

**FERNANDO EIJI VENÂNCIO OIKAWA**

**O PROCESSO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NA BIOTECNOLOGIA: UMA  
ABORDAGEM ALTERNATIVA**

Monografia apresentada como requisito parcial à conclusão do Curso de Ciências Econômicas, do Setor de Ciências Sociais Aplicadas da Universidade Federal do Paraná.

**Orientador: Prof. Dr. José Wladimir Freitas da  
Fonseca**

**CURITIBA**

**2005**

## TERMO DE APROVAÇÃO

**FERNANDO EIJI VENÂNCIO OIKAWA**

### **O PROCESSO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NA BIOTECNOLOGIA: UMA ABORDAGEM ALTERNATIVA**

Monografia aprovada como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Economia no Curso de Ciências Econômicas, do Setor de Ciências Sociais Aplicadas da Universidade Federal do Paraná, pela comissão formada pelos seguintes professores:

Orientador:

  
Prof. Dr. José Wladimir Freitas da Fonseca  
Setor de Ciências Sociais Aplicadas da UFPR

  
Prof. Dr. Igor Zanoni Constant Carneiro Leão  
Setor de Ciências Sociais Aplicadas da UFPR

  
Prof<sup>a</sup>. Françoise Tatski de Lima  
Setor de Ciências Sociais Aplicadas da UFPR

**Curitiba, dezembro de 2005**

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	v
LISTA DE QUADROS .....	vi
LISTA DE SIGLAS .....	vii
RESUMO .....	viii
INTRODUÇÃO .....	1
<b>1 A CIÊNCIA ECONÔMICA E O PROCESSO DE INOVAÇÃO .....</b>	<b>5</b>
1.1 A TEORIA NEOCLÁSSICA E A REVOLUÇÃO INDUSTRIAL .....	5
1.1.1 Principais Aspectos da Estrutura de Pensamento Neoclássica e Suas Origens na História .....	5
1.1.2 Alguns Problemas do Pensamento Neoclássico .....	8
1.1.2.1 Algumas Dificuldades da Teoria Neoclássica e o Processo de Inovação: A Técnica Como um Dado .....	9
1.1.3 Revolução Industrial e Teoria Econômica .....	10
1.2 A TEORIA SCHUMPETERIANA E NEOSCHUMPETERIANA, O FORDISMO E A GRANDE EMPRESA .....	12
1.2.1 O Fordismo, a Grande Empresa e a Inovação Tecnológica .....	12
1.2.2 Teoria Schumpeteriana .....	14
1.2.3 Teoria Neo-Schumpeteriana .....	16
1.3 TEORIA EVOLUCIONISTA: A FIRMA COMO “CENTRO MOTOR” DA INOVAÇÃO .....	19
1.3.1 Aprendizagem, Rotinas, Busca e Seleção: O Modelo de NELSON e WINTER.....	20
1.3.2 Paradigmas e Trajetórias Tecnológicas: O Modelo de DOSI .....	24
1.3.3 A Difusão Tecnológica: O Modelo de DOSI, ORSENIGO e SILVEBERG .....	27
1.3.4 Alguns Problemas da Teoria Evolucionista .....	29
1.4 CONCLUSÃO PROVISÓRIA .....	29
<b>2 A ECONOMIA DO CONHECIMENTO .....</b>	<b>31</b>
2.1 O DESENVOLVIMENTO DA ECONOMIA BASEADA NO CONHECIMENTO.....	31
2.1.1 Perspectiva Histórica.....	31
2.1.2 O Choque Entre as Tecnologias de Informação e Comunicação e o Conhecimento: O Surgimento da Economia do Conhecimento .....	34
2.2 A ECONOMIA BASEADA NO CONHECIMENTO .....	35
2.2.1 Codificação do Conhecimento .....	36
2.2.2 Conhecimento e Aprendizagem .....	38
2.2.3 Redes de Conhecimento .....	39
2.3 A PRODUÇÃO DO CONHECIMENTO: A ATIVIDADE DE PESQUISA .....	42
2.3.1 A Atividade de Pesquisa .....	42
2.4 CONCLUSÃO PROVISÓRIA.....	44
<b>3 O PROCESSO DE INOVAÇÃO E A BIOTECNOLOGIA: UMA INTERPRETAÇÃO ALTERNATIVA .....</b>	<b>45</b>
3.1 O PROCESSO DE INOVAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA .....	45
3.1.1 O Processo de Inovação .....	45
3.1.2 Novas Formas Organizacionais da Pesquisa e da Inovação em Ciência e Tecnologia .....	47
3.1.2.1 Centros e Projetos Cooperativos .....	47
3.2 INOVAÇÃO E AS BIOTECNOLOGIAS .....	49

3.2.1 As Ciências da Vida e as Biotecnologias: Impactos e Potencial.....	50
3.2.2 O Processo de Inovação na Biotecnologia .....	52
3.2.2.1 A Relação Ciência - Indústria na Biotecnologia.....	54
3.3 UMA CONSTRUÇÃO ALTERNATIVA PARA O PROCESSO DE INOVAÇÃO A PARTIR DOS ELEMENTOS EXPLICATIVOS DA HISTÓRIA .....	56
CONCLUSÃO .....	61
REFERÊNCIAS .....	63

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – MODELO DE INOVAÇÃO LINEAR .....	40
FIGURA 2 – MODELO DE INOVAÇÃO EM CADEIA .....	41
FIGURA 3 – DESCRIÇÃO DO MOVIMENTO DE INDUSTRIALIZAÇÃO DO CONHECIMENTO .....	56
FIGURA 4 – A INOVAÇÃO A PARTIR DE SEIS FUNÇÕES EXPLICATIVAS DA HISTÓRIA .....	58

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – O ESTOQUE DE CAPITAL REAL BRUTO NOS ESTADOS UNIDOS.....	34
--	----

## **LISTA DE SIGLAS**

P&D – Pesquisa e Desenvolvimento.

OCDE – Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico  
(Organization for Co-operation and Development).

## RESUMO

Este trabalho tem como objetivo elaborar uma abordagem teórica alternativa para o processo de inovação em biotecnologia, que englobe como variáveis explicativas desse processo, tanto a ciência e a técnica, como a história e o tempo. Para isso, fará uma revisão do modo como as estruturas de pensamento econômico (neoclássico, Schumpeteriano, Neoschumpeteriano e Evolucionista) trataram o processo de inovação ao longo de seu desenvolvimento, mostrando que estas encontram dificuldades no que concerne este processo. Apresenta-se, então, a estrutura de pensamento da Economia do Conhecimento, que é a que mais se aproxima da explicação desse processo mostrando as diversas faces e propriedades do conhecimento. Analisará, do mencionado, como ocorre o processo de inovação nas biotecnologias, identificando suas especificidades, de onde, então, busca-se construir uma abordagem alternativa, onde se pretende concluir que a ciência, a técnica, a história e o tempo, são elementos incontornáveis para o processo de inovação, particularmente nas biotecnologias.

