

607

1199500468



JS

**FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS**

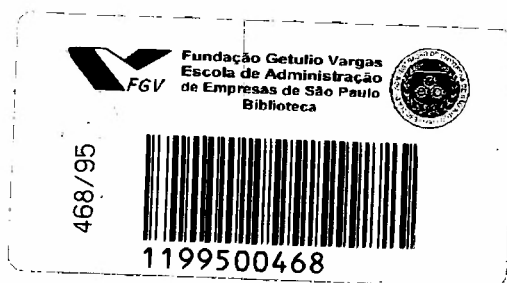
**ESCOLA DE ADMINISTRAÇÃO DE EMPRESAS DE SÃO PAULO**

NT

*Luís Felipe Lebert Cozac*

**PENSAMENTO NEO-SCHUMPETERIANO: FRONTEIRAS**

**natureza, incentivos e condições para a ocorrência de mudanças tecnológicas**



Dissertação apresentada ao Curso de Pós Graduação da FGV/EAESP, como requisito para obtenção de título de Mestre em Economia de Empresas.

Orientador: Prof. Dr. Domingos Zurrón Ocio

**SÃO PAULO**

**Setembro/1994**

# **INDICE**

**APRESENTAÇÃO, 3**

**OBJETIVO E ESTRUTURA DO TRABALHO, 6**

## **CAPÍTULO 1**

**-A METODOLOGIA DOS PROGRAMAS DE PESQUISA CIENTÍFICA, 8**

-a MPPC de Lakatos e seus elementos, 8

-a MPPC na história econômica, 11

## **CAPÍTULO 2**

**O PROGRAMA DE PESQUISA NEO-SCHUMPETERIANO - TÓPICOS, 15**

-Teoria Evolucionista da Empresa (Nelson & Winter), 15

-Paradigma Tecnológico e Padrões de Inovação: Trajetória Tecnológica (Dosi), 25

-Taxonomia Setorial (Pavitt), 30

-Os Diversos Tipos de Aprendizagem (Malerba), 34

## **CAPÍTULO 3**

**-CONCLUSÕES E SITUAÇÃO ATUAL DO PROGRAMA DE PESQUISA CIENTÍFICO NEO-SCHUMPETERIANO (ou tecnológico), 45**

**BIBLIOGRAFIA, 56**

## APRESENTAÇÃO

...what is uncreated, for it is entire, immovable and without end. It was not in the past nor shall it be, since it is now, all at once, continuous. *Parmenides (séc VI - séc V a.C.)*

Upon those that step into the same rivers different and different waters flows. All things are in process and nothing stays still. You could not step twice into the same river.  
*Heraclitus (544 - 480 a.C.)*

O tema condutor deste trabalho é o fenômeno da *inovação tecnológica*. Tal fenômeno é aqui entendido como *aplicação de novos conhecimentos por um entidade, com um êxito que comporte uma melhoria sensível de sua eficiência global* (Malerba e Orsenigo, 1990, pp 45)

A inovação, que não se pode determinar como resultado de uma mera intervenção racional, pode apresentar-se sob diversas formas; das mais óbvias e tradicionalmente consideradas e estudadas (novos processos e novos produtos), às novas soluções organizativas, ao uso de novos sistemas informativos e de apoio a decisões e às novas formas de distribuição comercial. O conceito de inovação estende-se também à adoção diferenciada de novos métodos na logística da relação técnico-comercial entre fornecedor e empresa, e à adoção de programas e processos como planejamento estratégico, reengenharia, qualidade total e novas técnicas de treinamento, avaliação de desempenho, e administração participativa.

A inovação se realiza com diferentes tipos de tecnologia, tem *caráter multi-dimensional*, e não está ligada somente a tecnologia da produção industrial, no seu sentido tradicional, mas a qualquer tipo de atividade que se desenvolva em uma empresa produtora ou utilizadora de bens ou de serviços.

Há outra característica da inovação que deve ser evidenciada: a *globalidade*. A aplicação de uma idéia inovadora requer de maneira cada vez mais explícita a participação de todas as funções empresariais. Mesmo que a idéia inovadora seja gerada em uma área específica da empresa, devido à interdependência entre elas e à respectiva ligação interfuncional através da tecnologia empregada, é necessário adequar todos os ambientes da empresa<sup>1</sup>.

---

1-O filão teórico a que corresponde esta visão é a chamada Teoria Evolucionista da Empresa, cujo trabalho de referência é Nelson e Winter (1982).

A globalidade da inovação significa que o problema inovativo está unificado no interior da empresa, e delimitado às condições do ambiente organizativo. Este ambiente pode ser mais ou menos capaz de resolver dinamicamente os eventuais desequilíbrios que podem surgir logo após a implementação de uma inovação pensada para desenvolver apenas uma parte da empresa. Multi-dimensionalidade e globalidade são duas características conectadas entre si: enquanto multi-dimensional, a inovação necessita de uma abordagem global, a fim de resgatar suas diversas dimensões.

O conceito de *difusão*, isto é, o processo de transferência gradual de uma inovação específica através de empresas diferentes daquela onde foi adotada inicialmente (Schumpeter, 1988), encontra sempre maiores dificuldades para ser analisado como uma fase claramente separável das fases de *produção da inovação* (pesquisa e desenvolvimento)<sup>2</sup> e de sua *utilização* (produtiva, comercial ou funcional). O fenômeno da difusão não deve ser considerado como substancialmente guiado por fatores exógenos, mas principalmente determinado pela capacidade específica e pela política de cada empresa em obter inovações.

Diversas são as elaborações teóricas que se preocuparam até agora com o conceito de inovação e com os possíveis modelos de difusão. Podemos identificar quatro grandes correntes que tratam do assunto; cronologicamente, a primeira é aquela que surge a partir da abordagem neoclássica do equilíbrio econômico geral (Walras e Pareto) e parcial (Marshall), onde a inovação é considerada como um fator exógeno em uma visão estática que não leva em conta o caráter dinâmico e descontínuo típico do fenômeno de que tratamos. De acordo com esta abordagem, que pressupõe entre outras coisas a completa acessibilidade às tecnologias, o empresário se limita a escolher, com base nos preços relativos dos fatores e dos produtos, a capacidade produtiva ótima dentro do *estado de técnicas* - *state of art* - conhecido e generalizado. As tentativas posteriores de autores mais recentes de superar tal caráter exógeno não abandonaram as hipótese de crescimento uniforme, livre acesso e adequamento total e instantâneo às novas técnicas, mesmos nos modelos mais recentes de cunho neoclássico<sup>3</sup>.

Os dois próximos filões teóricos originaram-se a partir de J. A. Schumpeter; o primeiro na tentativa do jovem autor, nos primeiros anos deste século, em construir uma teoria do desenvolvimento econômico da sociedade capitalista<sup>4</sup>, onde a inovação

---

2-extensa é a produção literária a respeito da atividade de Pesquisa e Desenvolvimento; neste trabalho estão relacionados os modelos e contribuições de Teece (1986), Tirole (1989), Mansfield (1981) e Kay (1988).

3-Esta terminologia torna-se cada vez menos representativa ao passar dos anos, pois são vários os casos de absorção, pela moderna teoria microeconômica, de conceitos, anomalias e idéias aqui tratadas.

4-*"Teoria do Desenvolvimento Capitalista"* foi publicado pela primeira vez em 1911.

desempenha o papel de propiciar um sobre-lucro aos empreendedores mais capazes, para os quais se hipotetiza um comportamento diferenciado. Percebe-se influências intelectuais de Walras - citado na descrição do fluxo circular (Schumpeter, 1988, capítulo 1) e que provém da formulação do equilíbrio econômico geral do teórico francês em seu *Elementos de Economia Política Pura* de 1874. No esquema conceitual de Schumpeter, há uma separação entre invenção, inovação e difusão e são apresentadas cinco modalidades de inovação: novos produtos, novos processos, novos mercados, novas fontes de matéria prima e re-estruturação da oferta. Esta articulação, sem dúvida fértil do ponto de vista de elaboração conceitual, não produz entretanto grandes resultados teóricos enquanto, continuando a supor um conhecimento determinístico das condições ambientais e de mercado em particular por parte dos empreendedores, não leva em conta o diferente comportamento da empresa individual em relação à própria atividade de inovar.

O segundo tem sua origem nos textos de Schumpeter dos anos 30 e 40, com base empírica na evolução do capitalismo onde predomina a grande empresa operante em condições de controle do mercado, capaz de realizar no seu próprio interior a atividade de Pesquisa e Desenvolvimento, e, portanto, de controlar a inovação com fins ao seu auto-crescimento<sup>5</sup>. As elaborações inerentes a este filão invertem, em relação ao precedente, a sequência inovação-lucro. É o lucro que consente, mediante a reorganização da estrutura com fins à inovação (via criação de laboratórios de P&D), tornar o tempo e a natureza das inovações coerentes com os objetivos estratégicos da empresa. O monopólio é considerado a estrutura de mercado mais propícia ao aparecimento de inovações tecnológicas, e vasta literatura surgiu para discutir tal afirmação, inclusive com a utilização da econometria e modelagem através de teoria dos jogos, onde a competição em termos de R&D é representada através de *patent races*<sup>6</sup>.

A crítica mais comum a esta fase de Schumpeter é que ele não relaciona o contexto institucional com as mudanças tecnológicas:

It can be argued, therefore, that although Schumpeter recognized the institutional context of his model, he underestimated the co-evolution between innovation and institutional change.  
(Clark and Juma, 1987, pp 62).

No quarto filão, que nos interessa mais particularmente, vem reconhecida a auto-determinação da tecnologia, que se traduz em uma sua insubordinação à economia e

---

5- "*Capitalismo, Socialismo e Democracia*" é a obra que representa este período do pensamento do autor e foi publicada pela primeira vez em 1943.

6- Sobre este tema, ver especialmente Tirole, 1988, cap 10.

em uma sua capacidade de provocar relevantes modificações no interior das estruturas econômicas (macro e micro) em função das novas oportunidades que ela oferece.

Esta abordagem, surgida nos anos 60, desenvolveu-se enfatizando as diversas modalidades de acesso e apropriação das mudanças tecnológicas por parte das empresas e de sistemas nacionais ao longo dos anos (Pavitt, 1984 e Ergas, 1986). O progresso tecnológico é considerado como uma variável autônoma, dotada de leis próprias de desenvolvimento e cumulatividade (Dosi, 1982), e a economia (leia-se mercado) e a tecnologia são vistas como dependentes, mas não em automática sintonia. Esta não sintonia manifesta-se, entre outros casos, na dialética derivante do fato que a demanda de inovações por parte do mercado (*demand pull*) pode estar defasada em relação às potencialidades, tempos e direções emergentes das atividades de caráter técnico-científico (*technological push*).

Aqui, vale ressaltar duas preocupações bem distintas quanto aos autores que seguem esta abordagem, a saber, a de ordem microeconômica, onde a empresa é o centro de análise (por exemplo Nelson & Winter, 1982), e a de aspecto macro, onde prioridade dá-se para o longo prazo (Freeman, 1986, Soete, 1984 e Rosenberg e Frischtak, 1984), para as leis gerais - paradigmas e trajetórias tecnológicas - (Dosi, 1982, 1984), e para os sistemas-países e política tecnológica pública (Ergas, 1986).

Os autores da primeira linha, aos quais vamos nos concentrar, destacam a análise do fenômeno inovativo no interior de uma específica empresa e seu caráter complexo. Em cada empresa, a exploração eficaz de uma idéia inovadora é, de um lado, condicionada a uma série de variáveis organizativas e ambientais e, de outro, requer uma particular re-orientação de todas as áreas da empresa. O sucesso de uma inovação depende não apenas do seu grau de originalidade, mas também e principalmente da capacidade da empresa em avaliar corretamente as exigências emergentes ou latentes no mercado e de conceber e atuar a melhor estratégia para atingir os seus objetivos em determinada circunstância. Tópicos importantes dos trabalhos de Nelson, Winter, Pavitt, Dosi e Malerba, relacionados na bibliografia, serão apresentados no segundo capítulo.

## **OBJETIVO E ESTRUTURA DO TRABALHO**

O objetivo do trabalho é primeiramente o de delimitar as fronteiras deste emaranhado quarto filão teórico descrito na parte anterior, e que será caracterizado como *Pensamento Neo-Schumpeteriano*. Isto porque a matriz teórica dos autores recentes que

investigam a inovação tecnológica reside claramente (mas não exclusivamente) nos trabalhos do escritor austríaco, principalmente em sua segunda fase.

Portanto, não nos preocuparemos diretamente com os autores clássicos e com Schumpeter em nenhuma de suas fases, mas sim com as considerações teóricas que constituem a base da argumentação dos autores citados, tentando englobá-los sob uma única corrente de pensamento. Para a delimitação das fronteiras do *Pensamento Neo-Schumpeteriano*, serviremo-nos do modelo de Imre Lakatos, extraído do campo da Filosofia da Ciência, que fornece elementos teóricos para este exercício através de sua Metodologia de Programas de Pesquisa Científica. No capítulo 1, uma breve apresentação do modelo lakatosiano e de tentativas anteriores de sua aplicação ao pensamento econômico (notadamente ao papel de Keynes) antecipará sua aplicação ao *Pensamento Neo-Schumpeteriano*.

Posteriormente, serão abordados os seguintes pontos, cujo centro de análise é a empresa, e que se argumenta serem contribuições ao pensamento Neo-Schumpeteriano: a Teoria Evolucionista<sup>7</sup> da Empresa de Nelson & Winter, destacando os incentivos para a ocorrência das inovações e quais as condições que propiciam seu aparecimento; o conceito de Trajetória Tecnológica criado por Dosi e a relação entre ciência e tecnologia; a taxonomia setorial proposta por Pavitt para caracterizar *patterns* de inovação; e a literatura sobre os diversos tipos de aprendizagem (*learning by doing, learning by using, etc.*), com base nos trabalhos de Malerba. Todas estas contribuições estarão expostas no capítulo 2.

Um capítulo de conclusões (capítulo 3) finalizará a dissertação, que pretende mostrar que o esquema teórico de Schumpeter gerou um Programa de Pesquisa Científico nos termos de Lakatos (cujas fronteiras tentaremos delinear) e, mais ainda, que este é um Programa de Pesquisa Científico Progressivo, através da análise das contribuições elencadas. Nesta parte, confrontaremos os pontos expostos vis-a-vis os elementos de avaliação metodológica lakatosianos, previamente apresentados na primeira parte.

Este capítulo final pretende também avaliar a situação atual do programa e seus veículos de comunicação, buscando nos livros e journals que concentram as publicações dos autores, elementos de contradição e discussão interna entre os participantes do programa, bem como as formas de resolução destes conflitos.

---

7-Optei por traduzir *evolutionary theory* para teoria evolucionista ao invés de evolutiva. Os verbetes abaixo, retirados do dicionário Koogan-Houaiss (pp 354, 1993, ed. Delta, RJ) justificam tal opção. Evolucionismo = s.m. doutrina fundada na idéia de evolução, darwinismo; Evolucionista = adj. que se refere ao evolucionismo; Evolutivo = adj. suscetível de evolução; *processo evolutivo*.



## **CAPITULO 1**

### **A METODOLOGIA DOS PROGRAMAS DE PESQUISA CIENTÍFICA**

O requisito do crescimento contínuo é minha reconstrução racional do requisito amplamente reconhecido da "unidade" ou "beleza" da ciência.

A ciência madura consiste em programas de pesquisa em que se antecipam não só fatos novos mas também, num sentido importante, novas teorias auxiliares; a ciência madura - à diferença do ensaio e erro corriqueiro - tem "força heurística" ... há um esquema geral de construção dos cintos protetores, que gera a autonomia da ciência teórica.

*(Lakatos, 1979, pp 217)*

### **INTRODUÇÃO**

O conteúdo do trabalho pode ser resumido como um "exercício de lógica". Consiste na aplicação de um modelo metodológico, relacionado a "lógica da avaliação", ou seja, o problema normativo de prover critérios de progresso científico, sobre um corpo de teorias econômicas relacionadas entre si e que serão expostas ao longo deste trabalho.

Com o objetivo de obter maior clareza, primeiro apresentaremos o modelo - "*Metodologia dos Programas de Pesquisa Científica*" (MPPC) de Lakatos -, verificando *en passant* sua aplicação em momentos significativos da história econômica, para somente depois tentar identificar seus elementos presentes nas análises que serão aqui apresentadas.

### **A MPPC de LAKATOS e SEUS ELEMENTOS**

Imre Lakatos foi um dos mais influentes intérpretes contemporâneos do racionalismo crítico de Popper. Sua obra, centrada em trabalhos publicados entre 1964 e 1976, pode ser melhor entendido como um comentário crítico e uma extensão da metodologia falseacionista de Popper. Entretanto, como não é objetivo deste trabalho, não vamos resgatar os principais avanços na filosofia da ciência contemporânea para poder situar e entender melhor a MPPC de Lakatos, vamos direto ao seu modelo, conforme exposto em Blaug (1988). Avanços no campo da metodologia são analisados neste mesmo trabalho, no tópico *de Popper a Kuhn e a Lakatos* (Blaug, 1988, pp 3).



