicitados no modelo, ainda que de modo formal e restrito. Os fatores específicos da firma foram captados pelos parâmetros α_k e γ_k . Os fatores específicos da tecnologia foram captados pelos parâmetros β , θ e q . Finalmente, os específicos da indústria estão expressos nos parâmetros T e A . É interessante notar que as mudanças nos parâmetros β , θ e T , *ceteris paribus*, podem alterar a relação P&D/vendas.

Para os propósitos desta pesquisa, na qual se pretende analisar os efeitos interativos entre crescimento e desempenho inovativo, o parâmetro q torna-se o elemento-chave¹². O efeito de *feedback* ou de causação circular entre crescimento e atividade inovativa é uma consequência da presença desse elemento entre os determinantes do investimento em P&D.

4) Crescimento e competitividade: um modelo kaldoriano-evolucionário

A “causação circular e cumulativa” entre crescimento industrial e competitividade externa é a pedra angular dos modelos kaldorianos e evolucionários de crescimento liderado pelas exportações. Levando em conta o modelo teórico analisado na seção anterior, tem-se a hipótese de que o crescimento da produção industrial pode estimular a atividade inovativa, seja no campo das inovações de processo ou de produto, dependendo dos valores de β , θ e T . Isso equivale ao pressuposto de que as elasticidades-renda e preço das exportações podem variar em função do nível da produção.

A diversidade industrial em termos de *regime tecnológico* indica que a indústria ou setor é o objeto a ser contemplado nas análises das interações entre crescimento e competitividade

(dependendo das características do *regime tecnológico*, como a cumulatividade e tacitividade do conhecimento tecnológico), por conta da evolução da tecnologia.

¹² É plausível a hipótese de que os demais elementos são estruturalmente determinados. Os valores de β , θ e T dependem do grau de oportunidade tecnológica, de cumulatividade e de tacitividade do conhecimento tecnológico, sendo determinados, portanto, pelo *regime tecnológico* de cada indústria. Esse regime é fruto do *paradigma tecnológico*, que molda as mudanças tecnológicas desde o nascimento da indústria.

industrial. Na abordagem evolucionária, o reconhecimento dessa diversidade setorial induziu a construção de modelos “multissetoriais”, isto é, modelos em que a composição e a dinâmica das variáveis macroeconômicas emergem das interações setoriais. O crescimento da demanda em cada indústria ou setor depende do crescimento da demanda agregada (interna e externa), a qual, por sua vez, depende do nível de produção de cada setor (interno e externo¹³), gerando com isso os efeitos de retroalimentação (*feedback loop*) entre as estâncias micro e macroeconômicas.

Por conta dessa causalidade circular, assumida explicitamente no modelo, tornou-se comum o uso da simulação como ferramenta de análise dos modelos evolucionários. Um outro aspecto comum desses modelos, compartilhado com os modelos kaldorianos, trata-se da abstração dos efeitos de encadeamento industrial (matriz de insumo-produto). Esse procedimento analítico segue a tradição deixada por Keynes (1973) e tem por base o argumento da simplificação. Segundo esse autor, a produção de bens e serviços finais é simplesmente uma parte constitutiva da produção de bens e serviços destinados à procura final¹⁴ (consumo, investimento, gastos do governo e exportações).

Neste artigo, optou-se por um modelo teórico que leva em consideração a interdependência setorial (matriz insumo-produto), motivada pela observação de que a análise e as implicações dos modelos de crescimento econômico multissetorial do tipo *Leontief* são qualitativamente distintas dos modelos keynesianos (Takayama, 1974). Nos modelos do tipo *Leontief*, os efeitos de composição por parte da demanda final e/ou dos coeficientes técnicos da produção produzem mudanças fundamentais nas trajetórias que o modelo gera para as variáveis macroeconômicas. Essa observação torna-se mais crítica em razão da causalidade circular (*feedback loop*) entre os componentes da demanda final e a produção setorial.