## INTRODUÇÃO

A inovação tecnológica pode ser definida como o aperfeiçoamento ou criação de produtos ou processos. É sabido, que o ritmo de inovações tecnológicas se acelerou a partir da revolução industrial no século XVIII, o que resultou na crescente importância das inovações não apenas no desenvolvimento sócio-econômico mundial, mas também na competitividade das nações e principalmente em sua importância para as indústrias. Isso causou entre os economistas um grande interesse na identificação dos processos industriais de inovação tecnológica e seus determinantes.

A partir deste interesse, três abordagens analíticas no campo da economia tem se destacado no estudo de processos de inovação: a primeira refere-se ao relativamente antigo e longo debate acerca do trade-off Schumpeteriano entre tamanho de empresa ou estrutura (concentração) de mercado e inovação (chamadas hipóteses Schumpeterianas). A segunda se refere aos estudos no âmbito da teoria evolucionista (evolutionary economics) que analisa os determinantes dos padrões de inovação ao nível de indústria e de empresas, não apenas grau (intensidade) e direção (produto ou processo), mas também origem (onde a inovação foi gerada), complexidade (radical versus incremental) e novidade (nova ou imitação). A terceira, se refere à nova economia do conhecimento e da ciência, onde se reconhece o papel da ciência como variável explicativa do processo econômico.

Ou seja, entender e explicar “Por que” e “Como” o objeto de conhecimento evolui de uma fase nos laboratórios, universidades, centro de pesquisa e desenvolvimento, etc, para um processo de inovação com o desenvolvimento da técnica ou “*Know-How*” do conhecimento, ou seja, para o objeto técnico, e então para a fase de industrialização e comercialização do objeto econômico, passa a ser uma questão central para se explicar o desenvolvimento econômico das firmas.

Nesse contexto, o surgimento da biotecnologia, não apenas como ciência ou objeto do conhecimento, mas também como objeto técnico e econômico, serve como base de observação empírica do processo acima descrito. No entanto, o processo de inovação tecnológica assume características específicas, dependendo da região, do nível das instituições e do processo de articulação entre os atores da inovação, que são: empresas, universidades, centros de pesquisa, órgãos de P&D (Pesquisa e

Desenvolvimento), incubadoras tecnológicas e de empresas, parques tecnológicos, organizações não governamentais, o estado, etc.

Assim, surge uma dificuldade em integrar a ciência, a técnica, o tempo e a história ao processo de inovação na economia. Isto fica evidente no setor de biotecnologia, onde os fluxos de troca de conhecimento, entre o setor público, universidades, centros de pesquisa e as indústrias, são essenciais para que o processo de inovação aconteça. E nesse contexto, a indústria ou firmas privadas são essenciais para a integração das várias fontes de conhecimento e em transformá-los em produtos e serviços (NATURE BIOTECHNOLOGY, 2004).

Então, a pergunta de partida proposta neste projeto de pesquisa é a seguinte: Qual a importância da ciência, da técnica, do tempo e da história no processo de inovação na biotecnologia? Ou, como ocorre a interação da ciência, da técnica, do tempo e da história no processo de inovação tecnológica na biotecnologia?

Isto porque se percebe que existe uma forte relação entre a ciência, a técnica e a indústria, no processo de inovação na biotecnologia, e na medida em que desse processo surgem novos produtos e serviços que, apesar de colocados no mercado, são fontes de troca de conhecimento entre os vários atores do processo de inovação na biotecnologia. Dessa forma, busca-se a apresentação de uma abordagem teórica alternativa que leve em consideração o papel tanto da ciência e da técnica, quanto do tempo e da história no processo de inovação tecnológica na economia, no quadro do processo de inovação na biotecnologia.

Dessa forma, o objetivo geral deste trabalho é analisar como ocorre a interação da ciência, da técnica, do tempo e da história no processo de inovação tecnológica na biotecnologia. Buscando, mais especificamente, os seguintes objetivos:

- a) Efetuar uma revisão teórica das estruturas de pensamento neoclássico, schumpeteriano, neo-schumpeteriano e evolucionista no que concerne o processo de inovação tecnológica.
- b) Apresentar e identificar as principais características e definições da estrutura de pensamento da economia baseada no conhecimento.
- c) Analisar o processo de inovação na biotecnologia, construindo, a partir dessa análise, uma abordagem alternativa para o processo de inovação na economia.

Para atingir tais objetivos, a metodologia adotada nesta pesquisa foi a seguinte:

Segundo as bases lógicas de investigação, este trabalho utiliza o método dedutivo, pois parte de uma constatação geral do processo de inovação a partir da qual busca identificar as características particulares desse processo e como elas se relacionam.

Segundo as especificidades das ciências sociais, é utilizado o método observacional, pois a pesquisa tem como ponto de partida a observação de um fenômeno, que no caso é o processo de inovação.

Segundo o objetivo geral, para que os objetivos propostos nesse trabalho sejam alcançados se faz necessário à utilização de técnicas descritivas, descrevendo os fatos ocorridos, e técnicas explicativas, explicando a ocorrência dos mesmos.

Segundo a abordagem do problema, é utilizada a pesquisa qualitativa, pois se busca descrever o processo de inovação e a interação da ciência, da técnica, da história e do tempo com este processo, inseridos no sistema econômico.

Segundo o procedimento técnico, este trabalho utiliza a pesquisa bibliográfica, sendo desenvolvido a partir de material já elaborado e publicado, como livros e artigos científicos.

Para que os objetivos propostos sejam alcançados, e a confiabilidade dos dados utilizados seja de fato segura, a pesquisa implicará a utilização de fontes de dados secundárias, ou seja, elaborados por terceiros. Serão utilizados dados de fontes como a OCDE (Organização para a Cooperação Econômica e Desenvolvimento), ONU (Organização das Nações Unidas), Comissão da Comunidade Européia e artigos científicos publicados por universidades brasileiras. Sendo empregada à análise qualitativa dos dados pois haverá somente o uso de dados qualitativos.

Dessa forma, esta monografia está estruturada em três capítulos, conforme descrição a baixo:

No capítulo 1, "A CIÊNCIA ECONÔMICA E O PROCESSO DE INOVAÇÃO", se faz uma revisão teórica da evolução do tratamento do processo de inovação tecnológico inserido nas estruturas de pensamento Neoclássico, Schumpeteriano, Neo-schumpeteriano e Evolucionista. A revisão será efetuada a partir da literatura

econômica dessas estruturas de pensamento.

No Capítulo 2, "A ECONOMIA DO CONHECIMENTO", faz-se uma apresentação e análise da teoria da economia baseada no conhecimento. Será efetuada uma revisão teórica da mesma através da literatura existente bem como em publicações da OCDE sobre o tema.

E finalmente, no capítulo 3, "O PROCESSO DE INOVAÇÃO E A BIOTECNOLOGIA: UMA INTERPRETAÇÃO ALTERNATIVA", se faz a análise de como ocorre o processo de inovação na biotecnologia, abordando a importância dos sistemas nacionais de inovação e da indústria, bem como a interação entre essas duas esferas, no desenvolvimento dessa área. Então, apresentar uma construção alternativa para o processo de inovação nas ciências da vida.