Neste texto, Blaug objetiva aplicar as idéias de Lakatos ao pensamento econômico, especialmente a de que as teorias não surgem separadamente, mas combinadas numa rede de idéias mais ou menos integradas. Lakatos começa por afirmar que:

... teorias não existem isoladamente e que, portanto, teorias individuais e isoladas não são unidades passíveis de avaliação, o que deve ser avaliado são os conjuntos de teorias conexas ou Programas de Pesquisa Científica.  
(Blaug, 1988, pp 8).

Desta forma, o que ocorre é que as teorias são parte de um grande e dinâmico sistema o qual estão inseridas. Uma vez dentro deste sistema, as teorias passam por frequentes modificações. Hipóteses são adicionadas, revisadas ou descartadas de acordo com este sistema e com o espectro de problemas que se propõe a resolver, bem como de acordo com o sucesso desta tarefa e as relações entre o corpo de teorias e as evidências disponíveis.

O que o autor sustenta é que se faça uma mudança nos critérios de rejeição e aceitação proposto pelo falseacionismo: qualquer teoria científica precisa ser avaliada juntamente com sua hipóteses auxiliares, condições iniciais e, sobretudo, com suas predecessoras, para podermos ver que espécie de mudança foi produzida. Vê-se que devemos avaliar uma série de teorias e não teorias isoladas. Esta série de teorias apresenta elementos que estão ligados por uma notável continuidade, que os solda em programas de pesquisa - PPC. Esta continuidade se desenvolve a partir de um autêntico programa de pesquisa esboçado a princípio e lembra a "ciência normal" nos termos de Kuhn (1978). Um programa de pesquisa configura-se então em uma série de teorias contínuas, ligadas entre si, derivadas de uma "matriz" e que seguem um conjunto de regras metodológicas comuns, explicadas mais a frente, e que apontam os caminhos de pesquisa que devem ser evitados e os que devem ser perseguidos pelo programa.

Em um programa de pesquisa temos uma série de teorias em que cada teoria subsequente resulta da adição de cláusulas auxiliares à teoria anterior (ou de re-interpretações semânticas da teoria anterior), a fim de acomodar alguma anomalia, tendo cada teoria pelo menos tanto conteúdo quanto o conteúdo não refutado de sua predecessora.

Dentro dessas condições, o autor vai delimitar critérios de avaliação acerca da progressividade ou degeneratividade de um programa de pesquisa. Diz-se que uma série de teorias será teoricamente progressiva se cada nova teoria tiver algum excesso de conteúdo empírico em relação a sua predecessora, isto é, se ela predisser algum fato novo,

até então inesperado. Uma série de teorias teoricamente progressiva será também empiricamente progressiva se parte desse conteúdo empírico excessivo for também corroborado, isto é, se cada teoria nova nos conduzir a descoberta real de algum fato novo. Para ser progressiva, a série de teorias terá de ser simultaneamente teórica e empiricamente progressiva.

Delimitados os critérios, partimos agora para o reconhecimento dos elementos que permeiam todo programa de pesquisa particular, examinando conceitos articulados por Lakatos. Cada Programa de Pesquisa possui um *núcleo rígido* (hard core) envolto por um *cinturão protetor* (protective belt). O *núcleo rígido* consiste no conjunto das partes, frequentemente com conteúdo metafísico, consideradas irrefutáveis pelos participantes do programa, enquanto o *cinturão protetor* consiste no conjunto de hipóteses auxiliares que tem de suportar o impacto dos testes e ir se ajustando e reajustando, ou mesmo ser completamente substituído, para defender o núcleo assim fortalecido. É a parte flexível do PPC. Conforme Blaug (1988), pp 9:

É no cinturão protetor que o núcleo rígido se combina com os pressupostos auxiliares para formar as teorias específicas testáveis com as quais o PPC ganha sua reputação científica.

Todo programa de pesquisa consiste de dois tipos gerais de regras metodológicas: i) a *heurística positiva* que indica quais caminhos de pesquisa que são legítimos e; ii) a *heurística negativa* que indica quais caminhos de pesquisa que são impróprios.

De acordo com Caldwell (1982), a *heurística positiva* consiste num conjunto parcialmente articulado de sugestões, pistas e palpites sobre como mudar e desenvolver as variantes refutáveis do programa de pesquisa, e sobre como modificar e sofisticar o *cinturão protetor* refutável. Por outro lado, a *heurística negativa* especifica o *núcleo rígido* do programa, que é irrefutável por decisão metodológica de seus protagonistas, proibindo-os de dirigirem esforços na direção daquele núcleo "intocável"<sup>8</sup>.

O exemplo escolhido por Lakatos para ilustrar seu modelo diz respeito ao programa de pesquisa científica conhecido por "metafísica cartesiana". Na "metafísica cartesiana", isto é, a teoria mecanicista do universo, podemos identificar o "núcleo rígido" irrefutável como sendo a afirmação de que o universo é um imenso mecanismo de relógio e um sistema de vértices que tem o impulso como única causa do movimento. Neste programa

---

8-Nas palavras de Blaug (1993, pp 63): "o abandono ao hard core é o abandono ao próprio programa".

podemos claramente identificar e heurística negativa e positiva, já que desestimulava trabalhos em teorias científicas que, como a versão essencialista da teoria de Newton de ação a distância, fossem incompatíveis com ela (heurística negativa) e, de outro lado, estimulava trabalhos sobre hipóteses auxiliares que poderiam tê-la salvo da aparente evidência contrária, como as eclipses keplerianas (heurística positiva).

Conforme Caldwell (1982), a posição metodológica de Lakatos é única ao focar a atenção dos metodologistas em séries de teorias e no seu desenvolvimento através do tempo. A implicação mais importante desta visão é que a avaliação teórica não pode ser instantânea, desde que todo um sistema de teorias e toda sua evolução histórica deve ser avaliado.

O modelo de Lakatos, segundo ele mesmo (Lakatos, 1979), pode ser aplicado para toda a história da ciência. A suposição aqui proposta é de que, não obstante o fato da MPPC ter sido elaborada para fornecer uma lógica de avaliação para a ciência em geral, mas sob uma perspectiva das ciências naturais, o modelo pode ser estendido também à ciência econômica, evidentemente que com críticas e ressalvas (Blaug, 1988, pp 30).

O que se segue, constitui-se no resultado desta suposição. A parte seguinte mostrará brevemente tentativas anteriores de aplicação da MPPC sobre teorias econômicas, em especial a keynesiana, ainda seguindo principalmente Blaug (1988), encerrando este primeiro capítulo.

## **A MPPC NA HISTÓRIA ECONÔMICA**

Não foram raras as tentativas de se aplicar modelos metodológicos sobre teorias econômicas, principalmente após a publicação, em 1962, de "A Estrutura das Revoluções Científicas" de Kuhn. Em seu modelo, a história da ciência é marcada por longos períodos de refinamento contínuo, no contexto de uma estrutura teórica aceita ("ciência normal"), interrompidos às vezes por saltos descontínuos de um "paradigma" dominante para outro, sem uma ponte que os una ("ciência revolucionária").

De acordo com Blaug (1988), várias tentativas de se aplicar a metodologia de Kuhn à economia revelaram-se infrutíferas, de acordo com a pluralidade de resultados avançados e que são por ele descritos. Gordon (1965) sustenta que o postulado de Smith do indivíduo maximizador num mercado relativamente livre é o paradigma básico dos economistas. Então, a ciência econômica nunca teria tido uma revolução, tendo sempre sido dominada por um único paradigma. Coats (1975), por sua vez, reconhece a chamada

"revolução keynesiana" como uma mudança de paradigma, uma "revolução científica" kuhniana, enquanto Ward (1972) enfatiza a chamada "revolução formalista" ocorrida no pós guerra, envolvendo o crescente prestígio da econometria. Bonfenbrenner (1971), além da revolução keynesiana em 36, considera a "revolução marginalista" da década de 1870, o surgimento da economia política radical e o recente modelo IS-LM como novos "paradigmas" nos termos de Kuhn.

O fato é que, se houve na ciência econômica algum exemplo de "revolução científica" kuhniana, o favorito parece ser mesmo a revolução keynesiana. Entretanto, a terminologia de Kuhn é por demais ambígua e, a despeito de algumas possíveis analogias entre os conceitos de "paradigma" e "núcleo rígido", "ciência normal" e trabalho no "cinturão protetor", bem como "crise" e "programa degenerativo", a representação que Lakatos faz da atividade científica é muito mais rica do que a de Kuhn, de acordo com Blaug (1988).

Também Metcalfe e Boden (1992, pp 63) apontam que as críticas ao modelo paradigmático de Kuhn, presentes em Lakatos e Musgrave (1979), são pertinentes, especialmente quando aplicado à tecnologia (como fez Dosi, 1982, 1984).

O argumento lógico em favor da abordagem de Lakatos é que a "metodologia dos programas de pesquisa científica" seja aplicada à ciência natural, social ou mesmo à história da ciência, pode ser sustentada pela própria MPPC: ela se prova "progressiva" se e somente se ela leva à descoberta de fatos novos, inesperados à luz das outras abordagens ainda existentes.

A título de comparação entre os modelos de Kuhn e Lakatos, tomaremos o exemplo da revolução keynesiana, extraída de Blaug (1988, 1993). A descrição kuhniana cria a imagem de toda uma geração de economistas desconcertados pela persistência da Grande Depressão dos anos 30, relutantes em aceitar os remédios óbvios das políticas monetária e fiscal expansionistas, para, em desespero, abandonar suas velhas crenças numa conversão instantânea ao novo paradigma. No entanto, estudos mostram que os economistas da época estavam unidos no tocante às medidas práticas para lidar com a depressão, mas completamente desunidos no tocante à teoria que embasava estas conclusões de política. Conforme Metcalfe e Boden (1992, pp 63), o modelo de Kuhn prega que a existência e a descoberta de anomalias dentro do paradigma atual leva a sua destruição e substituição por novos paradigmas, que não apenas dão conta da anomalia (equilíbrio de sub-emprego), mas também explicam novos fenômenos (tendência crônica das economias de mercados

competitivos a gerar desemprego; demanda especulativa da moeda), até então desconhecidos à luz do paradigma anterior.

Se, ao contrário, utilizarmos "lentes lakatosianas" para verificar o ocorrido, obteremos maior "conteúdo empírico", que é exatamente o critério de decisão proposto pela MPPC, e a revolução keynesiana passa a ser a substituição de um programa de pesquisa "degenerativo" por um "progressivo", dissipando a versão Walt Disney de que a revolução keynesiana chegou para resolver questões polêmicas de política econômica. (Blaug, 1988, pp 16).

Com base no mesmo trabalho, seguiremos resumindo brevemente a aplicação da MPPC à ciência econômica, fornecendo alguns exemplos.

O paradigma vigente do equilíbrio econômico via mecanismo de mercado é uma rede de paradigmas inter-conexos e portanto melhor descrito como um programa de pesquisa. Este programa de pesquisa, que chamaremos de neo-clássico, mantém elementos da economia política clássica, como o princípio do indivíduo maximizador de Smith, levando às últimas consequências o individualismo metodológico. O *núcleo rígido* ou parte metafísica deste programa são os pressupostos da teoria concorrencial: cálculo racional, conhecimento perfeito, mobilidade perfeita dos fatores, etc.. A *heurística positiva* do programa consiste em conselhos práticos como: para a análise do equilíbrio parcial, divida o mercado em compradores e vendedores e em produtores e consumidores; especifique estrutura do mercado; crie definições de "tipos ideais"; defina condições "*coeteris paribus*" relevantes, traduza a situação em um problema de maximização ou minimização, examine condições de primeira e segunda ordens.

Keynes apoiou-se fortemente nos conceitos de equilíbrio parcial marshalliano, concorrência perfeita e estática comparativa, abrindo exceção para o mercado de trabalho, que via como inerentemente imperfeito. No entanto, abandonou a redução de todos os fenômenos econômicos à manifestações do comportamento individual, jogou o peso dos ajustamentos no produto ao invés do preço e considerou o equilíbrio para a economia como um todo como envolvendo um "equilíbrio de subemprego". A noção de incerteza também caracterizou o novo *núcleo rígido*. O *cinturão protetor* keynesiano também revelava-se novo, ao incorporar novas hipóteses auxiliares como a função consumo, o multiplicador e a demanda especulativa por moeda. A teoria keynesiana também tinha uma *heurística positiva* própria, abrindo caminho para a contabilidade nacional e estimativa estatística da função consumo e do multiplicador de gastos. Caracterizou-se, portanto, como um novo programa de pesquisa científica na ciência econômica.

Foi também um "programa de pesquisa científica" progressivo, nos termos de Lakatos, pois realizou novas previsões. A principal delas era a tendência crônica das economias de mercados competitivos a gerar desemprego. Eram, no entanto, "*ad hoc*", deixando intactas as implicações do equilíbrio de pleno emprego de teoria anterior.

No período do pós-guerra, assistimos a uma constante degeneração do "programa de pesquisa" keynesiano, a medida que sua previsão sobre o desemprego crônico começa a perder plausibilidade. Na década de 50, a incongruência entre as evidências sobre a relação poupança e renda obtidas por cross-section e séries de tempo, que apontavam tendências diferentes para a propensão a poupar média, fez proliferar uma série de revisões do programa de pesquisa keynesiano. Tais revisões, em que se destacam a hipótese da renda relativa de Duesenberg, a hipótese de renda permanente de Friedman, a teoria do ciclo de vida da poupança de Modigliani, e a teoria do crescimento de Harrod e Domar, descartaram elementos primordiais do "cinturão protetor" e quase todo o "núcleo rígido" do programa keynesiano original. A Teoria Geral de Keynes é hoje um caso especial e este é um exemplo de progresso científico na ciência econômica, perfeitamente análogo à absorção de Newton como um caso especial da teoria geral da relatividade. Da mesma forma, toda uma série de economistas que surgiram após a Teoria Geral de Keynes, rejeitaram todos os resquícios neo-clássicos do hard-core keynesiano, constituindo-se eles mesmos integrantes de programas de pesquisa derivantes (pós keynesianos, neo-ricardianos e neo-estruturalistas).

A conclusão a que se chega é de que pode ser considerada válida a tentativa de aplicação da MPPC sobre a ciência econômica. Ainda que envolva sob relativismos e restrições, tal aplicação parece ser mais rica e objetiva que a transposição das "revoluções kuhnianas" para a economia. As aplicações da MPPC na história da ciência econômica trataram basicamente da Economia Política Clássica, da Revolução Marginalista e da Revolução Keynesiana e seus desdobramentos.

A proposta deste trabalho é mostrar que Schumpeter pode ser considerado como matriz de um programa de pesquisa científica específico, que denominaremos "tecnológico" ou "Neo-Schumpeteriano". Schumpeter ordenou elementos de vários tipos de forma inédita, cada um requerendo especificação ulterior. Tal ordenação, bem como posteriores desdobramentos, pode ser considerada como sendo um domínio comum de determinado conjunto de economistas, o qual procuraremos, pelo menos em parte, tratar e agrupar nas próximas etapas deste trabalho.



## **CAPÍTULO 2**

### **CONTRIBUIÇÕES AO PROGRAMA DE PESQUISA CIENTÍFICO NEO-SCHUMPETERIANO (OU TECNOLÓGICO)**

"One of the main concerns of a historian of economic thought is with *traditions* or *streams* of thought. Even if we accept some kind of 'relativist' hypothesis in our interpretation of the economic thought of different historical periods, it remains true that there are allways important elements of continuity in the development of thought within any particular period - and even (up to a point) from one period to another... And since nobody can tell where a particular stream is flowing until it actually gets there, this means that each generation has to rewrite the history of economic thought in the light of the new point which it finds the stream has reached."

(Meek, 1977, Cap VIII, *Value in the History of Economic Thought*, pp 149)

## **INTRODUÇÃO**

O que segue, e o que nos traz de volta a Schumpeter, é um exercício livre de aplicação da MPPC às teorias que serão aqui apresentadas e que, acredita-se, podem ser reunidas em termos de um programa de pesquisa "tecnológico" ou "Neo-Schumpeteriano". Os tópicos relacionados são a Teoria Evolucionista da Empresa de Nelson & Winter, a Taxonomia Setorial de Pavitt, o conceito de Trajetória Tecnológica proposto por Dosi e os diversos tipos de aprendizagem relacionados por Malerba. Uma breve resenha destes e outros trabalhos está em Gaffard (1990).

Ao final desta apresentação, serão descritos os elementos que permitem relacionar e agrupar estas diversas contribuições sob um elo comum e homogêneo.

## **TEORIA EVOLUCIONISTA DA EMPRESA**

Nos últimos anos, o estudo das causas e consequências do progresso tecnológico ocuparam um papel de crescente importância na literatura econômica. Na maioria das vezes, porém, o progresso tecnológico foi assumido como produzido mecanicamente pela atividade de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) da empresa, e sujeito a uma conhecida distribuição de probabilidade, ou exógeno com relação ao sistema econômico. As empresas foram caracterizadas por uma capacidade específica de aplicar qualquer tecnologia utilizadas por outras empresas, por um conhecimento perfeito do mundo que as circunda e por uma única e igual regra decisional.