Visto que a abstração dos efeitos de encadeamento nos modelos multissetoriais cria uma lacuna importante na compreensão da dinâmica econômica decorrente das interações entre crescimento e competitividade industrial, tornou-se inevitável para os autores deste artigo a adoção de um modelo teórico do tipo insumo-produto para economias abertas. Nesse caso, optou-se pelo modelo sugerido por Verspagen (2002), o qual permite analisar as relações

¹³ Os modelos evolucionários de crescimento liderado pelas exportações focalizam o quadro hipotético do comércio entre duas nações (*Cf. Dosi et al. 1990 e Dosi e Fabiani, 1994*), o que gera os efeitos interativos entre a atividade interna e externa. Nos modelos kaldorianos é comum a adoção da hipótese de *economia pequena*, isto é, economia cuja atividade econômica e tecnológica não afeta o mercado mundial.

¹⁴ Keynes não adota abertamente essa hipótese. Para abstrair das transações intermediárias, Keynes desenvolve o conceito de “custo do usuário” (*user cost*) com o propósito de demonstrar que, *em nível máximo* de agregação do valor da produção, os gastos com a aquisição de matérias-primas em um determinado período igualam-se necessariamente ao valor da produção nesse período. Quer dizer, a diferença entre o valor da produção e os gastos com matérias-primas é apenas de natureza contábil.

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*)¹⁵. 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 acelerador¹⁶.
- d) A participação de cada indústria no consumo final é fixa.
- e) O consumo final representa uma variável de ajuste que assegura a igualdade entre o valor das importações e o das exportações, seguindo a “lei” de Thirlwall¹⁷.
- f) A evolução do *market share* das exportações e das importações de cada indústria obedece 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-keynesiana¹⁸ para explicar a dinâmica industrial em uma economia aberta, cujo produto nacional representa uma pequena parcela da renda mundial¹⁹. No presente artigo, acatou-se plenamente essa síntese sugerida pelo autor, pois considera-se fecunda a junção dessas duas abordagens quando o trabalho tem por objetivo desenvolver uma análise teórica de cunho heterodoxo das economias com *atraso tecnológico*,

¹⁵ O autor cita o trabalho de Leontief e Duchin (1986) como referência para a formulação do modelo multissetorial.

¹⁶ O modelo sugerido por Verspagen (*op. cit.*) emprega a seguinte formulação para o princípio do acelerador: $v = K^d/Y$; em que: 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 $\Delta K^d = I = v\Delta Y$, sendo I = investimento planejado. Portanto, $I_t = v(Y_t - Y_{t-1})$. Por definição, $Y_{t-1} = K_t/v$, o que gera $I = vY - K_t$. Tal formulação tem sido exaustivamente analisada em meio a muitas controvérsias (Possas, 1987). No presente trabalho, optou-se por uma formulação mais simples, também controvertida, mas que não afeta as conclusões finais do modelo. Nesse caso, adotou-se a seguinte formulação: $I = vY$ (*Cf. Hicks, 1950 e Kaldor, 1970*).

¹⁷ Essa hipótese comporta a versão simplificada e “restrita” dessa “lei”, a qual baseia-se no princípio de que ajustamento de longo prazo no balanço de pagamento fica por conta das mudanças no nível da produção interna.

¹⁸ O princípio de Fisher é um elemento universal da teoria evolucionária. Contudo, existem algumas inovações no modelo de Verspagen. Absolutamente, todos os modelos evolucionários de crescimento econômico – e boa parte dos modelos pós-keynesianos – apóiam-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, em que o componente autônomo da demanda agregada é representado pelas exportações, é uma proposta inédita dentro do pensamento evolucionário.

¹⁹ A proposta do autor é apresentar um *simulation model of the Dutch economy* (Verspagen, *op. cit.* Abstract), deixando entender que as mudanças no produto local não afetam a renda de outras economias.

a exemplo da economia brasileira. Contudo, visando uma melhor focalização sobre o tema deste artigo, achou-se conveniente introduzir no modelo uma equação dos determinantes da competitividade industrial.