## 1. A CIÊNCIA ECONÔMICA E O PROCESSO DE INOVAÇÃO

Este capítulo tem por objetivo apresentar os principais aspectos do processo de inovação, a partir das estruturas de pensamento econômico Neoclássico, Schumpeteriano, Neo-schumpeteriano e Evolucionista.

Desse modo, serão apresentados, resumidamente, os principais aspectos dessas estruturas de pensamento, sobretudo no que concerne o processo de inovação. Nesse sentido, utilizar-se-á o contexto histórico como fio condutor dessas estruturas de pensamento.

Na seção 1.1, analisa-se os principais aspectos e limitações da estrutura de pensamento Neoclássica, inserida no contexto da revolução industrial.

Na seção 1.2, apresenta-se à estrutura de pensamento Schumpeteriana e Neo-schumpeteriana, seus avanços em relação à Neoclássica, no que diz respeito ao processo de inovação, inseridas no desenvolvimento do Fordismo e da grande empresa.

Na seção 1.3, discute-se a estrutura de pensamento Evolucionista e o processo de inovação na firma evolucionista, bem como alguns problemas dessa linha de pensamento.

Finalmente, na seção 1.4, se faz uma breve conclusão do capítulo.

### 1.1 A TEORIA NEOCLÁSSICA E A REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

#### 1.1.1 Principais Aspectos da Estrutura de Pensamento Neoclássica e Suas Origens na História<sup>1</sup>

A teoria neoclássica de Marshall, Walras, Jevons, Menger, entre outros, surge na última terça parte do século XIX como um “desvio de curso” da teoria clássica. Esta se caracterizava por analisar o sistema econômico principalmente da perspectiva da produção, em estado de longo prazo (KURZ e SALVADORI, 1995).

---

<sup>1</sup> Antes de tudo é importante deixar claro que não é objeto de estudo da teoria neoclássica o processo de inovação. Todavia, mesmo não tratando desse processo, a teoria neoclássica usou elementos indicativos no que concerne a transformação técnica, que é um dos elementos do processo de inovação, mais precisamente para mostrar a passagem de um produto à outro.

Para a teoria clássica, o sistema econômico funcionava sob uma lei de tendência à igualação das taxas de lucros nos diferentes setores e nas diversas indústrias. Os capitais saíam das atividades com taxas de lucro mais baixas para entrar nas que apresentavam taxas de lucro acima da média. Pressupondo que não existissem barreiras à entrada e livre competição nas diversas indústrias. Este movimento gerava uma tendência para a uniformização das taxas de lucro e das remunerações dos agentes da produção (OCIO, 2000).

A teoria clássica se caracterizava, também, por uma falta de assimetria no tratamento das diferentes parcelas recebidas pelas diversas classes sociais. Em estado de longo prazo, os salários mais baixos da escala de remunerações eram determinados pelo nível social de subsistência. Fora desse estado, eles flutuavam em torno desse valor, em função da demanda e da oferta de força de trabalho. Assim, deduzindo das vendas efetivadas nos mercados, os salários pagos e os valores necessários para repor os meios de produção chegava-se aos lucros, que eram vistos como um excedente mediante o qual os capitalistas remuneravam as classes possuidoras, sejam eles próprios, como proprietários do capital, ou sejam os proprietários dos recursos naturais empregados na produção. Assim, a renda da terra era determinada pela possibilidade de remuneração daquelas parcelas de solo menos férteis, mais distantes, que podiam ser empregadas na agricultura e na pecuária somente na falta de parcelas melhores e que eram chamadas, por isso, de "marginais" (OCIO, 2000).

A teoria neoclássica continuou analisando a economia capitalista sob o mesmo conceito de estado de longo prazo. A mudança fundamental do novo curso de análise econômica se deu na teoria da repartição. Ou seja, a marca distintiva da teoria neoclássica vem a ser o tratamento simétrico dado às diversas parcelas da renda.

Assim, os salários, os lucros e as rendas passam a ser vistos como partes determinadas pelas interseções das ofertas e das demandas, em níveis que se igualam, sob a suposição de que a economia se encontra em equilíbrio, aos valores dos produtos marginais dos chamados serviços. A força de trabalho, os recursos naturais e os meios de produção vêm a ser denominados indistintamente como fatores de produção (OCIO, 2000).

O modelo neoclássico supõe a existência de uma economia de mercado operando sob condições ideais de concorrência perfeita que, através da otimização do uso dos fatores de produção, possibilita a produção de pleno emprego com equidade distributiva. Admite que os agentes econômicos são perfeitamente racionais, e ao procurar seu benefício individual obtém como resultado a realização do interesse coletivo. Espelha um sistema econômico baseado no *laissez faire*, capaz de autoregular-se para a obtenção da produção de pleno emprego com distribuição justa e eficiente da renda. Não há, portanto, necessidade de intervenção do Estado, cabendo-lhe, apenas, a função de velar pela manutenção das instituições que asseguram as condições de livre mercado, a garantia dos contratos e os direitos de propriedade (OCIO, 2000).

É importante notar que a própria microeconomia que veio predominar no final do século XX e que exerce atualmente uma forte influência no ensino dessa disciplina tem duas versões<sup>2</sup>, uma delas denominada de equilíbrio parcial e a outra chamada de equilíbrio geral. A primeira, empregada mais na análise de situações concretas, tem a sua origem nas formulações teóricas de Marshall e se preocupa em analisar o consumidor, a firma, etc, em relativo isolamento do resto da economia. A segunda versão tem as suas raízes nos desenvolvimentos teóricos de Walras em que todos os mercados são tratados em conjunto. Esta última não analisa a economia em estado de longo prazo, passando a utilizar os conceitos de equilíbrio intertemporal e de equilíbrio temporário (PRADO, 1998).

Portanto, a fundamentação microeconômica do modelo supõe alguns pontos básicos: a) os agentes, pessoas e empresas, são maximizadores, de acordo com o princípio da racionalidade utilitarista, onde a escala de preferências não resulta de um simples sentimento subjetivo, mas do rigor de um sofisticado cálculo de vantagens comparativas que concluem na escolha mais vantajosa entre as muitas também possíveis; b) o pressuposto da concorrência perfeita leva implícita a atomicidade de cada agente em relação ao mercado e a disponibilidade absoluta de todas as informações relevantes; c) os fatores de produção, capital e trabalho, são igualmente homogêneos, divisíveis, agregáveis, e substituíveis entre si no processo

---

<sup>2</sup> Trata-se aqui da disciplina de microeconomia que é ministrada nos cursos de graduação e pós-graduação do curso de ciências econômicas nas universidades brasileiras.

de produção; d) a produção de qualquer mercadoria está sujeita a rendimentos decrescentes do fator variável (OCIO, 2000).