Alternativamente a este filão de pesquisa, uma numerosa série de *case studies* e um número mais reduzido de contribuições teóricas formam aquilo que vem sendo chamado de tradição schumpeteriana. Estes estudos tratam a dinâmica econômica de modo menos determinístico, e colocam ao centro de sua análise o *fenômeno inovativo* - que representaria a caracterização última daquele processo de destruição criadora típico das modernas economias industriais.

Alguns autores, dentro da tradição schumpeteriana, forneceram um *approach* teórico que se diferencia sob diversos aspectos. É este o caso de Richard Nelson e Sidney Winter. No curso dos últimos vinte e cinco anos, eles produziram uma importante série de contribuições para a teoria da empresa e seus problemas ligados ao progresso tecnológico, dando origem a teoria evolucionista da empresa-indústria, que se mostra extremamente fértil, do ponto de vista teórico e aplicado.

A teoria evolucionista da empresa-indústria de Nelson e Winter (NEWI) mantém em parte a tradição schumpeteriana quanto a visão global do processo econômico e quanto a importância dada ao fenômeno inovativo na explicação da dinâmica das modernas economias industriais. Porém distancia-se um pouco ao dar relevância para temas da sociologia do conhecimento, de organização interna da empresa e de teoria evolucionista.

Quanto a influência de Schumpeter no esquema conceitual evolucionista, Coombs, Saviotti e Walsh (1992, pp 4) sustentam que:

Schumpeter had clearly foreseen the dynamic, non-equilibrium character of economic development, and the fundamental role played in it by innovations (Schumpeter, 1934, 1943). However, both as a result of his own personal background and due to the time in which he was living, he did not incorporate a number of institutional features which characterize modern capitalism (Nelson, 1990). However, if a paternity of evolutionary theories is to be attributed to anyone, it is undoubtedly Schumpeter.

NEWI propõem uma série de modelos que procuram explicar o fenômeno da concentração industrial, a reação das empresas frente às mudanças das condições externas em que operam, e o crescimento econômico. A sua contribuição, coerente quanto à intenção teórica e *approach* metodológico, está disseminada em um notável número de artigos e livros (NEWI, 1977, 1982 e Nelson, 1984, 1987). Esta parte do trabalho tem o objetivo de reunificá-la e tentar organizá-la de modo a evidenciar terminantemente a sua relevante importância para a teoria da empresa, para a economia industrial e para os estudiosos do progresso tecnológico de uma forma ou de outra ligados à tradição schumpeteriana.

A Teoria Evolucionista da Empresa de NEWI analisa a evolução de indústrias com elevado grau de mudança tecnológica. Para eles, as empresas são organizações que diferem em tamanhos e em rotinas. Operam em um ambiente de incertezas e de contínuas mudanças, perseguindo um comportamento satisfatório. Nos modelos propostos por NEWI, as firmas podem entrar em uma indústria, podem crescer se obtiverem sucesso e sair se fracassarem. As políticas de investimento, de inovação e de imitação são fatores cruciais na explicação da concentração industrial, mudança tecnológica e crescimento da indústria. A Teoria Evolucionista da Empresa permite a análise da resposta da indústria frente a mudanças nas condições de mercado. Permite também uma avaliação da relação entre inovação e estrutura de mercado.

A análise a nível da empresa parte de pontos básicos como habilidade e rotina. O esquema teórico de NEWI concede notável importância à noção de que o homem conhece mais do que pode exprimir verbalmente ou por escrito e que, portanto, grande parte do conhecimento humano é tácito. As habilidades específicas de um indivíduo são sujeitas a uma aprendizagem por experiência<sup>9</sup>, e a mesma observação é válida quando se passa para o exame de uma organização. Neste nível, a habilidade transforma-se em rotina, que caracteriza e diferencia as organizações. Para NEWI o processo produtivo é expressão de um estado de conhecimento. A empresa é uma organização que "sabe" como produzir - este saber é resultado de sua experiência passada e pode ser representado por rotinas.

O processo produtivo é relacionado à uma específica combinação de *inputs*, e é em parte o resultado de uma aprendizagem por experiência dentro de um número limitado de tais combinações. Por consequência, uma mesma função de produção não é continua e completamente determinável *ex ante* por qualquer combinação de *inputs*. Mais que isso, a distinção entre substituição de fatores de produção (movimento ao longo de uma isoquanta) e progresso tecnológico verdadeiro e próprio (deslocamento de uma isoquanta), e entre movimento ao longo de uma função de produção e deslocamento da mesma, não podem ser definidos inequivocamente.

Sobre a empresa, NEWI sustentam que a maior parte da atividade de uma empresa é guiada por rotinas; e não apenas a atividade produtiva propriamente dita, mas também o investimento e pesquisa e desenvolvimento. A empresa é uma entidade específica, persistente, e historicamente contingente, depositária de um saber produtivo típico da organização, reflexo de sua evolução enquanto tal. Este saber produtivo não é redutível aos

---

9-Uma análise mais pormenorizada sobre os tipos de aprendizagem relacionados na literatura é apresentada mais a frente neste trabalho.

membros individuais da organização, mas um atributo dela mesmo: é o saber da organização.

Os autores não acatam a hipótese, presente em vários modelos de empresa, de que elas maximizam continuamente os lucros (ou qualquer outra variável), mas que, ao contrário, as empresas são guiados por um *comportamento satisfatório*. NEWI refutam a hipótese de decisões objetivamente racionais por parte das empresas e propõem, na linha Simon-Cyert (1963), empresas com racionalidade subjetiva e limitada, devido à complexidade e incertezas do mundo que as circunda<sup>10</sup>.

O terceiro alicerce da teoria evolucionista de NEWI (além de Schumpeter e Simon-Cyert) é Darwin. O elemento evolução, com referência na literatura econômica desde Marshall e Schumpeter<sup>11</sup>, ocupa uma posição central no esquema teórico de NEWI. A indústria evolucionista é caracterizada por mudanças contínuas e é resultado do processo de seleção entre regras decisórias e entre as empresas. As empresas que compõem a indústria-tipo de NEWI são organizações de médio e grande porte, que não gozam de economia de escala e apresentam uma elevada taxa de progresso tecnológico. Quando mudam as condições externas que a empresa enfrenta, a adaptação às novas circunstâncias torna-se condição necessária para a sua sobrevivência dentro da indústria.

Neste contexto evolucionista-biológico, a lucratividade (adequação) das regras decisórias (genótipo) determina quais empresas e regras predominarão (sobrevivência e extinção); por sua vez, a lucratividade (adequação) depende dos preços de mercado (características do ambiente) que o conjunto da empresa (a espécie) tem de enfrentar.

Sob este prisma, a inovação pode ser comparada à mutação biológica, mas com uma distinção fundamental: ela não é produto de um evento fortuito ou randômico, mas

---

10-No fim dos anos 60, caloroso debate acerca da teoria neoclássica da empresa e suas hipóteses produziu importantes trabalhos, entre os quais destacam-se *Essays in Positive Economics* de M. Friedman e *Teoria da Firma* de F. Machlup (defendendo) e *Models of Man* de H. Simon e *A Behavioural Theory of the Firm* de J.G. March (atacando), pontos de referência fundamentais para a análise da progressividade (sempre nos termos de Lakatos) do programa de pesquisa científico neoclássico. Ainda sobre a hipótese de racionalidade e maximização de lucros, interessante análise está no capítulo introdutório de Tirole, 1988 (pp 34-51) e Horne, 1992, (cap 1).

11-Ver a este respeito Clark e Juma (1987), parte II, no tópico *Evolutionary approaches in conventional economics*, onde fazem uma retrospectiva da ótica darwiniana na história do pensamento econômico, e Kirat (1991), *La théorie de la firme et l'évolutionnisme*, onde realça a importância do trabalho de Alchian (1950) na obra de NEWI.

o resultado de um esforço consciente da empresa motivado por considerações de lucratividade.

Novamente, nas palavras de Coombs, Saviotti e Walsh (1992, pp 6):

Evolutinary economics starts by combining the schumpeterian heritage, stressing the fundamental role of innovations in long term economic development (Schumpeter, 1934), with the behavioural theory of the firm (Cyert and March, 1963). Economic and technological changes are, therefore, introduced and implemented by satisficing, rather than optimizing, firms (Nelson and Winter, 1982). Two mechanisms, variation and selection, are the basis of economic evolution. Variation, the generation of new species, is the outcome of firms' search activities. Selection occurs by means of competition, though this is seen as taking place in a "selection environment", rather than a simple neo-classical type of market.

Um dos pontos mais fundamentais da análise de NEWI é a relação entre progresso tecnológico e formas de mercado. NEWI fazem referências constantes a Schumpeter, mas distinguem Schumpeter da *Teoria do Desenvolvimento Econômico*, que analisa o comportamento da pequena empresa inovadora, do Schumpeter de *Capitalismo, Socialismo e Democracia*, que analisa o comportamento da grande empresa e a economia de escala no processo inovativo. É em Schumpeter na sua fase madura que NEWI se baseiam para iniciar sua análise.

Tal Schumpeter não estava somente interessado na influência da concentração industrial no processo inovativo, mas também na relação oposta, onde a forma de mercado é dependente do progresso tecnológico de uma indústria. Como consequência, a concentração industrial em um dado instante torna-se endógena com respeito à evolução da indústria, e é determinada diretamente pela história passada em termos de inovações e progresso técnico. Nos escritos de Nelson (1987, pp 38):

Once one thinks about Schumpeterian competition from the viewpoint of evolutionary theory, it is plain that the causal connections between technical change and market structure flow both ways. Large firms may or may not be good at innovation, but firms that are good at innovations will tend to be profitable, to grow, and to become large.

Simulações dos autores envolvendo modelos estocásticos de distribuição das empresas por dimensão analisam o efeito de três variáveis básicas (regras decisórias) na evolução das empresas: utilização da capacidade produtiva, política de investimento e política de inovação (imitar ou inovar). A taxa de crescimento da produtividade, a variância dos resultados da atividade de inovação da empresa e a agressividade das políticas de

investimento são fatores que influenciam significativamente a estrutura final da indústria. O modelo formal geral que embasa as simulações conclui que a concentração industrial é de fato positivamente correlata com: 1) a política agressiva das empresas que não limitam voluntariamente a taxa de crescimento do próprio produto; 2) com uma elevada taxa de crescimento da produtividade e; 3) com uma elevada dificuldade de imitação e com uma elevada variância dos resultados das inovações. Isto significa que a concentração das empresas em uma indústria com alto desenvolvimento tecnológico e sem economias de escala relevantes, dependem em última instância de três fatores exógenos: da curva de demanda, das condições de oportunidade e das condições de apropriabilidade das inovações<sup>12</sup>.

As simulações de NEWI fornecem elementos puros úteis para uma análise do trade-off schumpeteriano entre progresso tecnológico e eficiência produtiva. O problema pode ser esquematizado da seguinte maneira: sob a ótica estática da economia do bem-estar, uma situação monopolística não é optimal, a medida em que provoca perdas em termos de eficiência produtiva e de excedente do consumidor (máximo em regime de concorrência perfeita). Mas em uma ótica dinâmica, um certo nível de poder de mercado pode ser necessário para o progresso tecnológico, seja para acumular o montante de recursos que devem ser alocados para atividade de P&D, seja pela possibilidade de explorar comercialmente uma inovação. Neste ponto é fundamental o nível de proteção (sistema de patentes). Se a proteção da invenção por um longo período incentiva quem inova, por outro priva a inovação de uma sua característica básica, aquela de ser um bem público.

O trade-off schumpeteriano é analisado mediante simulações. NEWI observam que, comparando o caso de uma indústria que permanece concentrada desde o início com o caso de uma que torna-se concentrada, a indústria que tem uma concentração estável no tempo apresenta, do lado da eficiência, uma margem mais elevada entre preços e custos, enquanto que do lado do progresso tecnológico, apresenta uma produtividade média maior.

Quando as simulações das evoluções da indústria levam em consideração duas regras decisórias, relativas a política de inovações e de investimento da empresa, elementos ulteriores concorrem para explicar o processo de concentração industrial. Uma política de imitação é mais bem sucedida a medida em que são mais reduzidas as condições de apropriabilidade das inovações da empresa inovadora. Neste caso, quando a imitação é

---

12-Estes conceitos serão profundamente explorados mais a frente, na apresentação da taxonomia setorial proposta por Pavitt.



fácil, a atividade imitadora é altamente rentável, ao ponto da empresa imitadora poder até eliminar a empresa inovadora ao longo do tempo. Mas a empresa pode executar uma política de contenção do próprio produto, de modo tal a prolongar no tempo a sua condição de imitadora, que se apropria rápida e continuamente das inovações de outras empresas.

Como consequência, a política de uma empresa pode variar com sua dimensão. Uma empresa pode crescer em uma indústria com elevada taxa de crescimento da produtividade, com facilidade de imitação e com grandes empresas imitadoras, porque inovou com sucesso, mas, uma vez atingida dimensões relevantes, a empresa pode avaliar ser mais rentável mudar de política e tornar-se imitadora.

Duas conclusões da contribuição de NEWI devem ser ressaltadas: a primeira em sintonia com a tradição schumpeteriana, é a inter-relação entre inovação e forma de mercado. Uma específica forma de mercado não é apenas a condição necessária para uma política inovadora de sucesso, mas é consequência das inovações já alcançadas. Colocado de outra maneira, pode-se ter economias de escala na produção de inovações e aumentar sua cota de mercado porque inovou com sucesso.

A segunda é a distinção entre os conceitos de **poder de mercado** e de **dimensão**, referente ao processo inovativo-imitador.

O poder de mercado protege uma empresa do crescimento e da política agressiva das empresas imitadoras, enquanto a dimensão consente a uma empresa imitadora aplicar as inovações alheias em uma produção maior, e quanto mais velozmente uma inovação é difundida, maiores são as vantagens.

NEWI analisam o fenômeno do crescimento econômico e propõem um modelo baseado no comportamento das empresas, mas que se diferencia do neoclássico, baseado no comportamento de agentes individuais. A crítica inicial é que os modelos neoclássicos não são capazes de analisar completamente a relação entre progresso tecnológico e crescimento do produto porque não captaram as características fundamentais do processo inovativo, que não podem ser facilmente modelada, como atualmente o são em termos de jogos<sup>13</sup>.

---

13-Extensa literatura de cunho neoclássico em termos de Teoria dos Jogos foi produzida nos últimos vinte anos, simulando competições entre empresas para representar estratégias e comportamentos cooperativos ou não na escolha finita de novas combinações produtivas. Contribuição importante está no capítulo 10 de Tirole (1988), onde são apresentados modelos tentando explicar a geração de inovações através de competidores adotando diversas estratégias em termos de R&D (*patent race*). A crítica de Nelson (1987, pp

Para NEWI, a análise da mudança tecnológica é o ponto crucial na explicação do crescimento econômico, mas o foco deve ser deslocado do nível macro para o micro. Somente neste nível é possível estudar e exaurir a mudança tecnológica, que é um processo dinâmico e caracterizado por uma grande incerteza, com empresas que se diferenciam quanto a política inovativa (imitadora ou inovadora) e que devem escolher entre um número reduzido de possíveis combinações produtivas. Com relação às diferenças de enfoque entre NEWI e outros modelos:

Rispetto ai modelli neoclassici di crescita, il cambiamento di prospettiva è radicale.  
(Malerba, 1988, pp 268).

A Teoria Evolucionista da Empresa de Nelson e Winter ressalta: 1) a importância da aprendizagem por experiência<sup>14</sup> na explicação da evolução da indústria com uma elevada taxa de desenvolvimento tecnológico e; 2) a necessidade em se distinguir entre investimento e pesquisa, quando o investimento é considerado como um simples aumento do estoque de capital empregado pela empresa para produzir um determinado bem. De fato, neste último caso, o investimento não é mais que o crescimento da empresa segundo rotinas usadas, enquanto a pesquisa é voltada para a descoberta de novas rotinas frisando um aspecto não mecânico na vida da empresa, caracterizado por mudanças e incertezas.

Em termos mais gerais, a teoria evolucionista coloca forte ênfase na história da empresa individual. Isto significa evidenciar a diversidade entre empresas, cuja interação influencia a evolução da indústria. Além disso, a ênfase dada à especificidade da empresa implica que, para NEWI, a empresa é o ponto fundamental de partida para a análise da origem do progresso técnico e de suas consequências no desenvolvimento de uma indústria. A análise agregada ou a nível de produto evidencia uma situação homogênea que frequentemente não existe na realidade e não permite colher um aspecto fundamental do processo em questão, que é aquele da diversidade dos agentes e da sua temporariedade - evolução de sua situação no tempo.