Retomando então as formulações sugeridas pelo referido autor, tem-se o seguinte conjunto de equações:

$$Q = AQ + F + IN + X - M \quad (07)$$

em que:

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

A = matriz (nxn) dos coeficientes técnicos da produção;

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

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

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

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

Para 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 Thirlwall.
- 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 do *market share* das exportações de cada setor é determinado pelo princípio de Fisher (equação replicadora).
- d) O valor do *market share* das importações setoriais resulta da aplicação de um coeficiente fixo (específico do setor) sobre o valor da produção (Q) de cada setor.

A primeira hipótese tem papel crucial no modelo. Diferentemente dos modelos keynesianos clássicos, o multiplicador dos gastos é substituído por uma equação derivada da “lei” de Thirlwall²⁰, indicando que a dinâmica interna do sistema está submetida ao ajustamento das contas externas. Os determinantes dos gastos de consumo das famílias e do governo perdem seus componentes autônomos, acomodando-se à renda gerada a partir das

²⁰ Pela “lei” de Thirlwall $x = m$, em que x = taxa de crescimento de longo prazo das exportações e m = taxa de crescimento de longo prazo das importações. Neste artigo adota-se a versão simplificada, em que $X = M$, sendo X = valor agregado das exportações e M = valor agregado das importações.

atividades do setor externo (exportações líquidas). A segunda hipótese é tradicionalmente adotada nos modelos de ciclos econômicos inspirados na teoria keynesiana. Todavia, em função da “lei” de Thirlwall, o modelo aborta a dinâmica entre o princípio do multiplicador e o 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:

$$IN = S\hat{C}Q \quad (08)$$

$$M = \hat{A}Q \quad (09)$$

em que \hat{C} e \hat{A} são as matrizes diagonais ($n \times n$) dos coeficientes de capital e de importação²¹, respectivamente; e S representa a matriz ($n \times n$) que descreve as frações da demanda de bens de capital do setor i suprida pelo setor j .

Aplicando as equações (08) e (09) em (07) e isolando Q, tem-se:

$$Q = (I - A - S\hat{C} + \hat{A})^{-1}(F + X) \quad (10)$$

Para que se possam determinar os valores de F que satisfaçam a equação derivada da “lei” de Thirlwall, supõe-se que a participação de cada setor no valor da demanda de consumo seja fixa e exogeneamente determinada²². Então:

$$F = yP \quad (11)$$

em que: y = total de gastos de consumo; e P = matriz ($n \times 1$) da participação de cada setor em y .

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

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

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:

$$i(X - M) = i[X - \hat{A}(I - A - S\hat{C} + \hat{A})^{-1}(yP + X)] = 0 \quad (12)$$

em que: i = vetor identidade ($1 \times n$); e 0 = escalar de valor 0.

²¹ Tradicionalmente, os modelos heterodoxos de crescimento liderado pelas exportações 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 os das importações.

²² 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 $\hat{A}(I - A - S\hat{C} + \hat{A})^{-1}$ e reagrupando os termos de (12) para isolar y, obtém-se a equação que fornece a solução para o valor de y que assegura o equilíbrio do balanço do comércio exterior:

$$y^* = (iX - iLX)/iLP \quad (13)$$

Com essa equação, pode-se concluir que as exportações setoriais (componentes do vetor coluna X) desempenham 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 de crescimento econômico liderado pelas exportações. Parte dos autores que utilizam esses modelos investiga as interações entre a competitividade das exportações e o desempenho interno em nível agregado, dando enfoque à dinâmica das vantagens competitivas absolutas entre os países sem levar em conta as diversidades setoriais²³. No caso específico do modelo supracitado, a dinâmica da competitividade é analisada a partir da equação replicadora de cada indústria. Então, os determinantes das exportações podem ser analisados a partir do seguinte conjunto de equações:

$$X = \hat{W}B \quad (14)$$

em que: \hat{W} é a matriz diagonal ($n \times n$) do valor das exportações mundiais do setor i ; e B, a matriz ($n \times 1$) dos *market shares* – s_{ij} – do setor i do país j no total das exportações mundiais para o setor i .