O método neoclássico assume, necessariamente, a racionalidade substantiva maximizadora como a norma de decisão dos agentes econômicos e o equilíbrio como a norma de operação dos agentes e dos mercados, seja individualmente, em conjunto ou no agregado. Deste modo, o indivíduo maximizador de utilidade tornou-se a figura central e básica dessa estrutura de pensamento. E o princípio do equilíbrio deu a economia um princípio heurístico de que para compreender um sistema em movimento, como o econômico, seria preciso definir que características e propriedades seus elementos deveriam ter para assegurar a recorrente e imutável reprodução do sistema. Desse modo, e a exemplo da mecânica clássica que a inspirou, os movimentos econômicos são entendidos como processos reversíveis, onde não há espaço para a mudança qualitativa, para a ruptura, e onde o tempo é pensado como o tempo lógico, e não histórico<sup>3</sup> (CERQUEIRA, 2000).

### 1.1.2 Alguns Problemas do Pensamento Neoclássico

Na estrutura de pensamento neoclássica, como exposto na seção acima, o foco de interesse está vinculado à teoria dos preços e alocação dos fatores. Alguns problemas dos princípios neoclássicos podem ser constatados nas seguintes premissas, como nos mostra TIGRE (1998):

- A firma é vista como uma “caixa preta”, que combina fatores de produção disponíveis no mercado para produzir produtos comercializáveis;
- O mercado, embora possa apresentar situações transitórias de desequilíbrio, tende a estabelecer condições de concorrência e informações perfeitas, e a firma se depara com um tamanho “ótimo” de equilíbrio;
- As possibilidades tecnológicas são usualmente representadas pela função de produção, que especifica a produção correspondente a cada combinação possível de fatores. Assim, as tecnologias estão disponíveis no mercado, seja através de bens de capital ou no conhecimento incorporado pelos trabalhadores;

---

<sup>3</sup> Trata-se aqui da contraposição entre o tempo da fenomenologia e o tempo da física mecanicista, discutidos detalhadamente no capítulo 4 deste trabalho.

- É assumida a racionalidade perfeita dos agentes, diante de objetivos da firma de maximização de lucros.

Neste contexto, a análise da firma não constitui uma questão muito importante, pois em situação de concorrência perfeita, e na ausência de progresso técnico, a firma tem pouca escolha a fazer. Sua única função é transformar insumos em produtos, e para isso basta selecionar a técnica mais apropriada e adquirir os insumos necessários no mercado, incluindo trabalho e tecnologia. O ambiente competitivo é simples e praticamente sem incertezas.

Como afirma TIGRE (1998), a firma neoclássica apresenta o paradoxo de ser um ator-chave na economia, sem, no entanto, ter uma dimensão correspondente e ser passiva. A firma é vista como um ator passivo e sem autonomia, cujas funções se resumem em transformar fatores em produtos e otimizar as diferentes variáveis de produção. E a natureza das variáveis que a firma manipula não é determinada endogenamente, mas sim pela estrutura de mercado que se impõe a ela, considerando a disponibilidade de informações, a perfeita capacidade de cálculo e a incerteza probabilizada.

#### 1.1.2.1 Algumas Dificuldades da Teoria Neoclássica e o Processo de Inovação: A Técnica Como um Dado

A tecnologia, assim como a ciência, é, para os neoclássicos, um conjunto de informações genericamente aplicáveis e facilmente reprodutíveis e utilizáveis, ou seja, exógena ao sistema econômico. Assim, as empresas têm apenas de escolher, para a sua operação, entre um dado estoque de tecnologias já existentes e plenamente acessíveis a qualquer empresa.

Além disso, o dinamismo da inovação tecnológica faz com que este modelo, cuja operação é baseada na estática, não seja o instrumental adequado para tratá-la. E, como o conceito de tempo para os neoclássicos não é o real, histórico, mas sim o lógico, as ações dos agentes econômicos podem ser revertidas no período de análise seguinte, através de mecanismos de ajustamento que reconduzem o sistema econômico ao equilíbrio. Dessa forma, este tratamento inadequado da noção de tempo causa a falta de um conceito fundamental para uma análise do sistema econômico realista, a incerteza (GORGULHO, 1996).

Assim, os princípios de maximização econômica dos agentes e o equilíbrio do sistema econômico, colocam dificuldades insuperáveis na teoria neoclássica, como demonstra FREEMAN apud DOSI(1988):

"In its anxiety to be the theoretical physics of social sciences and to achieve logical elegance and mathematical formalization, neo-classical economics elaborated and refined quantitative equilibrium analysis and mathematical models, which, although useful as a modelling exercise on highly restrictive assumptions, neglected some of the crucial elements involved in the long-term behavior of the system. They therefore appeared to non-economists and to other social scientists to be concerned with the endless elaboration and refinement of assumptions which lacked both realism in relation to certain fundamental features of the system's behavior and rigorous falsifiability of the predictions derived from the models. (Dosi et alii, 1988, p.3)".<sup>4</sup>

### 1.1.3 Revolução Industrial e Teoria Econômica

Os problemas apontados à estrutura de pensamento neoclássico são inteiramente pertinentes se pensados a partir do processo de inovação, no entanto suas hipóteses sobre o comportamento da firma são criticadas *ex-post* e desconsiderando o modelo de firma que operou na revolução industrial.

A teoria neoclássica de concorrência perfeita, que estava mais preocupada com o sistema de preços do que com competição e organização das firmas, tem origem na discussão entre o papel do Estado na economia, adotando a visão auto-reguladora do sistema de preços que se apoiava na "mão invisível" de Adam Smith.

Deste modo, a teoria neoclássica adotou um modelo abstrato e descentralizado da economia, sem focar particularmente a firma, mas que tinha como base a firma predominante na revolução industrial. Cabe agora saber como era esta firma.

O modelo de coordenação pelo mercado, característico da teoria neoclássica, estava presente em grande parte na indústria britânica. A base institucional para a coordenação do mercado era a firma-propriedade, uma empresa gerenciada pelos próprios donos, geralmente uma família ou pequeno grupo de sócios. Na época, o

---

<sup>4</sup> Tradução: Na ansiedade de ser a física teórica das ciências sociais e em alcançar uma elegância lógica e formalização matemática, a economia neoclássica elaborou e refinou a análise de equilíbrio quantitativo e os modelos matemáticos, que, embora úteis como um modelo com suposições altamente restritivas, negligenciou alguns dos elementos cruciais envolvidos no comportamento a longo prazo do sistema. Eles apareceram, para não-economistas e para outros cientistas sociais, estarem preocupados com a infinita elaboração e refinamento de suposições que ao tinham nem realismo em relação a certos aspectos fundamentais do comportamento do sistema nem falseamento rigoroso das previsões derivadas do modelo.

papel do Estado era restrito à manutenção da lei e da ordem e a cumprir funções sociais básicas, como educação e saúde pública.

O modelo competitivo de pequenas empresas era reforçado por um regime jurídico que atribuía responsabilidade integral dos proprietários pelas dívidas da firma. Em caso de falência, os proprietários respondiam com seus bens pessoais. Isto limitava o crescimento das firmas e evitava a concentração do mercado (TIGRE, 1998).

O uso da escala de produção como fator de aumento da produtividade ainda não despontava como uma estratégia empresarial típica. Pois faltavam recursos técnicos e financeiros para promover investimentos em equipamentos e desenvolver formas de organização de produção que garantissem a produção em massa com qualidade.