---

38) a este tipo de modelo argumenta que: *"Most of the modeling of Schumpeterian competition has rested on the neo-classical assumption of maximization and equilibrium, sometimes interpreted in terms of a dynamic game. However, for the reasons espoused earlier, maximization and equilibrium do not seem appropriate assumptions for modeling contests involving innovation. In Schumpeterian competition there are winners and losers, and is unlikely to be clear before the fact which play will be first, or last. Winning is partly a matter of having a good strategy. But is not easy to judge, ex-ante, what the best strategy are likely to be. Different firms make different bets. Only the actual experience will tell who bet right or wrong. One cannot adequately explore the process with a model that assumes the contest is over and has a result in a tie"*.  
14-Mais a frente apresentamos os diversos tipos de aprendizagem relacionados na literatura atual. Ver especialmente Malerba, 1988.



A nível normativo, a teoria evolucionista de NEWI fornece indicações para uma avaliação das consequências das várias formas de mercado. Sabemos que a perspectiva neoclássica realça os méritos de uma situação de concorrência perfeita quanto a eficiência produtiva e ao excedente do consumidor, enquanto uma perspectiva schumpeteriana ressalta que um certo grau de monopólio é preferível se o objetivo a se atingir é um desenvolvimento tecnológico. A perspectiva evolucionista evidencia uma série de elementos. Existem "falências evolutivas" (imperfeições) de concorrência perfeita e de monopólio ao gerar uma elevada taxa de desenvolvimento tecnológico em uma indústria.

No caso de concorrência perfeita, em condições de baixa apropriabilidade das inovações por parte da empresa inovadora, esta falência encontra expressão na incapacidade da empresa de excluir os próprios competidores em imitá-la; no caso oposto de elevada apropriabilidade, a falência está no fato que todas as empresas pesquisam a mesma coisa, com evidente duplicação de esforços. Por fim, as empresas concorrenciais são levadas a explorar o mesmo e reduzido leque de alternativas tecnológicas, se aproximando daquela usada pela empresa que tem maior sucesso.

No caso do monopólio, de outro lado, falências existem porque o monopolista tem uma sua e única percepção da realidade. De fato, em um mundo onde a incerteza exerce um papel importante, a carteira de projetos de P&D de um monopolista pode não ser uma situação satisfatória para a economia em seu conjunto, porque sua composição é baseada em um cálculo subjetivo de um único agente. Por fim, no caso de oligopólio as imperfeições de mercado advêm da duplicação da atividade de P&D. A avaliação das várias formas de mercado vem portanto depender da específica situação a qual a indústria se encontra no curso de sua evolução. Em Tirole, 1988 (cap 10) encontramos estas idéias modeladas.

A teoria evolucionista de NEWI apresenta atraentes possibilidades de desenvolvimento, seja do lado teórico que do simulado/aplicado. Do lado teórico por levar em consideração outros aspectos da atividade produtiva, a organização interna, as economias de escala, e a produção de diversos produtos por parte da empresa individual. Do lado da simulação, os modelos evolucionistas podem ser enriquecidos aumentando o número das regras decisórias que uma empresa pode seguir e introduzindo a possibilidade de uma passagem, dentro da mesma simulação, de um tipo de política perdedora para uma vencedora. Em termos aplicados, diversas indústrias com elevadas taxas de desenvolvimento tecnológico esperam ser lidas pela ótica evolucionista, e políticas estruturais podem ser analisadas a luz da sua capacidade em alterar os parâmetros relativos às condições de

oportunidade e apropriabilidade da inovação, conceitos estes explorados logo após a apresentação do conceito de Trajetória Tecnológica de Dosi.

Para finalizar este tópico, resumiremos os pontos que embasam o enfoque evolucionista sobre a natureza da tecnologia e da mudança tecnológica, conforme Malerba e Orsenigo, 1990, pp 45.

As empresas são organizações caracterizadas por conhecimentos específicos (base cognitiva e capacidade tecnológica própria), com racionalidade limitada e operando em ambientes complexos e não estacionários.

Simultaneamente a um componente codificado, o conhecimento tecnológico tem um componente tácito e específico a particulares organizações e aplicações.

A atividade inovativa ocorre em condições de incerteza, o que torna pouco plausível a hipótese de racionalidade global dos agentes.

O processo inovativo é altamente complexo e articulado, não reduzível simplesmente a uma decisão de investimento em P&D e caracterizado por uma ampla variedade de procedimentos e de formas organizativas.

O progresso tecnológico é essencialmente um processo de aprendizagem com caráter cumulativo, e segue direções não simplesmente definidas pelos preços relativos e sinais de mercado, mas mantém uma própria autonomia.

O contexto institucional assume um papel crucial para determinar os incentivos e *patterns* de inovação.

Relevantes diferenças inter-setoriais e internacionais emergem dos *patterns* e processos inovativos.

Passemos agora para os trabalhos de Dosi e Pavitt.

## PARADIGMAS TECNOLÓGICOS E PADRÕES DE INOVAÇÃO: O CONCEITO DE TRAJETÓRIA TECNOLÓGICA

Dosi (1982) desenvolveu o conceito de trajetória tecnológica para, a partir de uma metáfora com o conceito de paradigma tecnológico na linguagem de Kuhn, ou programa de pesquisa tecnológico na linguagem de Lakatos, elucidar a natureza da atividade inovativa e o papel da continuidade e da descontinuidade do progresso tecnológico. Nos escritos de Clark e Juma (1987, pp 60):

Dosi combines the approach provided by Kuhn with Rosenberg trajectories (modified in Nelson-Winter to become natural trajectories), and with evolutionary concepts.

Em termos bastante genéricos, uma inovação tecnológica envolve a solução de problemas - por exemplo, a transformação de calor em energia, modelar um material de certa maneira, produzir componentes com determinadas características - sempre envolvendo ao mesmo tempo elementos de custo e requisitos mercadológicos. Tipicamente, os problemas estão estruturados com base nas informações disponíveis em um dado momento; por isso, uma solução inovativa envolve "descoberta" e "criação", já que nenhum algoritmo geral pode ser derivado das informações sobre o problema, capaz de gerar soluções automaticamente<sup>15</sup>. Certamente, a solução de problemas tecnológicos envolve o uso de informações extraídas de experiências prévias e de conhecimento formal (por exemplo, das ciências naturais); entretanto, também envolve competências e aptidões específicas e não codificadas por parte dos inventores. Seguindo a conceituação de Nelson e Winter, Dosi utiliza o termo *base tecnológica* como o conjunto de informações (conhecimentos práticos e teóricos, "know-how", métodos, procedimentos, experiências de sucesso e fracasso, e equipamentos) a disposição dos inventores quando buscam a solução de determinado problema. Esta visão inclui a percepção de um conjunto limitado de possibilidades de desenvolvimento futuro.

Uma primeira caracterização que pode ser feita entre diferentes tecnologias é em termos de **universalidade** (o quanto são públicas), versus **especificidade** (o quanto são tácitas - elementos de conhecimento, *insights*, que indivíduos possuem mas que não se define ou expresse categoricamente, subjetivos, incodificáveis, e que variam de pessoa para pessoa, mas que podem em significativa escala ser compartilhados por colaboradores e

---

15-Mais sobre este tema em Dosi e Egidi, 1987. Os *softwares* que "jogam" xadrez, por exemplo, utilizam-se de algoritmos gerais que apontam a melhor solução, entre várias alternativas finitas, para determinados problemas, mas excluindo combinações criativas.

colegas que têm a mesma experiência). Por outro lado, os *inputs* e informações científicas são basicamente universais e públicas. O ponto crucial é que a variedade na base do conhecimento envolvido na busca inovativa implica em diferentes graus de especificidade do conhecimento por detrás do sucesso inovativo e, como será discutido mais adiante, ajuda a explicar as diferenças entre setores industriais no que diz respeito à atividade inovativa.

O autor (Dosi, 1982 e 1984) sugere uma estreita semelhança e analogia, em termos de definição e procedimentos, entre ciência e tecnologia. Adicionalmente, assim como a moderna filosofia da ciência sugere a existência de paradigmas científicos (ou programas de pesquisa científicos nos termos de Lakatos), também existem paradigmas tecnológicos (ou programas de pesquisa tecnológico).

Um paradigma científico pode ser definido como uma perspectiva que define os problemas relevantes, um modelo e um padrão de investigação. Nos escritos de Dosi (1982, pp 83):

We shall define a technological trajectory as the pattern of "normal" problem-solving activity (ie of "progress") on the ground of a technological paradigm.

Este modelo ou padrão de solução de alguns problemas tecnológicos, baseia-se em princípios derivados das ciências naturais e em algumas tecnologias e conhecimentos essenciais, juntamente com regras específicas (institucionais) que permitam apropriar-se do novo conhecimento e salvaguardá-lo contra a rápida difusão para os competidores - lei de patentes.

As semelhanças apontam para o mecanismo e procedimentos da ciência de um lado, e para o mecanismo e procedimentos de tecnologia de outro. Tanto paradigmas científicos como paradigmas tecnológicos determinam o campo de investigação, as direções a serem tomadas, os problemas, os procedimentos e as tarefas.

Exemplos de paradigmas tecnológicos incluem o motor de combustão interna, os materiais sintéticos e os semicondutores. Os padrões de mudança tecnológica, entretanto, sugerem a existência de paradigmas com diferentes níveis de generalidade em vários setores industriais, definidos pelos "pacotes" de características das mercadorias - suas *prestações* (para que servem; o que delas se espera).

Há também no campo da tecnologia, algo similar a *heurística positiva* e a *heurística negativa* na ciência. Em outras palavras, um paradigma tecnológico incorpora fortes prescrições quanto as *direções* do progresso técnico: as que devem ser tomadas e as

que devem ser negligenciadas; onde devemos pesquisar, que tipo de conhecimentos nos servem de base. Assim como os avanços na "ciência normal" (nos termos de Kuhn) representam a atualização de uma premissa contida num paradigma científico, o processo de mudança tecnológica também está limitado por um certo paradigma.

Nestes termos, os paradigmas tecnológicos possuem um poderoso efeito de exclusão: os esforços e a imaginação dos técnicos e organizações são focados precisamente numa direção, enquanto, ao contrário, pode-se dizer, estão "cegos" quanto a outras possibilidades tecnológicas.

Certamente os procedimentos, competências e heurísticas envolvidas na busca de inovações são, em graus variados, específicas para cada tecnologia. Em outras palavras, cada paradigma tecnológico envolve uma específica "tecnologia da mudança tecnológica"<sup>16</sup>, relacionada ao tipo de aprendizagem que Malerba (1988) chama de *learning to learn*, exposta mais a frente.

Por exemplo, em alguns setores (como na química orgânica) estes procedimentos (métodos e regras) estão relacionados com a habilidade em mesclar conhecimento científico de base com o desenvolvimento de novas moléculas que apresentam certas características requeridas. Então, os compostos existentes são pesquisados com o auxílio do conhecimento científico da relação entre estruturas químicas e propriedades físicas, da experiência prévia e do acaso.

Em outros setores (como o de dispositivos micro-eletrônicos), os métodos da busca inovativa envolvem avanços científicos nos fluxos micro elétricos dentro dos semi-condutores, no desenvolvimento de *hardwares* mais sofisticados capazes de "escrever" os *chips* no nível desejado de miniaturização, e nos avanços na lógica de programação, aliando velocidade de transmissão de dados, graus de interação com o usuário e custos por unidade de informação. Já em setores como a engenharia mecânica, o processo de pesquisa é geralmente focado nos benefícios envolvidos na utilização das máquinas-ferramentas e em suas prestações: velocidade, flexibilidade para uso múltiplo, precisão no corte, resistência, homogeneidade e padronização de produtos e operações. Dosi afirma que evidências históricas sugerem fortemente que um grande impulso para inovações tecnológicas derivou de *imbalances* (desequilíbrios) entre dimensões técnicas que caracterizam uma "trajetória"

---

16- "*Technology of Technical Change*" foi o título de uma importante conferência em Londres, coordenada por Richard Nelson no Royal College of Arts em 1985.

ou "avenida". Por exemplo, no setor de máquinas-ferramenta, o conflito de dimensões técnicas seria entre velocidade de corte ou de disparo e resistência do instrumento<sup>17</sup>.

O fato é que as qualificações pré-requisitos de todos os processo de pesquisa e busca inovativa tipicamente envolvem também (em maior ou menor grau) uma experiência tácita oral e informal (ou pelo menos não escrita e documentada) no *design* e nos uso dos equipamentos mecânicos e, mais recentemente, na interface entre controles eletrônicos e movimentos mecânicos.

Já nos setores produtores de vestuários, couros e calçados, a experiência tácita é "qualidade de pesquisa" (*search skill*) fundamental na capacidade de entender e antecipar tendências nos gostos e moda.

De forma geral, em todos os setores, os modelos de "resolver problemas" (*problem-solving models*) estabelecem *como* pesquisar e que *alvos* devem ser focados.

Uma implicação crucial para a forma paradigmática geral do conhecimento tecnológico (e científico) é que as atividades inovativas (e científicas) são fortemente **seletivas e finalizadas** em aspectos e direções bastante precisas, e **cumulativas** na aquisição da competência em resolver problemas. NEWI (1982) e Dosi (1982) definem trajetória tecnológica como a atividade do processo tecnológico ao longo do *trade-off* econômico e tecnológico definido por um paradigma. Assim, por exemplo, o progresso tecnológico em aeronaves seguiu duas trajetórias bem precisas (civil e militar) caracterizadas pelo incremento e melhoria nas relações entre cavalos-força, peso bruto na aterrissagem, velocidade de cruzeiro, aerodinâmica e autonomia.

É precisamente a natureza paradigmática e cumulativa do conhecimento tecnológico que contribui para a disposição relativamente ordenada dos modelos, características e padrões de mudança tecnológica observados, e associados a setores específicos da produção industrial.

Antes de encerrarmos este tópico, anteciparemos as críticas de Metcalfe e Boden (1992) ao conceito de paradigmas tecnológicos. Esta e outras controvérsias entre participantes do mesmo PPC encontram-se no final do trabalho.

---

17-Para uma discussão de vários exemplos deste processo de solução dos *imbalances* técnicos, os quais Hughes (1987) chama de *adverse salients* e *critical problems*, ver Rosenberg (1976, especialmente capítulo 6).



Para Metcalfe e Boden (1992) existem dois problemas básicos com conceito de paradigma kuhniano aplicado à tecnologia: o primeiro é que o limite de um paradigma só pode ser ultrapassado por uma "revolução", e o segundo, que não leva em conta o contexto organizacional específico das empresas. Como observa-se em Dosi (1982, pp 84), a utilização de conceitos extraídos da Metodologia da Ciência permitem apenas analogias. Não representa, portanto, a opção metodológica de Dosi por Kuhn ou por Lakatos:

The broad analogy between science and technology we have been drawing should clearly not taken as an identity. In addition to the obvious difference related to the different nature of the problem-solving activity, technological knowledge is much less well articulated than is scientific knowledge - much of it is not written and is implicit in "experience", skills, etc. This implies also that the definition of a technological paradigm is bound to be much looser, while the distinction between normal activity and problem shifts is likely to be hard to make in practice. The same idea of technological paradigm should be taken as an approximation, adequate in some cases but less so in others. In our view, however, the analogy keeps its validity in that both scientific and technological activities represent strongly selective gestalten embodying powerful heuristics.

A analogia entre ciência e tecnologia permite ao autor concluir que as mudanças contínuas (inovações de melhoria) estão frequentemente relacionadas com progressos ao longo de uma trajetória tecnológica, definida por um novo paradigma tecnológico, enquanto que as descontinuidades (inovações radicais) estão associadas com a emergência de um novo paradigma. Nestes termos, a substituição da válvula pelo transistor representa o exemplo de uma inovação radical, descontínua e associada a uma nova trajetória tecnológica, a eletrônica. Posteriores inovações de melhoria, como o aumento de velocidade de transmissão, ocorrem ao longo da trajetória definida pelo paradigma tecnológico.

Analogamente, uma mudança no paradigma geralmente implica em mudança nas trajetórias: junto com diferentes bases tecnológicas e diferentes protótipos de artefatos, as dimensões técnico-econômicas das inovações também variam. Algumas características podem tornar-se mais fáceis de se atingir, novas características e prestações desejáveis podem emergir e algumas outras perderem importância.



## A TAXONOMIA SETORIAL DE PAVITT

Segundo Dosi (1988), não podemos mais nos ater, na análise do fenômeno inovativo, a números estatísticos como inscrição de novas patentes e gastos com P&D. Na interpretação da evidência de atividades inovativas nas economias atuais, temos de enfrentar questões como, primeiro, a natureza do processo inovativo ligada à percepção de uma oportunidade economicamente explorável. Segundo, devemos observar a direção da mudança tecnológica: em que medida os dados representam reações aos sinais de mercado? Até que ponto outros fatores influenciam os tipos de mudança tecnológica? Terceiro, porque os setores econômicos variam no quanto produzem inovações a partir de diferentes volumes de recursos alocados como proporção dos seus respectivos produtos.

Para desenvolver estes pontos, apresentaremos os determinantes estruturais da atividade inovativa, e que serviram de critérios para a elaboração da taxonomia setorial de Pavitt.