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

$$\Delta s_t^{ij} = a(E_{ij}/\bar{E}_{ij} - 1).s_{t-1}^{ij} \quad (15)$$

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

em que:

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

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

\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 estes ocupam no *ranking* da competitividade internacional. Aqueles que ocupam posição mais vantajosa irão expandir suas exportações ou vice-versa. As posições prevalecentes irão

²³ Ver, por exemplo, Leon-Ledesma (2002)

determinar as mudanças do emprego e da produção em nível macroeconômico dentro de cada país.

Como tal, esse modelo ainda não oferece a explicação completa de sua dinâmica, pois lhe falta 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.

Nos modelos evolucionários e kaldorianos de crescimento liderado pelas exportações, a inovação aparece como um determinante fundamental da competitividade externa. O desempenho inovativo, por sua vez, resulta das mudanças no nível da produção, o que gera o efeito interativo ou a causalidade circular entre crescimento industrial e competitividade externa.

Na seção anterior, foi apresentado um modelo teórico que analisa os determinantes do desempenho inovativo das firmas. Nesse modelo ficou evidenciado o papel do *regime tecnológico* na determinação dos gastos com P&D. Em alguns casos, dependendo dos valores de β e θ , não haverá estímulos a esses investimentos, comprometendo a atividade inovativa dentro das firmas e, consequentemente, da indústria, o que anula a causalidade circular entre crescimento industrial, inovações tecnológicas e competitividade. Nesses casos, é plausível a hipótese de que outros fatores, que não as inovações, exercem influência sobre a competitividade industrial.

Para captar essa diversidade estrutural no modelo teórico, os setores que compõem o vetor das exportações (vetor coluna X) foram divididos em duas categorias: a) setores onde a inovação é a peça-chave da competição e que, portanto, podem sofrer ganhos e perdas de competitividade em função do nível de produção industrial e b) setores em cujos vetores de competitividade não ocorre a preponderância das inovações e que, por isso, não estão sujeitos a uma relação de causalidade entre o nível de competitividade e o de produção.

A partir do reconhecimento dessa diversidade estrutural, podem-se formular as seguintes equações para o nível de competitividade:

$$E_{t+1}^{ij} = \Omega^i(q_{ij}/q_i) \quad (16)$$

$$E_{t+1}^{lj} = \zeta^l(O_{lj}/O_l) \quad (17)$$

em que: q_i = tamanho médio do mercado em nível mundial do setor i ; e O_l = valores da média mundial das outras variáveis não vinculadas à inovação que afetam a competitividade externa (salários, câmbio, tarifas, etc.) do setor l .

A equação 16 é derivada da equação 6 na suposição de que β , θ e T são constantes, sendo o produto das hipóteses de que o investimento em P&D é o principal alicerce da atividade inovativa e que a inovação é a principal arma da competição. A equação 17 nada mais é do que o reconhecimento da existência de setores cujo regime tecnológico impede que a inovação seja vista como a fonte geradora de vantagens competitivas.

A análise das interações entre as equações 13, 14, 15 e 16 permite compreender a dinâmica do modelo. Supondo que a maior parcela da produção industrial é gerado pelos setores que compõem o grupo expresso na equação 16, então o crescimento autônomo da demanda em cada setor (captado pela variável q_i) aumenta o seu nível de competitividade (equação 16), fazendo expandir as exportações desses setores (equações 14 e 15), favorecendo também o crescimento da demanda de mercado em outros setores (equação 13). Nessa seqüência, tem-se um círculo virtuoso (ou vicioso) *a la Kaldor-Verdoorn* em cada indústria, cuja direção e intensidade irão depender dos valores de q_{ij}/q_i e O_{li}/O_l e 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 setoriais²⁴.