Inovações organizacionais eram pouco freqüentes, na medida em que os próprios trabalhadores qualificados eram responsáveis pela definição do processo produtivo. Trabalhadores eram encarregados não só de estabelecer fluxos e rotinas como também de contratar trabalhadores juniores, que eram por eles treinados e supervisionados, reduzindo a necessidade de investir em estruturas administrativas. Dada a inexistência de recursos gerenciais que pudessem ampliar os mecanismos de controle, os empresários tendiam a se restringir à operação de uma única planta, facilitando a entrada de concorrentes. As barreiras à entrada não desempenhavam um papel tão importante na estruturação dos mercados, uma vez que os empresários se ocupavam mais com operações de compra e venda de insumos e produtos do que com questões organizacionais internas. O papel da mudança tecnológica na dinâmica econômica também era pouco importante para os empresários britânicos do final do século passado, pois ao delegar as inovações aos trabalhadores, a firma não se apropriava diretamente do conhecimento envolvido na definição do processo produtivo, justificando a hipótese neoclássica de exogeneidade tecnológica (TIGRE, 1998).

FREEMAN (1993), resenhando a literatura sobre pensamento econômico e inovação, conclui que a explicação mais comum do negligenciamento histórico dos economistas nas questões empíricas sobre mudanças tecnológicas e organizacionais da firma está centrada na idéia de "caixa-preta" da firma, ou seja, de que a mudança tecnológica estaria fora da competência e especialização da maioria

dos economistas, sendo, portanto, do âmbito profissional de engenheiros e cientistas. Este argumento, segundo FREEMAN (1993), se ajusta bem à atitude de considerar a tecnologia como uma variável exógena, sendo, então, sua análise desnecessária para a maioria dos propósitos.

Havia na teoria neoclássica da firma uma absoluta desconsideração com os fatores técnicos e organizacionais<sup>5</sup>. No entanto, outras premissas fundamentais não parecem irrealistas, quando se leva em consideração o funcionamento do modelo industrial econômico do século XIX. Que inclui o princípio de concorrência perfeita, do caráter exógeno da tecnologia (incorporada nos trabalhadores e máquinas), do tamanho ótimo de equilíbrio da firma (em um ambiente de mudança tecnológica lenta) e de informações disponíveis (nos redutos privilegiados dos grandes distritos industriais)<sup>6</sup>.

## 1.2 A TEORIA SCHUMPETERIANA E NEOSCHUMPETERIANA, O FORDISMO E A GRANDE EMPRESA

### 1.2.1 O Fordismo, a Grande Empresa e a Inovação Tecnológica

As teorias econômicas da firma surgem principalmente após os anos de 1920, com o questionamento do modelo de concorrência perfeita. As críticas aos pressupostos da teoria neoclássica do funcionamento da firma levam a uma nova trajetória da teoria econômica. Dessa forma, é importante compreender a natureza das transformações econômicas e tecnológicas ocorridas durante o período, para estabelecer como as inovações técnicas e organizacionais mudaram a organização interna da firma e sua interação com o mercado, alterando, conseqüentemente a dinâmica do sistema capitalista.

A história econômica mostra que as origens e causas do processo de concentração econômica são, principalmente, as inovações tecnológicas e organizacionais. O sistema concorrencial, verificado na revolução industrial, mudou completamente em função dos progressos nos meios de comunicação e transporte

---

<sup>5</sup> Na verdade o que existe na teoria neoclássica é o uso da variável técnica como um dado, mas não é explicado de que forma está variável aparece e se transforma durante o "processo de inovação".

<sup>6</sup> Deve-se considerar aqui que há a via técnica, mas que esta não é explicada.

no final do século XIX. Isto porque, com o surgimento do telégrafo, ferrovias e navios a vapor, destruiu as barreiras econômicas dos altos custos de transportes, permitindo a inifcação de mercados e criando oligopólios estáveis.

Como nos mostra CHANDLER (1990), para quem a origem e crescimento da grande empresa moderna está associado ao surgimento dos "clusters" de inovações, que provocaram a revolução nos meios de comunicação e transporte, ao mesmo tempo em que as inovações permitiram que determinadas firmas concretizassem a "lógica dinâmica do crescimento e competição" baseadas na exploração das oportunidades para obter economias de escala e para reduzir os custos de transação.

Um fator fundamental para o surgimento da grande empresa e conseqüentemente das indústrias oligopolistas foi o surgimento da produção em massa, associada a Henry Ford e a Frederick Taylor. As origens desse sistema produtivo podem ser encontradas na obra de Adam Smith<sup>7</sup>, através das suas observações sobre as vantagens da divisão do trabalho em uma fábrica de alfinetes.

As inovações tecnológicas e a nova forma organizacional da produção permitiram o uso de estruturas gerenciais para planejar e coordenar a produção em larga escala e aplicar o conhecimento técnico à indústria. Várias contribuições teóricas, como o questionamento da noção de rendimentos decrescentes de SRAFFA (1926) e a formulação da teoria de concorrência imperfeita de ROBINSON (1933), permitiram a reformulação da ortodoxia dominante, mas mantiveram o arcabouço estático do equilíbrio que caracterizava a economia neoclássica.

Foi SCHUMPETER (1982) que veio a reconhecer a importância da grande empresa e da concentração da produção para o progresso técnico, considerando a relação entre oligopólio e progresso técnico como mútua. Onde, por um lado, o processo de diferenciação do produto conduzia a expansão e a criação de novos produtos e mercados, e, por outro, os altos custos de P&D, necessários para a sobrevivência das empresas nos mercados dinâmicos, exigiam a presença de

---

<sup>7</sup> Smith, A. **A Riqueza das Nações**. Coleção Os Economistas, Ed. Nova Cultural. São Paulo, 1996.

grandes empresas. Schumpeter, então, vê a firma como espaço de produção, lugar de criação de riqueza e inovação.<sup>8</sup>

## 1.2.2 Teoria Schumpeteriana

Schumpeter passa a pensar o desenvolvimento econômico como um processo de mudanças qualitativas, rejeitando uma visão mecanicista da sociedade, onde “essas mudanças não constituem nem um processo circular nem movimentos pendulares em torno de um centro” (SCHUMPETER, 1982, p.44). Ou seja, o desenvolvimento econômico passa a ser visto como uma mudança espontânea e descontinuada na estrutura produtiva existente, onde a introdução de inovações pelos empresários, ou as novas formas de combinar os meios de produção disponíveis, passa a determiná-lo.

As inovações constituem-se, então, no elemento chave para a explicação dos ciclos pelos quais passa a economia. Assim, o elemento motriz da evolução do capitalismo é a inovação, seja ela na forma de introdução de novos bens ou técnicas de produção, ou através do surgimento de novos mercados, fontes de oferta de matérias-primas ou composições industriais. O indivíduo que implementa essas novas combinações, inserindo inovações no sistema produtivo, é o inovador, podendo ou não ser o inventor. Assim, SCHUMPETER (1982) classifica como empreendimento a realização de combinações novas, e que se não forem levadas à prática não são economicamente relevantes para a sociedade, e como empresários inovadores os indivíduos cuja função é realizá-las.