Nas suas obras do início dos anos oitenta, NEWI (1982), Rosenberg (1984) e Freeman (1982), trataram as *condições de oportunidade tecnológica* como um dos principais determinantes da intensidade da atividade inovativa em uma indústria. Particularmente NEWI sublinharam a relevância das *condições de apropriabilidade* e de *cumulatividade*, e introduziram o conceito de *regime tecnológico*, que guia a atividade de pesquisa e de inovações em uma dada indústria. A seguir, são examinadas os mais recentes desenvolvimentos nestas direções.

As características específicas de uma tecnologia são variáveis importantes para definir os incentivos econômicos e os padrões de inovação. Conforme já exposto, diversos estudos caminham nesta direção. A nível dinâmico foram introduzidas as noções de paradigma e trajetória tecnológica (Dosi, 1982 e 1984), que guiam e dirigem a mudança tecnológica. Tal noção foi primeiro aplicada ao setor de micro-eletrônica e depois para uma série de outros setores. A este filão de análise junta-se aquele ligado ao *technological guideposts* (Sahal, 1981) que *endereço*am a transformação tecnológica (examinado na indústria de computadores e de tratores) e o ligado ao *focussing devices* (Rosenberg, 1976) que trata da atenção dos técnicos e engenheiros na resolução de problemas particulares (examinado na indústria mecânica e de mecânica instrumental). Este filão de análise empírica procura mostrar que em numerosos setores a dinâmica tecnológica e inovativa possui regras próprias, não redutíveis simplesmente a sinais de mercado, mas que dependem da natureza específica da base cognitiva de uma indústria e dos processos de aprendizagem que a caracterizam.

Um terceiro e complementar filão de pesquisa empírica faz referência direta a NEWI e desenvolve a noção de *regime tecnológico*. Evidenciam que os incentivos à atividade inovativa dependem antes de tudo das condições de oportunidade e de apropriabilidade, e que estas últimas diferenciam-se substancialmente em tecnologias e setores, definindo diversos regimes tecnológicos (NEWI, 1982).

As *condições de oportunidade* definem as facilidades de que dispõem os agentes econômicos para inovarem, isto é, restringem o *pool* de potencialidades não exploradas dentro de alguma tecnologia. A existência de oportunidades de inovações não exploradas constitui uma hipótese teórica fundamental do *approach* evolucionista, enquanto define um mundo não caracterizado funcionalmente por escassez (Dosi 1982).

As *condições de apropriabilidade* definem as capacidades dos inovadores em apropriar-se privadamente dos resultados e lucros derivados da inovação. Neste sentido, o *approach* evolutivo reforça o caráter eminentemente privado (em oposição ao de bem público) da tecnologia, derivante do componente tácito e idiossincrático do conhecimento, já tratado no item anterior, bem como as diferenças de condições e meios de apropriabilidade em diversos setores e tecnologias e em produtos e processos.

Desenvolvendo o conceito de inovação incremental de Rosenberg (1976 e 1982) e de regime baseado na ciência e regime cumulativo de NEWI (1982), a análise vem se enriquecendo com a inclusão do conceito de *cumulatividade*. A cumulatividade do progresso tecnológico foi sublinhada sobretudo por Pavitt (1987). A cumulatividade tem como origem diversos fatores. Em primeiro lugar, deriva da natureza intrinsecamente cumulativa do conhecimento e dos processos cognitivos (nos dois níveis: universal e formalizado ou específico, informal e tácito); em segundo lugar, a nível de empresa, a cumulatividade é influenciada pela organização dos diversos processos de aprendizagem (tipicamente pelo P&D); e em terceiro lugar, ainda a nível da empresa, pelo montante de recursos destinados a pesquisa, e, deste modo, pela dinâmica industrial e de mercado. Por exemplo, se a performance inovativa depende do montante de gastos em P&D, e se estes últimos dependem dos lucros obtidos no passado, a performance inovativa assume um caráter cumulativo. O grau de cumulatividade da atividade inovativa, analisado a nível de empresa, pode ser definido pela maior probabilidade de que quem inovou no tempo  $t$  inove também no tempo  $t + 1$ .

Por fim, existe uma cumulatividade a nível de setor. Segundo esta assunção, cumulatividade significa que as novas inovações dependem fortemente daquelas que a

precederam, e que o progresso tecnológico caminha de modo incremental e continuado sobre a base de conhecimento disponível, a qual não é necessariamente totalmente apropriável por uma única empresa, mas pode ser difundida no setor e fornecer um *input* cognitivo para a inovação de outras empresas.

À luz destes conceitos, e com base no banco de dados de inovações no Reino Unido entre 1945 e 1979, coletados na Science Policy Research Unit (SPRU) da Universidade de Sussex, Pavitt (1984) desenvolveu uma taxonomia setorial relacionando setores de produção industrial e caracterizações de atividade inovativa. Pavitt, neste estudo, identificou quatro grandes grupos de indústrias manufatureiras:

**1. Setores "*Supplier-dominated*",** dominados pelos fornecedores e tipicamente ofertantes ao consumidor final. As inovações são principalmente ligadas a processos, incorporada nos equipamentos e no capital físico ou inputs intermediários, e originado em firmas fora do setor, geralmente supridoras. As indústrias *supplier-dominated* incluem as tradicionais têxtil, agrícola, vestuário, couro, impressão, produtos de metal ou madeira. Nestes setores, os processos de inovação são essencialmente um processo de difusão dos bens de capital mais eficientes e dos inputs intermediários (como a fibra sintética), enquanto que as oportunidades criadas endogenamente são raras e escassas, bem como os gastos em recursos de P&D. A base do conhecimento destas tecnologias buscam melhorias incrementais no uso do equipamento produzido fora da indústria, e em inovações organizacionais. A cumulatividade e a apropriabilidade das capacitações tecnológicas são relativamente restritas e as firmas são geralmente de pequeno e médio porte (com algumas exceções naquelas atividades caracterizadas por alguma significativa economia de escala na produção, como em parte da indústria têxtil, ou no marketing e na distribuição por canais em rede - *distribution networks*).

**2. Setores "*Specialized Suppliers*",** tipicamente fornecedores (especializados) de *inputs*. Aqui as inovações são centradas no produto que são transmitidas aos setores-clientes sob a forma de equipamentos e *inputs*. As firmas tendem a ser relativamente pequenas, operando em estreito contato com os utilizadores-consumidores e incorporando uma especialização e um conhecimento parcialmente tácito em design e na construção de equipamentos. Tipicamente, este grupo inclui a indústria mecânica e a de instrumentos de engenharia. As oportunidades para a inovação são em geral abundantes, mas são frequentemente mais exploradas através de atividades informais de implementos de melhorias e menos por atividades formalizadas em laboratórios de P&D.

**3. Setores "*Scale-intensive*",** que beneficiam-se da escala de produção. Nestes setores, cuja a atividade coordena sistemas mais ou menos complexos que geram economias de escala de qualquer tipo, verifica-se inovações tanto de processos como de produtos. As empresas tendem a ser grandes, produzindo internamente grande parte de sua tecnologia de processos, e investindo recursos na inovação, procurando integrar-se verticalmente na fabricação de vários componentes de seus equipamentos. Conjugam efeitos de aprendizagem e de processos formais de P&D. Este grupo inclui a indústria de equipamentos de transporte, de alguns bens de consumo duráveis, alimentícia, e a de vidros e cimento.

**4. Setores "*Science-based*",** os chamados setores "de ponta" e com forte conteúdo científico, onde as inovações estão diretamente ligadas aos novos

paradigmas tecnológicos viabilizados pelos avanços científicos mais recentes. Nestes setores as condições de oportunidade são bastante elevadas e as atividades inovativas formalizadas em laboratórios de P&D bem providos de recursos. Uma alta proporção de seus produtos (inovações) supre ampla gama de setores com capital e inputs intermediários. Deste grupo de indústrias (que tendem a ser grandes corporações) fazem parte a eletrônica, química, farmacêutica e a de biotecnologia em suas várias formas.

O próprio autor (Pavitt, 1984) aponta que exercícios taxonômicos das diferenças intersetoriais das fontes, procedimentos e intensidade da busca inovativa são muito novos e que muito trabalho comparativo ainda tem de ser feito. Entretanto, podemos mencionar a importância destas análises tanto a nível normativo quanto positivo. O fato das inovações estarem locadas em pontos diferentes dentro da "máquina capitalista" (*"capitalist engine"* - Nelson, 1984), demanda um melhor entendimento dos fatores que tendem a concentrar as oportunidades e investimentos de inovação em algumas atividades mais que em outras, e da importância de políticas industriais, setoriais e de desenvolvimento.

O argumento da existência de diferenças inter-setoriais também ajuda a explicar a estrutura interna e os graus de assimetria da complexa engrenagem que nas modernas economias capitalistas gera continuamente novos produtos e processos de produção. Mais que isso, diferenças tecnológicas quanto a condições de oportunidade e apropriabilidade, base de conhecimento, e procedimentos de busca inovativa (assimetria de informações), ajuda a desvendar o problema da alocação dentro do sistema sócio-econômico de uma específica atividade e seus respectivos atores; isto é, porque certas atividades as vezes são levadas a cabo por instituições sem fins lucrativos ou universidades e em outras por empresas de negócios, ou porque alguns produzem seus próprios processos inovativos e outros o compram no mercado.

## APRENDIZAGEM E CAPACIDADE TECNOLÓGICA

A análise econômica sempre atribuiu um papel fundamental à relação que ocorre entre aprendizagem, crescimento da produtividade e inovação tecnológica. A análise que se segue é extraída de Malerba (1988). O autor começa por apontar o modelo de Arrow (1962) como ponto de referência teórica do qual originou-se este filão de pesquisa, que analisa o papel da aprendizagem na distribuição e seus efeitos sobre a divergência entre produto social e privado. Neste modelo, a aprendizagem é fenômeno externo à empresa e resulta incorporado no leque de bens de capital utilizado pelas empresas.

Paralelamente a este filão, muitos estudos empíricos, alguns de caráter qualitativo, identificaram a aprendizagem como fundamental fator de progresso científico, tecnológico, econômico, e para a produção de novos conhecimentos. Numerosos estudos empíricos e pesquisas realizadas junto a empresas e indústrias evidenciaram a presença de processos de aprendizagem no âmbito produtivo, a nível de produto e de processo. Em particular, a lei de Verdoorn-Kaldor, publicada no *Economical Journal*, em 1957, relacionou a taxa de crescimento da produtividade com o volume acumulado de produção nos diversos países industrializados.

A análise desenvolvida no presente trabalho volta-se a aprendizagem que se verifica a nível da empresa e que diz respeito a tecnologia, produtos e processos. Não nos preocuparemos com a aprendizagem individual, na qual componentes psicológicos desempenham papel relevante. Também não consideraremos a aprendizagem a nível coletivo, ou suas externalidades.

Pelo menos duas linhas de pesquisa podem ser identificadas: a primeira, ligado à curva de aprendizagem (learning curve), enquadra a aprendizagem no conceito de função de produção. A aprendizagem tem lugar durante a realização da atividade da empresa e seus efeitos manifestados pela redução dos custos médios ou diminuição do emprego de inputs de fatores produtivos. A curva de experiência é derivada desta linha de pesquisa. A representação do processo de aprendizagem da empresa através da curva de aprendizagem deu origem a numerosas contribuições significativas de microeconomia (em particular sobre teoria de oligopólio). Fudenberg-Tirole (1983) evidenciaram como as curvas de aprendizagem podem constituir-se em eficazes barreiras a entrada.

A segunda considera a aprendizagem como essencialmente multi-dimensional, e a insere em uma conceitualização evolucionista da empresa, como possuindo base cognitiva específica. Esta segunda linha, a qual nos aprofundaremos, interpreta a

aprendizagem como uma atividade custosa e finalizada, referente a produtos e a processos e como fonte de inovações incrementais ou radicais. Relacionada portanto à diversas áreas da empresa: P&D, engenharia, produção, marketing, organização e design. O resultado da aprendizagem diz respeito a um maior e mais completo conhecimento das características das tecnologias, dos produtos e dos processos produtivos, e portanto consiste na introdução de modificações, melhorias e inovações nos produtos e processos existentes.

Esta visão mais ampla da aprendizagem pode ser inserida em um contexto teórico que faz referência a três pontos fundamentais.

O primeiro está ligado a conceitualização da empresa como conhecimento produtivo e capital humano cognitivo específico. Através de suas operações, a empresa adquire e conserva no tempo um conhecimento que é em parte tácito, não articulável e dificilmente transmissível. Existem notáveis diferenças entre as empresas quanto à base de conhecimento e quanto às capacidades e conhecimentos distintos.

O segundo ponto refere-se a tradição de pensamento que conceitua a empresa como organização adaptativa de tipo evolucionista, já examinada mais profundamente em outra parte deste capítulo. Através desta interpretação, as empresas são vistas como caracterizadas por uma racionalidade limitada e apresentando um comportamento satisfatório, sendo guiadas por rotinas específicas desenvolvidas e modificadas no curso de suas evoluções como organizações operantes em ambientes competitivos e sujeitos a mudanças.

O terceiro ponto refere-se a conceitualização da mudança tecnológica como fenômeno cumulativo. Nesta perspectiva, o progresso técnico é local e resultado de desenvolvimentos incrementais e cumulativos. Os novos progressos desenvolvem-se a partir do ponto em que se está e são alimentados pelo conhecimento existente.

Movendo-se neste contexto teórico, é possível afirmar o que segue.

Em primeiro lugar, a aprendizagem por parte da empresa não é sempre gratuita ou automática. Em muitos casos resulta de uma atividade custosa e finalizada. Os processos de aprendizagem são ligados às principais atividades da empresa, como P&D, engenheirização, projetos, produção e marketing. As empresas devem alocar recursos para aprender, e portanto aprendem com intensidades diversas.



Segundo, a aprendizagem pode ter lugar *interna* ou *externamente* à empresa. A aprendizagem interna pode ser por sua vez caracterizado por diversos níveis de custo e idiossincronicidade. A aprendizagem externa não pode substituir a interna, mas pode conferir velocidade e modificar as direções e dimensões relevantes. As empresas são caracterizadas por diversas combinações de aprendizagem interna e externa.

Em terceiro lugar, o conteúdo da aprendizagem pode relacionar-se às heurísticas da empresa (aprender a aprender, ou *learnig to learn*), através das quais as rotinas que conduzem a aprendizagem das empresas aperfeiçoam-se com a experiência, e/ou relacionam-se às tecnologias (aprendizagem tecnológica) pelas quais as empresas progredem por avanço acumulados ao longo de uma específica trajetória, conforme examinado no item anterior.

Escreveram Coombs, Saviotti e Walsh (1992, pp 7):

The nature of knowledge in organizations has also become an important component of modern evolutionary theories. Thus knowledge can be characterized as tacit or codified (Teece, 1981, NEWI, 1982), public or private, local (NEWI, 1982) and cumulative (Pavitt, 1990). An important outcome of this considerations is that a firm's knowledge is highly (although not entirely) specific and path dependent (Metcalf and Boden, 1992).

Assim, todos os pontos citados e relacionados em partes diversas deste trabalho, relacionam-se com a empresa em uma perspectiva evolutiva e dinâmica, onde aprendizagem, conservação do conhecimento acumulado e capacidade tecnológica caminham inter-ligados no tempo.

Reforçando o início deste tópico, não consideraremos (porém reconhecendo) a existência de qualquer forma de aprendizagem coletiva e de aprendizagens genéricas ligadas a difusão de conhecimentos tecnológico (aprendizagem genérica "não incorporada" como a aquisição de informações<sup>18</sup> de natureza científica, tecnológica ou profissional, ou mesmo de inovações, novos componentes ou bens de capital). Reconhece-se, contudo, que estas transferências de conhecimento não apropriável contribuem de maneira fundamental para determinar a velocidade de difusão de novas tecnologias no sistema econômico e para gerar diferenças entre as empresas em termos de diversas velocidades de adoção de novos produtos<sup>19</sup> e processos e de aquisição de informação.

---

18-São várias as investigações acerca da natureza, papel, produção, compra e venda de "informações". Enfoques originais estão em Dosi (1988) e Clark e Juma (1987).

19-Ver Mansfield (1985).



Passaremos à definição dos vários tipos de aprendizagem, como está em Malerba (1988). Um esquema conceitual um pouco diverso, mas igualmente interessante está em Dogson (1992).

## **Aprendizagem Interna**

A aprendizagem interna tem lugar na empresa e está ligada às suas principais funções: P&D, marketing, produção e organização. O artigo em análise sugere a existência de três modalidades principais de aprendizagem no interior da empresa:

- 1 - aprendizagem pelo uso (*learning by using*);
- 2 - aprendizagem pela experiência (*learning by doing*); e
- 3 - aprendizagem pela pesquisa (*learning by searching*).