Caso haja participação mais significativa dos setores representados na equação 17, esse círculo virtuoso (ou vicioso) poderá ser revertido em função das mudanças exógenas observadas em O_{lj} , dependendo dos índices de encadeamento industrial.

Não é objetivo deste artigo implementar os exercícios de simulação para analisar as implicações desses cenários para a dinâmica econômica (esse é o próximo passo desta pesquisa). No momento, o interesse está focado nas implicações desse modelo para as políticas industriais e tecnológicas voltadas para o crescimento econômico.

Dentro da proposta teórica deste artigo, a ampliação do tamanho do mercado (variável q) pode ser considerada uma condição necessária para acelerar a taxa de progresso técnico em diversos setores. Nessa perspectiva, a adoção de políticas de estímulo à demanda deve ser considerada uma mudança institucional de suma importância para acelerar a acumulação tecnológica e aumentar a competitividade das indústrias cujo desempenho inovativo está vinculado ao desempenho da produção. Portanto, transpor as barreiras que impedem a implementação desse tipo de política representa uma peça-chave para desencadear o processo

²⁴ Tradicionalmente, os modelos do tipo Kaldor-Verdoorn têm como um dos seus fundamentos a “lei” de Verdoorn e outras hipóteses que os tornam mais adequados 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. Neste artigo, abstrairremos dessa questão, pois o modelo aqui apresentado não permite que se façam inferências sobre a trajetória de crescimento sem o exercício da simulação.

de *catching up* nos setores onde a inovação representa a principal fonte criadora de vantagens competitivas. Como é bem sabido, algum tipo de política de incentivo à demanda (compras governamentais, protecionismo, redistribuição de renda e subsídios às exportações) foi implementado 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 em outros países.

Essas especificidades estruturais e tecnológicas implicam necessariamente a diversidade de políticas de incentivo à acumulação tecnológica. Esse fato minimiza a importância dos fundamentos normativos extraídos dos estudos comparativos. Em outros termos, não se devem 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 (matrizes que compõem as equações 07-13) 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) e que os seus níveis de competitividade externa estão bem abaixo da média mundial. Assim, caso esses setores sejam priorizados em termos de incentivo às exportações e/ou consumo interno, será necessário grande esforço em termos de aplicação de recursos, com a possibilidade de que esse esforço não se traduza em aumento substancial da taxa de crescimento da economia (o impacto do crescimento de cada setor sobre os demais pode ser analisado a partir da equação 13).

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 pelos economistas) e analisar o *regime tecnológico* prevalecente em cada um desses setores; 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 e) priorizar as políticas de incentivo à demanda, como as compras governamentais e subsídios do consumo (aumento da variável q) nos setores em que a inovação aparece como elemento-chave da competitividade. Usando o caso brasileiro como ilustração: as indústrias tradicionais são as que apresentam os maiores índices de encadeamento industrial e as que possuem menor *lag* tecnológico, 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.

Os setores cuja competitividade depende de outros fatores que não as inovações tecnológicas (equação 17) e que não são considerados estratégicos em termos de encadeamento industrial deverão receber atenção especial por conta do ajustamento do balanço de pagamento. Setores de elevada participação no valor das importações e com *déficit* crônico deverão ser contemplados com políticas comerciais que incentivam as exportações (mudanças em O_{lj}) e desestimulam as importações (alterações nos valores dos elementos da matriz M).

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

Este artigo resulta de um esforço de pesquisa com o objetivo de integrar as abordagens kaldorianas e evolucionárias no que tange ao desenvolvimento de modelos de crescimento econômico aplicados aos estudos das economias abertas. Os pontos de convergência e de complementaridade entre essas abordagens atestam a possibilidade dessa integração.