Desse modo, o progresso técnico além de adquirir a multiplicidade de formas acima destacadas, é um fenômeno endógeno por natureza, pois suas raízes encontram-se dentro da própria estrutura do sistema econômico, uma vez que é a procura do lucro através da inovação que transforma o processo econômico em um processo dinâmico, e não estático como pregavam os neoclássicos. Portanto, a concorrência não ocorre via preço, mas através do processo de inovação.

---

<sup>8</sup> Cabe aqui destacar as três principais obras de Schumpeter, que são **Teoria do Desenvolvimento Econômico**, **Capitalismo, Socialismo e Democracia** e **Ciclos Econômicos**, e que este trabalho baseou-se principalmente na primeira.

Nesse contexto, a introdução de uma inovação, desde que seja incorporada pelo mercado, implica um novo dinamismo para a economia. Os lucros advindos dessa inovação contribuem para acirrar a competição capitalista, atraindo para o mercado o que SCHUMPETER (1982) identifica como imitadores, ou seja, agentes que investem recursos no que foi criado pelo inovador.

No primeiro momento, elevam-se as taxas de investimento, nível de emprego e crescimento da economia. Em um segundo momento, a oportunidade de realização de lucros na área associada à inovação é reduzida, uma vez que ocorre o aumento de oferta nesta ocasião. Assim, o processo de desenvolvimento econômico é visto como dinâmico e em transformação devido ao caráter assimétrico das inovações, onde embora possa ser projetada uma tendência ao equilíbrio, isso não ocorre pois tal processo é descontínuo (SCHUMPETER, 1982).

Dentro das ondas de inovação e mudanças econômicas observadas em Schumpeter, as inovações tendem a concentrar-se em alguns setores da economia, em particular nos mais fortes, e seu processo de difusão é desigual, e as firmas com maior probabilidade de inovar procurarão manter-se na dianteira do progresso técnico, introduzindo novas inovações a fim de não se tornarem vítimas desse processo inovativo. Assim, esse processo de mudanças tecnológicas que revoluciona incessantemente a estrutura econômica a partir de dentro, criando elementos novos e destruindo o antigo, é o processo de destruição criadora:

“O capitalismo, então, é, pela própria natureza, uma forma ou método de mudança econômica, e não apenas nunca está, mas nunca pode estar, estacionário. (...) A abertura de novos mercados (...) e o desenvolvimento organizacional (...) ilustram o mesmo processo de mutação industrial – se me permitem o uso do termo biológico – que incessantemente revoluciona a estrutura econômica a partir de dentro, incessantemente destruindo a velha, incessantemente criando uma nova. Esse processo de destruição criadora é o fato essencial acerca do capitalismo” (SCHUMPETER, 1984, p.112-113).

Para Schumpeter, os ciclos na economia possuem quatro fases: prosperidade, recessão, depressão e recuperação. As fases de recessão e recuperação, intermediárias aos dois pólos de alta e baixa (prosperidade-depressão) e baixa e alta (depressão-prosperidade), estariam, respectivamente, ligadas às tendências de queda e retomada dos investimentos. Quanto às duas outras fases, a prosperidade envolveria o surgimento das inovações e, com elas, a busca crescente por lucros. A depressão, ao revés, envolveria o término do processo de difusão das inovações, onde se verificariam falências e deflação geral. Na fase de depressão

dos ciclos, ocorrem as quebras de diversas empresas, fenômeno esse característico do que SCHUMPETER (1982) chama de crise. Uma parte dessas quebras provém do desuso de produtos e processos decorrentes da inovação, ou seja, da destruição criadora. De modo que a destruição criadora é essencial ao capitalismo porquanto possibilita a ocorrência de movimentos que alteram o estado de equilíbrio.

### 1.2.3 Teoria Neo-Schumpeteriana

Como exposto na seção anterior, entender as inovações como elemento fundamental para o entendimento da dinâmica capitalista foi o grande passo da teoria de Schumpeter. Seguindo esta mesma linha de entendimento do sistema econômico, os neoschumpeterianos passam a analisar como o desempenho da indústria explica o processo de inovação e quais os seus impactos sobre a atividade econômica. Passou-se, portanto, de uma análise em nível macroeconômico de Schumpeter, para uma de nível microeconômico dos neo-schumpeterianos.

No entanto, como não é o objetivo deste trabalho analisar especificamente todo o pensamento neo-schumpeteriano, esta seção se dedicará a análise de dois autores tidos como expoentes da linha de pensamento neo-schumpeteriana, que são Nathan Rosenberg, que destacou importantes pontos do processo de inovação tecnológica e a influência que o aprendizado desempenha no rumo da mudança tecnológica, e Christopher Freeman, que procurou evidenciar o importante papel da tecnologia para as empresas.<sup>9</sup>

Pode-se começar a análise por ROSENBERG (1969), para quem, no processo do desenvolvimento tecnológico, considerado como dinâmico, o surgimento de desajustes ou desequilíbrios é um elemento fundamental para a introdução de uma mudança técnica que possa alavancar o desenvolvimento econômico. Desequilíbrios entre os vários elementos no sistema criam o que ele chama de pontos de estrangulamento, que irão concentrar, então, os cientistas,

---

<sup>9</sup> Para o melhor entendimento da estrutura de pensamento Neo-schumpeteriano, indica-se a consulta às seguintes referências:

BLAIR, J. M. **Economic Concentration: Structure, Behavior and Public Policy**. 1972.  
KAMIEN, M. J. e SCHWARTZ, N. L. **Market Structure and innovation**. 1982.  
ROTHWEL, R. e ZEGVELD, W. **Small and Medium Rigid Manufacturing Firm**. 1982.  
SCHERER, F. M. **innovation and Growth – Schumpeterian Perspectives**. 1984.

inventores, empresários, administradores públicos, etc, na busca de soluções mais eficientes para a alocação dos recursos.

Assim, o surgimento dos pontos de estrangulamento ou “gargalos produtivos” nas empresas, ou seja, de problemas no processo produtivo, levam à procura de inovações que resolvam esses problemas. Dessa forma, ROSENBERG (1969) desenvolve o conceito de “*focusing devices*” onde os gargalos tecnológicos, derivados dos problemas do processo produtivo, fazem com que o desenvolvimento tecnológico esteja normalmente focado mais em certas direções do que em outras.

Assim, a incerteza está na base do processo econômico, pois o processo de inovação, como uma atividade de pesquisa, implica que os resultados não sejam conhecidos *ex-ante*. Então, aparecem duas questões de ordem institucional. Primeiro, pode ocorrer a padronização prematura de uma inovação, que implica na perda de melhoramentos possíveis dessa inovação. E segundo, pode ocorrer uma padronização tardia, o que implica perda de poderio de divulgação da inovação.