A aprendizagem pelo uso é ligada a adaptação da empresa às novas tecnologias, incorporadas aos novos componentes, semi-manufaturados e instrumentos. A aprendizagem pela experiência é ligada ao processo produtivo da empresa. Por último, a aprendizagem pela pesquisa é ligada a busca inovativa - atividade expressamente finalizada na criação de novos conhecimentos e fortemente intencional, em comparação com as anteriores.

Todas as três geram mudanças no capital cognitivo da empresa e podem traduzir-se em aumento de eficiência produtiva, melhoramentos, modificações e inovações incrementais.

Diferenças entre setores quanto a tipologia de aprendizagem interna são ligadas às características estruturais e tecnológicas dos próprios setores. Enquanto a aprendizagem pela experiência é muito difusa nos setores de elevada oportunidade tecnológica, uma maior importância da aprendizagem pelo uso é presente nos setores que dependem na sua atividade produtiva e inovativa de novos inputs e instrumentos introduzidos em outros setores. Veremos cada uma separadamente.

**A aprendizagem pelo uso** (*learning by using*), origina-se do processo de **adaptação** da empresa a novos *inputs* e instrumentos, e está ligada a uma melhor e mais eficiente utilização dos equipamentos, materiais e bens intermediários. É a mais evidente e estudada forma de aprendizagem, desde Adam Smith em sua "*A Riqueza das Nações*", no clássico exemplo do ferreiro na produção de alfinetes, e está ligada a idéia de que "a perfeição vem pela prática".

Através da aprendizagem pelo uso, as empresas aprendem a usar de maneira eficiente as instalações e maquinários de que dispõem, e a explorar eficazmente as propriedades e características dos novos materiais e dos *inputs* intermediários, eventualmente integrando-os com aqueles existentes. Esta forma de aprendizagem constitui-se, portanto, em um processo de adaptação, no curso do qual a empresa progressivamente reduz a própria ignorância e desenvolve uma crescente familiaridade com os novos equipamentos e novas plantas.

Deve-se ressaltar que o *learning by using* de Rosenberg corresponde não apenas a aprendizagem pela utilização (que separa a prática da experiência), mas uma combinação da aprendizagem pelo uso, pela experiência e pela interação (examinada a seguir). Interessante notar que aspectos organizativos possam imprimir notável importância na velocidade de aprendizagem pelo uso das empresas. Em particular, as diversas composições da força de trabalho pode influenciar a velocidade de aprendizagem a nível da empresa: a aprendizagem é mais rápida se a empresa é caracterizada por uma cota mais elevada de mão de obra altamente qualificada.

**A aprendizagem pela experiência (*learning by doing*)** gera melhoramentos, modificações e inovações incrementais, tanto nos processos quanto nos produtos e se verifica na evolução de várias manufaturas. É, contudo, mais forte nos setores de alta composição de capital.

Os efeitos oriundos da planificação e treinamento incluem-se neste tipo de aprendizagem. No setor de serviços e de intermediação financeira, os efeitos de processos como os de qualidade total e planejamento estratégico também estão incluídos neste tipo de aprendizagem.

Da mesma forma que para a aprendizagem pelo uso, para a aprendizagem pela experiência uma das principais trajetórias seguidas diz respeito a redução nos custos, perseguida por engenheiros e pessoal técnico em muitas indústrias<sup>20</sup>, através de pequenas introduções de modificações e pequenos melhoramentos. Porém por ser uma atividade finalizada, outro pode ser o alvo da aprendizagem. No caso em que o processo produtivo se caracterize pela indivisibilidade, por elevada intensidade de capital e dificuldade para ampliar a capacidade produtiva através de novos investimentos, técnicos e engenheiros podem aprender através da experiência a aumentar a escala das plantas para responder a um

---

20-Malerba (1988), neste ponto, cita o estudo de Dahlman e Westphal que apontam o ocorrido na Usiminas-Brasil, como o exemplo empírico no parque siderúrgico.

aumento de demanda. Pode-se ainda objetivar mudanças nas características e prestações dos produtos, endereçando os esforços para melhorar dimensões técnicas: confiabilidade, propriedades físicas (durabilidade e pureza), performance (quesitos como velocidade e eficiência energética) ou tamanho.

Características da demanda e do processo produtivo podem influenciar os caminhos da aprendizagem pela experiência. No caso de demanda homogênea e processo produtivo rígido, a aprendizagem pode ser dirigida a standardização do produto, enquanto que para demandas heterogêneas e produção flexível, as empresas podem ser incentivadas a diferenciar-se através de seus produtos e serviços.

É importante observar que em muitos casos, a aprendizagem a nível de produto é extremamente ligada a aprendizagem a nível de processo, alimentando-se reciprocamente. Esta relação é bastante evidente em setores novos como o de semi-condutores (anos 50 e 60 - Malerba, 1985) como em indústrias mais maduras, como a química.

**A aprendizagem pela pesquisa** (*learning by searching*) é resultado de um processo de pesquisa intencional, (frequentemente institucionalizado), e especificamente finalizado na geração de novos conhecimentos ou na introdução de mudanças em produtos e em processos. Compreende não apenas o P&D, mas também o marketing e todas as atividades empreendedoras não formalizadas da empresa.

A aprendizagem pela pesquisa constitui-se em uma atividade acumulativa e irreversível, baseada nos conhecimentos dos parâmetros tecnológicos e econômicos, e que gera avanços no conhecimento de natureza incremental, local e contingencial (NEWI, 1982). No caso da P&D, por exemplo, os resultados dos projetos correntes tornam-se o ponto de partida para a definição e realização de projetos futuros.

Malerba aponta que, em particular, a nível setorial, a velocidade de aprendizagem pela pesquisa ligada a P&D é influenciada pelas diversas condições de oportunidade tecnológica (definida anteriormente). A aprendizagem se verifica mais rapidamente nos setores nos quais o progresso na ciência de base e aplicada desenvolve e enriquece continuamente o conhecimento da empresa. Além disso, a melhoria científica-cultural na qualidade do capital humano das empresas tem um notável efeito sobre a intensidade da aprendizagem. Deve ser lembrado que a aprendizagem pela pesquisa ligada a P&D tem uma velocidade dependente do volume de recursos investidos. Esta relação tem sido o centro de análise de numerosos estudos (OCDE, Industrial Structures Statistics, 1986

e autores como Scherer, Saviotti e Metcalfe) - conforme Dosi (1988) - buscando correlação estatística entre gastos em pesquisa (formalizada) sobre PIB industrial e inovações resultantes, geralmente medida através do número de registros de patentes. Entretanto, em adição a P&D formalizada, e de várias maneiras complementares a ela, um número significativo de inovações e melhorias é originado das formas de aprendizagem investigadas nesta parte. Tais esforços informais são corporificados nas pessoas e na organização, e seus custos difíceis de serem traçados.

## **Aprendizagem Externa**

É bastante evidente que a aprendizagem interna deve ser alimentada e complementada pelos resultados obtidos por outras empresas, ou mesmo por uma aprendizagem conjunta entre empresas. O custo crescente de novas tecnologias, a multidisciplinaridade dos novos conhecimentos, e a natureza sistêmica e complexa de produtos e de processos, requerem que a aprendizagem interna da empresa, quanto a processos e resultados, venha ao lado (e em medida sempre maior) de uma aprendizagem externa complementar.

A aprendizagem interna é uma condição necessária para uma eficaz aprendizagem externa: a empresa deve de fato dispor das competências necessárias para poder receber, elaborar e assimilar os conhecimentos obtidos do exterior.

O artigo de Malerba sugere a existência de três tipos de aprendizagem externa: *aprendizagem pela imitação* (gerada pela reprodução das inovações introduzidas por outras empresas), *aprendizagem pela interação* (gerada pela interação com consumidores e fornecedores), e *aprendizagem pela cooperação* (resultado da colaboração de outras empresas), sem necessária correspondência entre elas, nem com os tipos de aprendizagem interna.

A **aprendizagem por imitação** é gerada pela atividade através da qual a empresa introduz, de maneira autônoma e não cooperativa, ou mesmo através de licenças e transferências de know-how, as inovações introduzidas por outras empresas. Na maior parte das vezes é processo custoso e requer um notável emprego de recursos.

É importante frisar que a inovação representa algo diverso da réplica. Para realizar uma réplica exata, a empresa pode simplesmente limitar-se a reproduzir processos ou produtos, através de um conhecimento completo e detalhado das características específicas que o distinguem. Por outro lado, a aprendizagem pela imitação diz respeito a

um processo de natureza idiossincrática, que torna peculiar a forma de reagir, sentir e observar influências do meio exterior, em particular quando a empresa tem a intenção de adquirir a capacidade de modificar autonomamente os produtos e processos imitados. Neste caso, a empresa imitadora deve realizar internamente um processo de aprendizagem que integre e utilize com eficácia informações provenientes de fora, para verdadeiramente gerar uma inovação incremental. O mesmo vale para a difusão intra e inter setorial das novas tecnologias.

A aprendizagem pela imitação pode manifestar-se também fora dos canais convencionais, representados por licenças e transferência de know-how. Em numerosos casos, a mobilidade do trabalho e o escambo formal ou informal de informações representam elementos fundamentais do processo de aprendizagem da empresa.

A nível empírico, é possível apontar diversos exemplos de aprendizagem pela imitação unida a aprendizagem interna: indústrias de alta tecnologia (computadores e semicondutores), sistemas país (Japão é melhor exemplo), e em muitos casos de transferência internacional de tecnologia. As imitações envolvem processo de aprendizagem não apenas condizentes com a escolha entre processos e produtos (*know-what*), mas também a capacidade de realizá-las eficazmente (*know-how*), e a capacidade de introduzir inovações incrementais baseadas na tecnologia transferida (*know-why*).

**A aprendizagem pela interação** é um tipo de aprendizagem que se origina da interação entre empresa, fornecedores e consumidores. As informações provenientes dos consumidores (utilizadores), que sinalizam e especificam as próprias exigências e cooperam com os produtores na definição e no desenvolvimento de novos produtos, alavancam um processo de aprendizagem externa que enriquece e desenvolve a aprendizagem interna dos produtores. Este *up-grading* envolve tanto o aspecto utilização quanto a experiência, o que reforça o carácter multidimensional da aprendizagem da empresa.

**A aprendizagem pela cooperação** distingue-se da anterior quanto ao ator da parceria: são as próprias empresas concorrentes que trocam experiências quanto a geração, modificação e geração de novas tecnologias. Esta cooperação dá-se normalmente a nível de P&D, design, produção ou marketing, e é motivada por fatores como incerteza e custo da inovação e diversidade e amplitude da demanda.

## **Aprendizagem Tecnológica (*learning to learn*)**

A conjunção dos dois tipos de aprendizagem analisados - as externas e as internas - geram *aprendizagem tecnológica* para a empresa.

A **aprendizagem tecnológica** é fortemente ligada a especificidade tecnológica setorial, e em muitos casos caracterizada por conhecimento mais do que suficiente para a realização da atividade corrente da empresa.

A aprendizagem tecnológica é essencialmente cumulativa, porque os resultados obtidos do processo de aprendizagem constitui a base sobre a qual se apóia o processo de aprendizagem sucessivo. Tal cumulatividade segue direções (trajetórias) específicas e determinadas pelas características e pela lógica interna da tecnologia utilizada.

Além de aprender em uma específica tecnologia, as empresas aprendem a aprender. O aprender a aprender (*learning to learn*) relaciona-se com as heurísticas e rotinas que guiam a aprendizagem: com o tempo, em termos de regras decisórias e de procedimentos, as empresas aprendem a realizar mais rápida e eficazmente os diversos processos de aprendizagem examinados anteriormente, em alguns casos desenvolvendo a flexibilidade necessária para passar de uma tecnologia a outra.

Em muitos casos, as diversas formas de aprendizagem ocorrem simultaneamente ou sequencialmente, podendo apresentar complexas interações, recorrências e *feedbacks*. Por exemplo, a aprendizagem pelo uso e pela experiência são estreitamente correlatos, e podem unir-se em diversos casos de aprendizagem pela interação. O mesmo vale para a aprendizagem pela imitação e cooperação. Ou ainda, a aprendizagem pela experiência pode gerar um processo de aprendizagem pela pesquisa, ou este ser seguido por uma aprendizagem pela experiência.

De acordo com a tipologia de Pavitt (1984), apresentada anteriormente, é possível mostrar que na indústria baseada na ciência, a aprendizagem é associada ao P&D da empresa, à interação com os fornecedores de instrumentos para pesquisa, e a progressos realizados em alguns campos científicos. Nos setores que apresentam elevadas economias de escala, a aprendizagem é associada à interação com os fornecedores de plantas e maquinários. Nos setores fornecedores especializados, a aprendizagem é associada à interação com os clientes. Nos setores tradicionais, a aprendizagem é associada à interação com os fornecedores de materiais e de equipamentos produtivos.



Em um dado momento, portanto, as empresas podem ser caracterizadas por uma ampla variedade de combinações entre aprendizagem interna e externa, dirigindo esforços em medidas diferentes para uma ou outra. Ao longo do tempo, as empresas devem memorizar e selecionar o quanto foi aprendido. De um lado, os procedimentos e tecnologias absorvidos e conservados no tempo, representam o patrimônio cognitivo e os recursos distintivos das empresas. De outro, as empresas selecionam o quanto foi aprendido, não recordando aquilo considerado irrelevante (*learning by forgetting*) ou evitando repetir os erros cometidos (*learning by failing*).

Esquemáticamente, os tipos de aprendizagem podem ser assim apresentados:

APRENDIZAGEM INTERNA	APRENDIZAGEM EXTERNA
-pelo uso	-pela imitação
-pela experiência	-pela interação
-pela pesquisa	-pela cooperação

*geram*

APRENDIZAGEM TECNOLÓGICA
-learning to learn
-learning by forgetting
-learnig by failing

*que constitui*

CAPACIDADE TECNOLÓGICA DA EMPRESA
-rotinas, instituições
-estrutura organizativa
-capital cognitivo

Em termos mais genéricos, tudo aquilo o que a empresa aprende em termos de rotinas e tecnologias contribui para formar a capacidade tecnológica da empresa, isto é, a capacidade de utilizar, modificar ou gerar novas tecnologias de modo contínuo. Sob uma óptica schumpeteriana, ela exprime uma capacidade de inovar, imitar e adotar novas

tecnologias, de produzir eficientemente, de efetuar investimentos com altas taxas de retorno, e de penetrar em novos mercados.

A capacidade tecnológica de uma empresa é em parte tácita e informal, não codificável ou articulável, pois é incorporada nos indivíduos e na organização, não sendo facilmente ensinada, transmitida ou imitada<sup>21</sup>, envolvendo aspectos institucionais.

Como consequência, pode não ser fácil transferir capacidade tecnológica entre empresas através da mobilidade do trabalho, porque, em geral, os papéis e funções do indivíduo adquirem significado somente no interior de grupos articulados e complexos, que formam uma particular estrutura organizativa e até sócio-cultural.

Concluindo, este artigo representa uma primeira tentativa de utilizar a conceitualização da empresa como capital cognitivo específico, e como um sujeito que aprende e inova no tempo, conceitualização esta já descrita anteriormente. Note-se o caráter cumulativo dos esforços e conceitos dentro do programa de pesquisa.

A aprendizagem dentro da empresa, assim como a inovação, é essencialmente multi-dimensional, podendo ser pensada tanto como processo como conteúdo. Como processo, é externa ou interna a empresa, conforme as categorias expostas. A nível de conteúdo, é necessário distinguir entre aprendizagem nos procedimentos e regras decisoriais (*learning to learn*) e aprendizagem tecnológica (*technological learning*).

Por último, também o conceito de concorrência entre empresas muda notavelmente no caso de aprendizagem multi-dimensional. Enquanto que na conceitualização ligada a curva de aprendizagem a concorrência tem lugar entre empresas de dimensões diversas, implica em especialização e é centrada na produção acumulada de um produto, na conceitualização multi-dimensional da aprendizagem a concorrência é de tipo dinâmica e inovativa e tem lugar entre empresas diversas, caracterizadas por capitais cognitivos diversos e capacidade tecnológica em contínua evolução.

---

21-A esta idéia relacionam-se os conceitos de *competence asset* e *complementary asset*, em Teece (1986).

### **CAPÍTULO 3**

#### **CONCLUSÕES E SITUAÇÃO ATUAL DO PROGRAMA DE PESQUISA NEO-SCHUMPETERIANO OU TECNOLÓGICO**

Veremos neste capítulo a plausibilidade de aplicação da MPPC sobre o corpo teórico destacado até aqui, examinando alguns pontos de coesão, conflitos e formas de ajuste e solução.