No presente momento, limitou-se a uma análise dos fundamentos normativos das políticas industriais e tecnológicas que podem ser extraídos de um modelo teórico desenvolvido a partir de uma síntese entre essas duas abordagens. O elemento crucial desse modelo reside na aceitação do mecanismo de “causação circular e cumulativa” entre o crescimento econômico e a competitividade industrial. Nas análises teóricas sobre os determinantes do esforço inovativo das firmas, foi explorada a hipótese de que os investimentos em P&D são sensíveis ao tamanho do mercado nos setores em que o *regime tecnológico* é caracterizado pela cumulatividade e tacitividade do conhecimento tecnológico. Nesse caso, o crescimento da produção industrial estimula a atividade inovativa, a qual, por sua vez, se reflete no nível de competitividade dessas indústrias. Com essa elevação do nível de competitividade, melhora o desempenho externo dessas indústrias.

Para captar essas especificidades tecnológicas e o papel dos encadeamentos industriais sobre o mecanismo de causação circular entre a competitividade e o crescimento industrial, adotou-se um modelo multissetorial do tipo *Leontief aberto*, o qual gerou *insights* importantes

sobre os fundamentos normativos das políticas industriais e tecnológicas. Resumidamente, esses fundamentos podem ser descritos nos seguintes termos: a) políticas macroeconômicas, industriais e tecnológicas voltadas para o crescimento econômico devem fazer parte de um corpo único de política devido às fortes interações entre o âmbito micro e o macroeconômico; b) as políticas tecnológicas devem priorizar as especificidades tecnológicas de cada indústria, pois para um grupo de indústria a inovação é a peça-chave da competição externa, o que não é válido para outros tipos de indústrias; c) em função dos encadeamentos industriais, alguns setores devem ser priorizados em termos de incentivos tecnológicos; d) nos setores em que prevalece a competição via inovações tecnológicas (produto e/ou processo), devem-se priorizar as políticas de incentivo à demanda (compras governamentais, crédito ao consumo, redistribuição de renda, etc.); e e) não se devem buscar modelos de políticas industriais e tecnológicas que foram bem sucedidas em outros países, tendo em vista as especificidades estruturais de cada economia.

6) Referências

- Bell, M.; 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.
- Cohen, W.; Levinthal, D. (1989). Innovation and Learning: two faces of R&D. *The Economic Journal*, n. 99, set, pp. 569-596.
- Dosi, G. (1984). *Technical Change and Industrial transformation*. London: Macmillan.
- _____. (1988). Sources, procedures and microeconomic effects of innovation. *Journal of Economic Literature*, n. 26, set, pp. 1120-1171.
- Dosi, G.; Fabiani, S. (1994). Convergence and Divergence in the long term growth of open economy. In Silverberg, G. & Soete, L. (1994). *The economics of growth and technical change. Technologies, Nations, Agents*. Brookfield: Edward Elgar.
- Dosi, G.; Freeman, C.; Fabiani, S. (1994). The process of economic development: introducing some stylized facts and theories on technologies, firms and institutions. *Industrial and Corporate Change*, v. 3, n. 1, pp. 1-45.
- 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.
- Frascati Manual (2002). *Proposed Standard Practice for Surveys on Research and Experimental Development*: Paris: OCDE.
- Haguenauer, L. (1989). *Competitividade: conceitos e medidas. uma resenha da bibliografia recente, com ênfase no caso Brasileiro*. IE/UFRJ. Texto para Discussão, nº 211.
- 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.
- Keynes, J. M. (1973). The General Theory of Employment, Interest and Money. Cambridge: University Press, Macmillan.
- 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.; Duchin, F. (1986). *The Future Impact of Automation on Workers*. New York: Oxford University Press.
- McCombie, J. S. L.; 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.
- Nelson, R.; Winter, S. G. (1982). *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University
- Possas, M. (1987). *Dinâmica da Economia Capitalista: uma abordagem teórica*. São Paulo: Brasiliense.
- Schumpeter, J.A. (1934). *The Theory of Economic Development*. Cambridge: Harvard University
- Takayama, A. (1974). *Mathematical economics*. Illinois: Dryden Press
- 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.
- 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>.
- Winter, S. (1984). Schumpeterian competition in alternative technological regimes. *Journal of Economic Behavior and Organization*, v. 5, pp. 287-320.