ROSENBERG (1982) ressalta a importância do aprendizado no processo de inovação através de dois conceitos, o *learning by using*, de onde o aprendizado através do uso que é perseguido conscientemente e que se reverte em melhorias das condições de produção e uso do produto, e o *learning by doing*, que advém do aprendizado via processo produtivo e que surge devido a existência de gargalos nesse processo. Assim, o processo de aprendizado é resultado da difusão das inovações, e à medida que a tecnologia de aprimora através do *learning by using* e do *learning by doing*, devido a produção ou do uso do produto, ocorre a redução de custos por unidade produzida, estimulando os gastos com pesquisa e desenvolvimento e com as inovações por parte das empresas.<sup>10</sup>

Já FREEMAN (1974), destacando o importante papel da tecnologia nas empresas, elaborou uma classificação dos tipos de firma em relação as suas estratégias tecnológicas, como segue:

- A estratégia ofensiva, que se caracteriza por ser intensiva em P&D (pesquisa e desenvolvimento) e com elevado nível de pesquisa aplicada, objetivando a liderança técnica e de mercado por meio do lançamento de novos produtos;

---

<sup>10</sup> É importante notar aqui que para ROSENBERG e para os demais neoschumpeterianos, a etapa de pesquisa está relacionada à pesquisa aplicada e não à fundamental.

- A estratégia defensiva, que apesar de também ser intensiva em P&D, utiliza-o para evitar o distanciamento tecnológico das empresas ofensivas. Isto porque é uma firma avessa ao risco não optando pelo lançamento de novos produtos no mercado.

- A estratégia imitativa, em que a firma busca competir com firmas mais capacitadas através de custos menores, assim deixando de investir em P&D e direcionando-se para o sistema de informação e seleção de itens para a geração de tecnologia própria.

- A estratégia dependente, onde a firma não possui P&D, pois estabelece relação de dependência institucional e econômica com outras firmas.

- A estratégia oportunista, onde a firma busca preencher mercados não desenvolvendo P&D e dependendo basicamente de sua capacidade de analisar as conjunturas de mercado.

- A estratégia tradicional, em que a firma não possui atividade de P&D pois o mercado em que atua está próximo da concorrência perfeita.

Através desse conceito de grupos estratégicos de empresas, proposto por FREEMAN (1974), tornou-se possível analisar-se o desempenho de segmentos específicos da economia uma vez que as estratégias de inovação permitem um entendimento dos grupos estratégicos que vigoram em cada indústria.

Não existem dúvidas das contribuições para o entendimento do papel do processo de inovação na economia, das teorias de Schumpeter e dos Neoschumpeterianos, como foi demonstrado nesta e na seção anterior deste trabalho. No entanto, eles não inserem na discussão qual o papel da história, da ciência e da técnica, que é tratada como um dado, no processo de inovação. Pois, apesar de conceber o processo econômico como dinâmico, onde a mudança tecnológica e a busca do lucro induzem a este dinamismo, e onde a firma desempenha papel crucial na direção das inovações, a formalização dessas relações em termos de variáveis-chaves, e das regularidades e causalidades relevantes é ainda pouco convergente., sobretudo quando se pretende analisar as biotecnologias.

A preocupação em explicar mais detalhadamente de que forma ocorre o processo de inovação nas firmas, e os seus determinantes, acaba por ocasionar a criação de outra corrente de pensamento, muitas vezes tida como neo-

schumpeteriana, conhecida como evolucionista, e que será apresentada na próxima seção desta monografia.

### 1.3 TEORIA EVOLUCIONISTA: A FIRMA COMO “CENTRO MOTOR” DA INOVAÇÃO

A teoria evolucionista surge no começo da década de 1980, como uma vertente da teoria Neo-schumpeteriana, a partir das publicações de NELSON e WINTER (1982), tentando elaborar um arcabouço teórico capaz de explicar a crescente importância e aceleração do processo de inovação tecnológica no sistema econômico. Podem-se identificar três tradições teóricas que contribuíram para a teorização da abordagem evolucionista na economia.

Primeiro das teorias de Schumpeter e dos Neo-schumpeterianos, de onde vem os conceitos de entender o sistema econômico como dinâmico e o papel das inovações tecnológicas nesse processo, tanto em nível macroeconômico como em nível da firma, ou microeconômico.

Segundo, os economistas evolucionistas passam a basear o sistema econômico nas teorias biológicas da evolução de cunho Darwinista, abandonando a visão mecanicista da mecânica clássica que excluía do sistema o conhecimento. Dessa mudança de ótica para a compreensão do sistema econômico surge um sistema que incorpora a aprendizagem, o conhecimento e o papel das inovações para o entendimento do funcionamento da economia.

Terceiro, a influência da física e química contemporâneas, especialmente no que diz respeito a termodinâmica de não-equilíbrio, de onde se extrai as idéias dos sistemas abertos, onde os sistemas não se movem em direção a nenhum equilíbrio, mas a estados estacionários nos quais a invariância no tempo de pelo menos um grupo de variáveis que caracteriza o sistema pode ser mantida na presença de trocas contínuas de matéria e energia com seu ambiente (CERQUEIRA, 2000).<sup>11</sup>

Assim, três princípios chaves para o entendimento da teoria evolucionista podem ser destacados. Primeiro, que a dinâmica econômica é baseada em inovações em produtos, processos e nas formas de organização da produção, onde

---

<sup>11</sup> É importante notar, que neste momento é que surge a primeira idéia de trajetórias e paradigma tecnológico.

as inovações não são necessariamente graduais, podendo causar instabilidade ao sistema econômico. Segundo, que a teoria descarta qualquer princípio de racionalidade invariante dos agentes econômicos, onde, portanto, o conceito de maximização não é útil, pois envolve variáveis que não podem ser conhecidas pelo empreendedor. Assim, os evolucionistas adotam o conceito de racionalidade procedural, onde a racionalidade dos agentes não pode ser pré-definida, pois é resultado do processo de aprendizagem ao longo das interações com o mercado e novas tecnologias. E terceiro, a firma possui a propriedade da auto-organização como resultado das flutuações do mercado, rejeitando, portanto o equilíbrio do mercado.

Esta seção, portanto, buscará apresentar os principais conceitos da teoria evolucionista e as principais contribuições para o entendimento da dinâmica econômica e sua relação com o processo de inovação.

### 1.3.1 Aprendizagem, Rotinas, Busca e Seleção: O Modelo de NELSON e WINTER

Para os Evolucionistas a aprendizagem pode ser definida como um processo no qual a repetição e a experimentação fazem com que, ao longo do tempo, as tarefas sejam efetuadas de forma mais rápida e melhor e as novas oportunidades operacionais possam ser experimentadas. Portanto, a aprendizagem é cumulativa e coletiva, no âmbito da firma, e depende, principalmente, de rotinas organizacionais codificadas ou tácitas (CORIAT e WEINSTEIN, 1995).

Para NELSON e WINTER (1982), “a rotinização da atividade numa organização constitui a forma mais importante de armazenamento do conhecimento operacional específico de uma organização”. As rotinas de uma organização são análogas às habilidades, que eles chamam de *skills*, de um indivíduo, definindo a seqüência de um comportamento coordenado que é efetivado para o alcance de determinados objetivos. Ou seja, implica numa prática de comportamento que respeita determinados mecanismos estabelecidos pela empresa ao longo de sua evolução. O conceito de *skill*, assim como o de rotina, envolve três aspectos: é programado; envolve conhecimento tácito; e envolve escolhas, que tem um caráter automático de comportamento.