"A Teoria do Desenvolvimento Econômico" de Schumpeter será considerada a matriz teórica deste programa de pesquisa. Conforme Heertje (1973), sua maior originalidade reside no papel central conferido à mudança tecnológica. Adicionalmente, tal obra representa uma clara e profunda ruptura em relação ao corpo teórico dominante na ciência econômica de então - a tradição neo-clássica - ainda que alguns postulados da teoria microeconômica não tenham sido descartados pelo autor. Utilizando o aparato instrumental de Lakatos, estaria surgindo um PPC rival ao neo-clássico, com novo conteúdo metafísico (a figura do empresário inovador, e o re-ajuste posterior a destruição criadora), e com nova heurística (análise do desequilíbrio). Rosenberg (1986, pp 3) aponta que:

In Schumpeter's case, though he never faced up to it, his analyses of capitalist development really amounted to a wholesale rejection of some of the basic tenets of neo-classical reasoning. Schumpeter believed that neo-classical analysis did not provide an adequate framework for understanding the essential aspects of capitalist reality. In spite of [his] numerous expressions of filial piety to Walras, including his description of Walras' *Elements* as '... This Magna Charta of exact economics...', his rejection of neo-classical reasoning is profound.

Mais que romper com a tradição neo-clássica, a obra de Schumpeter, nas palavras de Clark e Juma (1987, pp 59):

... forms a significant starting point for the analysis of non-equilibrium economic structures and has been built upon a number of modern economists. For example, Nelson and Winter have made ambitious efforts to develop an evolutionary model of economic change in the neo-Schumpeterian spirit.

Este "espírito Neo-Schumpeteriano", que permeia os trabalhos dos autores apresentados, repousa sobre três alicerces básicos, que devemos novamente ressaltar:

1) Schumpeter, com sua visão dinâmica do desenvolvimento econômico conferindo papel central a inovação e endógeno à tecnologia;

2)As teorias behavioristas da firma (Simon, Cyert, March), rejeitando as regras de otimização como representantes do comportamento da economia e das empresas; e, por fim,

3)O alicerce evolucionista darwiniano, cuja aplicação pioneira da incerteza e do processo de seleção produzida pelo ambiente, encontramos em Alchian (1950).

Porém, para que a série de teorias apresentadas configure-se num programa de pesquisa, a luz das idéias de Lakatos, é necessário determinar o núcleo rígido, cinturão protetor e heurísticas positiva e negativa, ainda que em processos de reajuste, comuns às análises que se julga serem participantes de uma mesma matriz disciplinar (PPC). Assim procedendo, estaremos fundamentando a idéia de que Schumpeter, Freeman, Nelson, Winter, Rosenberg, Pavitt, Dosi e Malerba, entre outros, são participantes de um mesmo programa de pesquisa científica - o programa de pesquisa "Neo-Schumpeteriano". Para tal, devemos identificar nos trabalhos apresentados os elementos de avaliação metodológica propostos por Lakatos.

A primeira categoria de Lakatos, o núcleo rígido (*hard core* irrefutável, incluindo algum eventual conteúdo metafísico), comum às teorias dos participantes do programa, são as idéias presentes nos três alicerces citados acima:

- a noção de que o capitalismo é um processo caracterizado por mudanças internas e descontínuas cuja essência seriam as mudanças tecnológicas;

- estas inovações (irreversíveis e permeadas por incerteza) possuem caráter multi-dimensional e global e provocam relevantes modificações no interior das estruturas econômicas.

- as empresas são agentes que aprendem e evoluem no tempos, e constituídas por uma base cognitiva e por uma capacidade tecnológica específicas.

Vê-se, pelo exposto, e pela heurística positiva que está contida no núcleo rígido, uma clara ruptura com o *hard-core* neo-clássico.

As hipóteses auxiliares, contidas na parte flexível do programa, o cinturão protetor que cerca o núcleo rígido, e que tem de passar por ajustes e reajustes, bem como serem testadas, podem ser descritas como:

- há diferença entre invenção, inovação e difusão;*
- a inovação rompe o equilíbrio e a difusão o restaura;*
- inovações tendem a se agruparem;*
- novas tecnologias geram deslocamento de emprego e mudanças em sua composição;*
- há correlação positiva entre gastos em P&D e ocorrência de inovações, existem mecanismos e condições mais propícias para o aparecimento de inovações, e avenidas tecnológicas;*
- fatores institucionais são importantes e devem ser levados em conta;*
- há regras e procedimentos específicos para atividades inovativas em diversos setores, bem como diferenciação setorial dos níveis de apropriabilidade e oportunidade tecnológica;*
- a empresa tem base cognitiva específica, tácita e não formalizada, e aprende, de diversas formas, no tempo;*
- há variância nas competências tecnológicas das firmas, nas suas eficiências produtivas, tecnologias, regras de decisão e estratégias.*

Tais afirmações podem ser consideradas como representativas do cinturão protetor do programa por serem baseadas em evidências empíricas testáveis, de acordo com o que foi mostrado no trabalho. Também fazem parte do cinturão protetor devido ao fato de serem hipóteses que vem se ajustando e se complementando e por constituírem o cerne do trabalho dos participantes apresentados.

A idéia de unicidade nas contribuições elencadas é descrita em Kirat (1991, pp 53). Sobre o trabalho dos autores Neo-Schumpeterianos e seu conteúdo evolucionista:

*La constitution d'une économie du changement technologique sur de nouvelles bases prend en considération les mécanismes hors marché dans un cadre théorique unifié.*

No decorrer da leitura do trabalho pode-se inferir que as teorias descritas fazem parte de um sistema dinâmico, passando por diversas modificações, em que hipóteses são adicionadas, revisadas, ponderadas ou mesmo descartadas. Nos textos originais dos autores pesquisados nota-se uma base bibliográfica bastante homogênea e citações recorrentes.

Uma breve análise do exposto acima é suficiente para afirmar que, nos termos de Lakatos, não apenas o núcleo rígido mas também o cinturão protetor sugerido são

diferentes do núcleo e cinturão atribuídos aos programas neo-clássico e keynesiano, conforme visto.

As prescrições quanto a direção e sentido que as análises dos participantes do programa devem tomar, a heurística positiva, sugerem que se faça o levantamento de dados referentes às invenções e inovações, e que se analise dados referentes a patentes e verbas destinadas a Pesquisa & Desenvolvimento, pelo menos inicialmente (Mensch, 1979). Conforme foram surgindo trabalhos neste sentido e conforme críticas foram construídas (Freeman *et al*, 1982 e Dosi, 1984), a heurística positiva do programa vem se transformando. Continua a apoiar o levantamento de dados, mas agora incorporando as relações entre as inovações e o conjunto tecnológico o qual está relacionada, a natureza do processo inovativo (NEWI, 1982 e Nelson, 1984), e formas de aprendizado (Malerba, 1988) bem como revelando a necessidade de alguma forma de ponderação (setorial) para as mudanças técnicas, que não podem ser todas consideradas da mesma maneira (Pavitt, 1984). Há forte teor prescritivo nestas pesquisas envolvendo o tripé evolutionary (learning), institutional, e strategy. Simultaneamente, abandonam qualquer esforço (heurística negativa) no sentido de se adotar regras como o individualismo metodológico ou atomização dos agentes.

Outra forte prescrição do programa é que se considere primordialmente o enfoque cíclico (Schumpeter, 1939 e 1988; Freeman, 1986; Soete, 1984; Rosenberg e Frischtak, 1984). O enfoque cíclico também permite ver as mudanças tecnológicas como fazendo parte de uma "trajetória" ou "paradigma" tecnológico. Conforme esta interpretação, as modernas ciência e tecnologia em muito se assemelham (Dosi, 1982, pp 84).

Further major contributions to the neo-Schumpeterian tradition have been associated with efforts to understand the occurrence of cycles in economic development. Such cycles, according to Mensch (1979), are associated with a cluster of basic innovations which establish new branches of industry but the resulting economic expansion reaches technological limits. The ensuing stalemate or depression then induces further innovations, which comes again in clusters and put the economy back on another growth path. Mensch holds that new basic innovations are called upon during depression to replace those whose growth potential has been exhausted.

This view is rejected by Freeman and his colleagues (1982), who argue that the bunching of innovation is associated with fundamental break-throughs in science and technology leading to the availability of related families of technological systems. It is this swarming effect that leads to economic expansion and not depression inducement.

(Clark and Juma, 1987, pp 61)



Como um "anexo", por assim dizer, desta prescrição, temos o reconhecimento da importância da fatores institucionais, por exemplo, situações criadas pelo setor bélico-militar, e períodos de rearmamento e guerras, para o surgimento de invenções que rapidamente puderam ser incorporadas no processo produtivo de bens de consumo, e mesmo para o surgimento de novos bens de consumo. A história dos computadores (Freeman, 1982) mostra que todos os seus principais avanços guardam estreita relação com o processo de demanda militar. Fatores institucionais contam também para a especificidade do contexto organizacional o qual as firmas pertencem.

Ao longo de todo este trabalho, tentou-se apresentar breves resenhas que expressam muito fortemente o conteúdo heurístico do programa: avaliar a natureza do processo inovativo, utilizar uma caracterização da empresa de perfil evolutivo, analisar os ciclos, construir patterns, e avenidas de mudança tecnológica, investigar setorialmente as formas de aprendizagem e condições de oportunidade, apropriabilidade e cumulatividade de inovações, incorporar nos modelos aspectos institucionais e mecanismos não formais de transmissão de informações, em direção a uma análise sistêmica:

Neo-Schumpeterian framework lead us away from equilibrium analyses towards a systems approach. Innovations do not just destabilize the equilibrium, they are involved in the irreversible reorganization of economic systems and their embodied institutions.  
(Clark and Juma, 1987, pp 63)

Em termos de uma "lógica de avaliação", que é o principal objetivo da MPPC, podemos considerar a série de teorias apresentadas no trabalho, como participantes de um programa de pesquisa progressivo. De acordo com a série de teorias até aqui apresentadas, temos que cada teoria subsequente resulta da adição e sobre-posição de cláusulas auxiliares à teoria participante, tendo cada teoria pelo menos tanto conteúdo quanto o conteúdo não refutado da sua predecessora. No capítulo 2, vimos como a tipologia setorial de Pavitt encaixa-se na análise das diversas formas de aprendizagem de Malerba e esta com a ótica evolutiva de NEWI e o conceito paradigmático de tecnologia de Dosi.

O programa de pesquisa em questão mostra-se teoricamente progressivo pois cada nova teoria tem conteúdo empírico adicional em relação a sua predecessora, podendo predizer algum fato novo, inesperado a luz da teoria anterior. Como exemplo deste processo temos a explicação de um "boom" de inovações devido a fatores e condições (institucionais e evolutivas) não anteriormente exploradas, e construindo-se um esquema conceitual

razoavelmente coeso e abrangente. Em ambos os casos, temos que as novas proposições possuem um conteúdo empírico adicional.

Mais que isso, podemos considerar o programa de pesquisa como empiricamente progressivo, pois parte do conteúdo empírico adicional foi corroborado (basta examinar a história e a estrutura setorial dos modernos complexos industriais, extensamente discutidos na literatura de *case studies* - Rosenberg, 1976, para a indústria mecânica, Freeman *et al*, 1982, para o caso da indústria microeletrônica e Dosi, 1984, para a indústria de semi-condutores).

Podemos afirmar, sem maiores dúvidas, que o programa de pesquisa "tecnológico" vem realizando a tarefa, ainda que mesclando erros e acertos, de explicar as descontinuidades e agrupamentos que marcam a existência das inovações tecnológicas. Adicionalmente, permitiu que se identificasse a estreita relação existente entre os caminhos da tecnologia e os caminhos da ciência, de acordo com Dosi (1982). A direção tomada pelo programa também concentrou esforços de alguns autores no sentido de entender a mudança estrutural que as empresas e o capitalismo estão passando desde há, pelo menos quinze anos, em termos de modificações no paradigma tecnológico.

Estes são os resultados das relações que se pode traçar entre as teorias examinadas e a MPPC. Passaremos agora para as informações finais do trabalho, relacionando os veículos e ambientes de comunicação entre os participantes do programa, bem como alguns conflitos e respectivas formas de solução e ajustes.

A análise dos textos dos autores relacionados para o capítulo 2, revela, como já dito, uma base bibliográfica bastante homogênea e citações recorrentes (Schumpeter, 1984 e 1988, NEWI, 1982, Dosi, 1982, Rosenberg, 1982 são as mais comuns) mas é importante notar também que vários deles escreveram juntos (Dosi com Freeman, Dosi com Teece e Winter, Dosi com Soete, Soete com Freeman, Orsenigo com Malerba, Orsenigo com Dosi e outros).

Em termos de publicações, a editora Francis Pinter de Londres é a recordista sobre o tema *technological change*, destacando-se também a North Holland de Amsterdam. Quanto a revistas, as que mais abrem espaço são sem dúvida *Research Policy* e *Journal of Economic Behaviour and Organization*. Atualmente, as universidades que mais *papers* produzem sobre o tema são a Universidade de Sussex, através do seu Scientific Policy Research Unit (SPRU) e a Universidade de Manchester, através de seu Institute of Science

and Technology. Secundariamente, quanto a publicações e centros de estudos, destacam-se a Itália, Holanda e França.

Outro fator que nos leva a afirmar que estes autores estão unidos em torno de algo como um PPC lakatosiano, são os diversos seminários, palestras (Londres, 1985, Veneza, 1986, Terni e Paris, 1987, Siena, 1989) e livros-coletâneas, em que o(s) organizadore(s) reúnem textos sobre mudança tecnológica (por exemplo, Coombs, Saviotti e Walsh, 1992, Freeman, 1984). Novamente aqui os nomes, citações e agradecimentos se repetem.

O próprio termo "Neo-Schumpeterian Economists" já goza de aceitação generalizada. Encontra-se referências em Coombs, Saviotti e Walsh, 1992, Clark e Juma, 1987 e Malerba, 1988, entre outros. O termo *paradigme évolutioniste du changement technologique*, encontrado em Kirat, 1991, reúne o mesmo grupo de autores aqui tratados. Por fim, Schot (1992, pp 186) equipara os economistas Neo-Schumpeterianos aos evolucionistas.

Mas nem tudo é consenso. Para encerrar o trabalho, vejamos algumas críticas entre os participantes do programa, tentando relacioná-las com o núcleo rígido, cinturão protetor e hipóteses auxiliares.

Já citamos a rejeição por parte de Freeman (1982) do modelo de concentração de inovações em períodos de depressão de Mensch (1979) quanto ao núcleo rígido. Vejamos agora a crítica de Clark e Juma (1987, pp 61) a Mensch, quanto a ausência de ênfase a fatores institucionais, uma das hipóteses auxiliares do programa:

Many of this (and other) neo-Schumpeterian studies, in so far as they attach importance to evolutionary processes, assume technology as given and embodying known characteristics. They therefore do not engage directly with the process of innovation, but emphasize its consequences. In particular, there is often little emphasis upon the institutional context within technological change takes place, how institutional and technological mismatches often produces instability and how institutions may be used as guiding agents for new technological systems.

Esta crítica não é pertinente aos desdobramentos teóricos neo-schumpeterianos. O próprio título do texto de Freeman (1988), *"Evolution, Technology and Institutions: a wider framework for economic analysis"*, revela a forte influência do quadro socio-institucional no processo de mudança tecnológica e de ajustamento dinâmico. Conforme Kirat (1991, pp 53) - consolidando a hipótese auxiliar criticada:

Les changement institutionnels sont, en la matière, une dimension importante de l'évolution technologique, comme Nelson (1987) l'exprime explicitement à propos des droits de propriété e du problème de l' "institutional assignment".

Quanto ao modelo de NEWI, temos a crítica de Clark e Juma (1987, pp 60) ao seu caráter a-histórico, atingindo o núcleo rígido:

Innovation is seen in terms of stochastic search proceess (random mutation) which are then selected out by a market environment, and the modelling of the search process itself is done by using a tool borrowed from classical physics - the Markov chain - a fact that has led David (1975) to argue that the model still remains fundamentally neo-classical in spirit'. His claim is based on the assertion that since the Markov chain is built on the present and not past situations, it is ahistorical. Put another way, the notion of search and selection, which is central to the model, assumes the pre-existence of technological possibilities; and hence it must assume a historical retroaction.

A premissa aleatória das inovações e utilização da cadeia de Markov são instrumentos para a modelagem formal de simulações no modelo originário de NEWI. Defendendo o núcleo rígido criticado, Schot (1982, pp 186), aponta que no modelo de NEWI:

Technological development is a search process involving trial and error and uncertainty, and various options are implemented and evaluated. It can be conceptualized as a sequence of variation and selection process. But **variations are by no means tried out purely at random during the search process**; heuristics (rules of thumb) are deployed.

Outra crítica já antecipada, ao nível do cinturão protetor e das hipóteses auxiliares, diz respeito ao conceito de paradigma tecnológico de Dosi (1982) e foi elaborada dez anos depois por Metcalfe e Boden (1992, pp 63). Também para eles o aparato de Lakatos é mais rico que o de Kuhn para descrever a tecnologia; não faria sentido falar em uma tecnologia normal, análoga a ciência normal kuhniana:

Of course Kuhn's paradigm view of normal science is not without critics (Lakatos and Musgrave, 1979), and some of central criticisms are pertinent to the concept of of normal technology. In particular, the Kuhnian claim that normal science is dominated by a single monopoly paradigm seems out of place in the context of technology.

Como o contexto organizacional é específico, eles criam o conceito de paradigma estratégico, através do qual a empresa conecta seus objetivos de negócios com as suas capacidades tecnológicas. De modo diverso aos paradigmas científicos ou tecnológicos, o paradigma estratégico requer consenso apenas na empresa.

Vale notar que em Dosi (1982, pp 98), não há rigorosas distinções metodológicas entre Kuhn e Lakatos, pelo contrário, são considerados análogos:

One does not have any ambition to argue here "what science is" or to tackle the epistemological disputes on the differences between the Kuhnian approach and Lakatos' one. For our purposes, the degree of overlapping between the two approaches is great enough to borrow from them a few basic definition of a science they have in common. The first person to draw the analogy between the dynamics of technology and scientific procedures in 'Kuhnian' terms was C. Freeman in 1979.

Outros ajustes que se vem fazendo em termos do conceito de Dosi, são no sentido de mostrar que em numerosos setores a dinâmica tecnológica e inovativa possui regras próprias, não reagindo simplesmente a sinais do mercado, mas dependendo da natureza específica da base cognitiva de uma indústria, ou mesmo de uma empresa, e dos processos de aprendizagem que a caracterizam.

Neste sentido, Freeman e Perez (1987) propõem que se substitua o conceito de paradigma tecnológico pelo conceito de paradigma técnico-econômico, que permitiria explicar de forma mais correta as combinações de vantagens técnicas e econômicas e amenizaria a falta de explicação para a substituição de um paradigma por outro, problema este visto mais a frente. O conceito de paradigma técnico-econômico é definido como um grupo de inovações tecnológicas e organizacionais inter-relacionados com a estrutura de custos relativos dos *inputs*. Dosi (1988), considera que sua abordagem possui uma dimensão macro-econômica, e que os dois conceitos não são incompatíveis: um paradigma tecnológico contém vários paradigmas técnico-econômicos.

Outro ponto muito rico em termos de desenvolvimentos teóricos dentro do PPC Neo-Schumpeteriano é a questão do learning (mais uma hipótese auxiliar). Vários enfoques de natureza e ênfase diversas constitui vasta literatura acerca do assunto, que procuramos relacionar neste trabalho, destacando o caráter cumulativo, tácito e não formalizado do conhecimento e dos procedimentos da busca inovativa.

Fatores institucionais internos e externos a empresa, bem como a utilização do conceito sociológico de "atores", também têm gerado fértil campo de novos estudos aliado ao conceito de estratégia, ampliando os desdobramentos do pensamento Neo-Schumpeteriano. De fato, a referência evolucionista na economia da mudança tecnológica pode ser analisada como um prolongamento da crítica aos postulados neo-clássicos de racionalidade substantiva e de maximização dos lucros.

Neste sentido, é interessante notar (como fez Kirat, 1991, pp 52), que as teorias evolucionistas atuais e a corrente institucionalista americana (Nova Economia Institucional - N.E.I. - Williamson, 1985) possuem algumas características comuns: a compreensão da concorrência como um processo análogo ao processo biológico, que seleciona os comportamentos apropriados às configurações do ambiente sócio econômico; a convicção de que mudanças estruturais e as mudanças institucionais são dois fenômenos importantes os quais a análise econômica deve se interessar. As instituições aparecem como uma "*interface*" entre os comportamentos e o ambiente sócio-econômico, que explica o conceito de "*routines*" em que tanto se apóiam NEWI. Adicionalmente, as duas correntes compartilham o mesmo conceito de incerteza e de racionalidade limitada.

Porém, a N.E.I. e a teoria evolucionista abordam diferentemente as instituições e organizações. Enquanto a primeira enfoca custos de transação, fenômenos como incerteza, oportunidade, especificidade dos ativos, e imperfeições de mercado, na segunda as instituições e organizações aparecem como atores do processo de evolução tecnológica. Com efeito, as mudanças tecnológicas geram um movimento de recomposição das estruturas industriais quando são ligadas a passagem de um paradigma tecnológico a outro, mas as manifestações e concretizações dos aspectos institucionais não são o objeto principal da teoria evolucionista.

No entanto, a conceitualização da dinâmica tecnológica feita pelos Neo-Schumpeterianos ainda não resolveu dois problemas suscetíveis de aparecerem na óptica paradigmática do evolucionismo; a origem dos paradigmas tecnológicos de Dosi e a substituição de um paradigma por outro (dois elementos que deveriam corroborar a hipótese auxiliar paradigmática) restam desconfortavelmente indeterminados.

Em Kuhn (1978) o problema é o mesmo:

A representação que Lakatos faz da atividade científica começa por uma explicação para os fatos de os paradigmas serem sempre substituídos, o que é uma das fraquezas fundamentais do trabalho de Kuhn.  
(Blaug, 1988, pp 9).

A explicação incompleta de Kuhn para a origem e substituição dos paradigmas científicos certamente foi superada pela explicação de Lakatos para o progresso de determinados programas de pesquisa científica (maior conteúdo teórico e empírico). Mas, mantendo a analogia entre ciência e tecnologia proposta em Dosi (1982), continuamos com o problema para explicar a origem e a supremacia de algumas tecnologias sobre outras.



Para Kirat (1991) esta lacuna teórica pode ser explicada pela integração imperfeita entre o fenômeno de inovação e a representação evolucionista da mudança tecnológica; Gaffard e Amendola (1988, pp 54) exprimem esta idéia quando consideram que a natureza da inovação na teoria evolucionista seria estritamente equivalente a um processo de inovação incremental ao longo de trajetórias tecnológicas.

A explicação teórica da emergência de paradigmas tecnológicos (programas de pesquisa tecnológicos) e o aprofundamento na conceitualização de estruturas industriais e sistemas produtivos são os prolongamentos futuros indispensáveis do paradigma evolucionista.

## BIBLIOGRAFIA

- Alchian, A. "*Uncertainty, evolution and economic theory*" in *Journal of Political Economy*, 58 (3), 1950.
- Blaug, M. "*Kuhn versus Lakatos ou Paradigmas versus Programas de Pesquisa na História da Ciência Econômica*" em "*Metodologia da Economia - Ensaios*" organizado por Bianchi, A.M., IPE-USP, 1988.
- Blaug, M. "*Metodologia da Economia*", EDUSP, 1993.
- Brofenbrenner, M. "*The Structure of Revolutions in Economic Thought*", *History of Political Economy*, 3, pp 136-151, 1971.
- Caldwell, B.J. "*Beyond the Positivism: economic methodology in the 20<sup>th</sup> century*", Allen, London, 1982.
- Clark, N. e Juma, C. "*Long-Run Economics - an evolutionary approach to economic growth*", Pinter Publishers Limited, London, 1987.
- Coats, A.W. "*Is there a Structure of Scientific Revolutions in Economics?*", *Kiklos*, 22, pp 289-296, 1965
- Coombs, R., Saviotti, P. and Walsh, V. "*Technology and the firm: the convergency of economic and sociological approaches?*" in Coobs, Saviotti and Walsh (org.) "*Technological Change and Company Strategies*", Academic Press Inc., San Diego, 1992.
- Cruz, H.N. "*Aspectos da mudança tecnológica*", texto para discussão interna, FIPE - USP, 1989.
- Cruz, H.N. "*Observações sobre a mudança tecnológica em Schumpeter, Marx e os Neo-Clássicos*", *Revista Estudos Econômicos*, 1988.
- Cyert, R.M. and March, J.G. "*A Behavioural Theory of the Firm*", Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1963.
- Dahlman, C. e Westphal, L. "*The transfer of technology: Factors in the Acquisition of Technology*", *Finance and Development*, 1983.
- David, P. "*Technical choice, Innovation and Economic Growth*", Cambridge University Press, London, 1975.
- Dosi, G. "*Technological Paradigms and Technological Trajectories: a Suggested Interpretation of the Determinants and Directions of Technical Change*", in *Research Policy*, 11, 1982.
- Dosi, G. "*Technology and conditions of macroeconomic development*" in Freeman, C., "*Design, innovation and long cycles*", Pinter Publishers Limited, London, 1984.
- Dosi, G. "*Sources, procedures and microeconomic effects of innovation*", *Journal of Economic Literature*, vol. XXVI, September 1988.

- Dosi, G. e Egidi, M. *"Substantive and Procedural Uncertainty. An exploration of economic behaviours in Complex and Changing Environments."* SPRU, University of Sussex, Brighton: presented at the Conference on Programmable Automation, Paris, 1987.
- Dosi, G., Freeman, C., Nelson, R. e Soete, L. (eds) *"Technical change and economic theory"*, Pinter Publishers, London, 1987.
- Ergas, H. *"Does Technology Policy Matter?"*, Centre for European Policy Studies, Brussels, 1986
- Ferrata, R. *"Innovazione tecnologica - Politica di prodotto e strategia di diffusione"*, EGEA, Milano, 1989.
- Ferrata, R. *"Lecture di gestione della tecnologia"*, CUSL, Milano, 1990.
- Freeman, C. *"The economics of industrial innovation"*, Pinter Publishers Limited, London, 1983.
- Freeman, C. *"Design, innovation and long cycles"*, Pinter Publishers Limited, London, 1984.
- Freeman, C. *"Paradigmi tecnologici: saggi sull'economia del progresso tecnico"*, Angeli, Milano, 1985.
- Freeman, C. *"Innovation and long cycles in economic development"*, London Printer, 1986.
- Freeman, C. *"Evolution, technology and institutions: a wider framework for economic analysis"* in Dosi, G., Freeman, C., Nelson, R. e Soete, L. (eds) *"Technical change and economic theory"*, Pinter Publishers, London, 1987.
- Freeman, C., Clark, J. e Soete, C. *"Unemployment and technical innovations: a study of long waves and economic development"*, Frances Printer, London, 1982.
- Freeman, C. e Perez, C. *"Structural crisis of adjustment: business cycles and investments behaviour"* in - Dosi, G., Freeman, C., Nelson, R. e Soete, L. (eds) *"Technical change and economic theory"*, Pinter Publishers, London, 1987.
- Fundenberg D. e Tirole, J. *"Learning by Doing and Market Performance"* in *Bell Journal of Economics*, pp 522-530, 1983.
- Gaffard, J.L. *"Innovations et changement structurels, revue critique de l'analyse économique moderne de l'innovation et des changements structurels"* in *Revue d'Economie Politique*, 100 (3), 1990.
- Gaffard, J.L. e Amendola, M. *"La dynamique économique de l'innovation"*, in *Economica*, Paris, 1988.
- Gordon, F.D. *"The Role of the History of Economic Thought in the Understanding of Modern Economic Theory"*, *The American Economic Review*, 55, pp 119-127, 1965.
- Heertje, A. *"Economics and Technical Change"*, Wiley and Sons, New York, 1973.

- Heertje, A. *"Technical and Financial Innovation"* in Heertje, A. (ed.) *"Innovation, Technology and Finance"*, European Investment Bank, New York, 1969.
- Horne, J.C. Von, *"Financial Management and Policy"*, Prentice-Hall International, 1992.
- Hughes, T.P. *"Reverse salients and critical problems: The Dynamics of Technical Change"*, University of Pennsylvania paper, apresentado em *Conference on Technology and Enterprise in an Historical Perspective*, Terni, Itália, Outubro 1987.
- Kay, N.M. *"The R&D function: corporate, strategy and structure"* in Dosi et al. (eds.) *"Technical change and economic theory"*, Francis Printer, London, 1988.
- Keynes, J.M. *"Teoria Geral do Emprego, do Juro e da Moeda"*, Abril Cultural, São Paulo, 1988.
- Kirate, T. *"Pourquoi une théorie évolutionniste du changement technologique?"* in *Economie Appliquée*, (3), 1991.
- Kline, S.J. e Rosenberg, N. *"An overview of innovation"* in Landau Rosenberg (eds.), *"The positive sum strategy: harnessing technology for economic growth"*, National Academy Press, Washington, 1986.
- Kuhn, T. *"A Estrutura das Revoluções Científicas"*, Editora Perspectiva, São Paulo, 1978.
- Lakatos, I. *"O falseamento e a metodologia dos programas de pesquisa científica"* in *"A crítica e o desenvolvimento do conhecimento"*, organizado por Lakatos, I. e Musgrave, A., Cultrix - EDUSP, 1979.
- Lieptiz, A. e Leborgne, D. *"O pós fordismo e seu espaço"*, in *Revista Espaço e Debates*, número 25, 1989.
- Malerba, F. e Orsenigo, L. *"Teoria evolutiva e innovazione industriale: risultati empirici degli anni ottanta"*, in Amendole (ed.), *"Innovazione e progresso tecnico"*, Il Mulino, Bologna, 1990.
- Malerba, F. *"Apprendimento, innovazione e capacità tecnologiche: verso una nova concettualizzazione dell'impresa"*, in *Economia e Politica Industriale*, nº 58, 1988.
- Malerba, F. *"La Teoria Evolutiva dell'impresa"*, L'industria, nº 2, Milano, 1982.
- Mansfield, E. *"Basic Research and Productivity Increase in Manufacturing"*, *American Economy Review* 70: 863-873, december 1980.
- Mansfield, E. *"Composition of R&D expenditures: relationship to size of firm, concentration and innovative output"*, *Review of Economics and Statistics*, vol. 64(3): 610-615, november, 1981.
- Mansfield, E. *"How Economists See R&D"*, *Harvard Business Review* 59, november, 1981.
- Mansfield, E. *"How rapidly does new technology leak out?"*, *Journal of Industrial Economics*, vol. 34 (2): 217-223, december, 1985.
- Mansfield, E. *"Technological Change"*, Norton, New York, 1977.

- Meek, R. *"Smith, Ricardo and after"*, New York, 1977
- Mensch, G. *"Stalemate in technology: innovations overcome the depression"*, Ballinger, Cambridge, Mass., 1979.
- Nelson, R. e Winter, S. *"In search of Useful Theory of Innovation"*, Research Policy 6 (1), 1977.
- Nelson, R. e Winter, S. *"An evolutionary theory of economic change"*, Harvard University Press, Cambridge, 1982.
- Nelson, R. *"Capitalism as an engine of progress"*, Research Policy, 19, 1990.
- Nelson, R. *"Understanding technical change as an evolutionary progress"*, North Holland, 1987.
- Pavvit, K. e Patel, P. *"The international distribution and determinants of technological activities"*, Oxford Review of Economic Policy, vol. 4, nº 4, 1989.
- Pavvit, K. *"Sectorial patterns of technological change: towards a taxonomy and a theory"*, Research Policy, June, 1984.
- Rosenberg, N. *"The Direction of Technological Change: Inducement Mechanisms and Focusing Devices"*, Economic Development and Cultural Change, 1969.
- Rosenberg, N. *"How Exogenous is Science?"* in *"Inside the Black Box"*, Cambridge University Press, 1982.
- Rosenberg, N. *"Schumpeter and Marx: How common a Vision?"* in MacLeod (ed.) *"Technology and Human Prospect"*, Francis Pinter, London, 1986.
- Rosenberg, N. *"Vie della tecnologia"*, Rosenberg & Seller, Torino, 1987.
- Rosenberg, N. e Frischtak, C. *"Technological innovation and long waves"* in Freeman, C. *"Design, innovation and long cycles"*, Pinter Publishers, London, 1984.
- Scherer, F.M. *"Innovation and Growth - Schumpeterian perspectives"*, MIT Press, Cambridge, 1984.
- Schmookler, J. *"Invention and Economic Growth"*, Harvard University Press, Cambridge, 1966.
- Schot, J. *"The policy relevance of the quasi-evolutionary model"* in in Coobs, Saviotti and Walsh (org.) *"Technological Change and Company Strategies"*, Academic Press Inc., San Diego, 1992.
- Schumpeter, J.A. *"Business Cycles"*, McGraw-Hill, New York, 1939.
- Schumpeter, J.A. *"Capitalismo, Socialismo e Democracia"*, Zahar, Rio de Janeiro, 1984.
- Schumpeter, J.A. *"A Teoria do Desenvolvimento Econômico"*, Abril Cultural, São Paulo, 1988.

- Simon, H.A. *"Theories of Decision Making in Economics"* in American Economy Review, 1959.
- Soete, L. *"Long cycles and the international diffusion of technology"* in Freeman, C., *"Design, innovation and long cycles"*, Pinter Publishers, London, 1984.
- Stoneman, P. *"The economic analyses of technological change"*, OUP, 1983.
- Teece, D.J. *"Innovazione tecnologica e successo imprenditoriale"*, L'Industria n° 4, Milano, 1986.
- Teece, D.J. *"The market for know-how and the efficient international transfer of technology"*, Proceedings of the National Academy of Political and Social Science, 1981.
- Teece, D.J. *"Profiting from technological innovation"* in Research Policy, 15, 1986.
- Thirtle C.G. e Ruttan, V.W. *"The role of demand and supply in the generation and diffusion of technological change"*, Harvard Economic Publishers, London, 1987.
- Tirole, J. *"The theory of Industrial Organization"*, MIT Press, Cambridge, 1988.
- Ward, B. *"What's Wrong With Economics"*, Harvard University Press, Cambridge, 1972.