Desse modo, a abrangência das rotinas da empresa é muito grande, afetando tanto atividades operacionais de curto prazo, quanto àquelas referentes às decisões de longo prazo, tais como o investimento e a aplicação de recursos em pesquisa e desenvolvimento. As rotinas podem, então, ser classificadas como sendo de operação, que são as rotinas usadas no dia-a-dia da firma, de investimento, que são as usadas em projetos ou construção de novas plantas, etc, ou de transformação, que são as rotinas de P&D e que dão origem às inovações.

Desse modo, as rotinas constituem o fator determinante do comportamento das firmas. Uma vez estabelecidas, elas substituem a necessidade de coordenação hierárquica rígida, permitindo a coerência das decisões por indivíduos que conhecem seu trabalho, interpretam e respondem corretamente as mensagens que recebem. Cabe diferenciar as rotinas estáticas, que são simples repetição das práticas anteriores, das rotinas dinâmicas que permitem incorporar novos conhecimentos. Onde os conhecimentos tácitos, não codificados e, portanto, mais difíceis de serem adquiridos e transferidos, são um ativo específico da firma, constituindo a base da diferenciação competitiva das empresas.

A atividade tecnológica, uma vez que existem procedimentos estabelecidos para a busca de inovações, também é rotinizada. Isto porque, como o processo de inovação envolve uma grande incerteza, o empresário tende a ser mais conservador e defensivo, o que não significa que não aconteçam mudanças na estrutura tecnológica da empresa, mas sim que o próprio processo de mudança é rotinizado e que limita as opções técnicas das empresas como forma de se “proteger” das incertezas do processo. A incorporação de uma inovação implica numa mudança de rotinas. Quanto ao sucesso da inovação, este depende da qualidade de suporte das rotinas existentes.

”Como uma primeira aproximação, portanto, pode se esperar que as firmas se comportem no futuro de acordo com as rotinas que empregaram no passado. Isto não implica uma literal identidade de comportamento ao longo do tempo, na medida em que as rotinas podem estar associadas de formas complexas aos sinais do ambiente. Isso implica que é bastante inadequado conceber o comportamento da firma em termos de uma escolha deliberada de um amplo leque de alternativas, que algum observador externo considera serem as oportunidades “disponíveis” para a organização. O leque de alternativas não é amplo, mas estreito e idiossincrático; ele é construído a partir de rotinas da empresa, e a maior parte “deste ato de escolha” também é definida automaticamente por estas rotinas. Isto não significa que as empresas individuais não possam se constituir em sucessos brilhantes por um curto ou longo período; o sucesso e o fracasso dependem do estado do ambiente.” (NELSON e WINTER, 1982, p.134).

Devido às limitadas alternativas para as empresas definirem a incorporação de progresso técnico, as rotinas determinam os procedimentos que devem ser seguidos por elas no seu processo de busca de inovações. Esse, sendo condicionado tanto por fatores de ordem econômica quanto por determinações de ordem técnica. Os fatores econômicos podem ser resumidos em possibilidades de lucros extras ou então em defesa de benefícios ou posições já conquistadas pela empresa. Os fatores técnicos são determinações pelo que NELSON e WINTER (1982) chamam trajetória natural, conceito que é desenvolvido por DOSI (1984) nos conceitos de paradigmas e trajetórias tecnológicas, e apresentadas no item seguinte deste trabalho. A mudança de um paradigma abre maiores oportunidades tecnológicas, o que tem por consequência alterar o processo de busca de inovação por parte da empresa. Contudo, nem todas as empresas têm capacitação suficiente para participar deste processo porque isto depende da sua trajetória tecnológica passada e do caráter cumulativo do progresso técnico.

A comutatividade é um aspecto importante do processo de busca de inovação da empresa porque implica num determinado nível de capacitação tecnológica, que permite, ou não, à empresa se propor a alcançar tecnologias específicas. A comutatividade tem diversas dimensões, que podem ser melhoramentos técnicos incrementais, que viabilizam uma característica trajetória natural, ou o conjunto de conhecimentos científicos, técnicos e empíricos que constitui uma determinada tecnologia e estabelece um padrão tecnológico que capacita a empresa na busca de outro padrão superior. Além disso, o resultado da atividade tecnológica não é apenas o desenvolvimento de um novo produto ou processo, mas também uma série de conhecimentos que se encontram na “vizinhança” ou “ao redor da” inovação (NELSON e WINTER, 1982).

O processo de busca, então, está relacionado às atividades organizacionais que estão associadas com a avaliação das rotinas correntes e que, por isso, podem levar à alteração destas. Esse processo possui três tipos de comportamentos, que são. O da imitação, onde a firma procura copiar um tipo de comportamento de uma firma concorrente nesse mesmo tipo de atividade. Os outros dois tipos de comportamento são os intra e interindustriais, onde as possibilidades técnicas da empresa são determinadas dentro ou fora da mesma, respectivamente.

A trajetória tecnológica da empresa, decorrente do processo de busca, será submetida a mecanismos de seleção, que são: o mercado, que funciona em qualquer setor industrial, uma vez que a finalidade das indústrias é colocar produtos e serviços a venda no mercado; institucionais ou organizacionais, que variam segundo o setor industrial. Sendo assim, os resultados do processo de busca são estocásticos e o ambiente econômico condiciona e seleciona o processo de busca de inovação.

São os mecanismos de seleção que vão determinar a mudança técnica, definindo, assim, o êxito ou não de uma inovação. Como afirmam NELSON E WINTER (1982), a firma inovadora, buscando a realização de lucros, atua com racionalidade limitada, utilizando-se de rotinas e mecanismos de busca, adotando estratégias que serão sancionadas ou não por mecanismos de seleção tanto mercantis quanto não-mercantis.

Assim, no mecanismo existente entre os processos de busca e seleção, ressalta-se a inovação como elemento gerador e influenciado pelo seu próprio processo, onde o caráter dinâmico também fica evidente, pois a estrutura aparece como resultado de inovações técnicas passadas, ou seja, de um ambiente de seleção. Dessa forma, fica evidenciado que a mudança tecnológica é um fenômeno endógeno produzido pelo próprio processo competitivo, onde o mercado funciona como um fornecedor de *feed-backs* ao processo de geração, sancionando, ou não, os desenvolvimentos prováveis.

NELSON e WINTER (1982), ao descreverem a busca e seleção de inovações, concluem que a diferenciação entre empresas é a situação normal da economia capitalista, as estratégias bem sucedidas são estocásticas, gerando empresas que são bem sucedidas, as vencedoras, e outras que fracassam, as perdedoras.

Desse modo, as vencedoras podem ter margens de rentabilidade acima da média do setor em que atuam, o que permite o crescimento dessas empresas, o que proporciona economias de escala e o aumento sua participação no mercado. Todo este processo de mudança técnica condiciona a estrutura de mercado, assim como a estrutura de mercado influi no processo de busca e seleção das inovações. Portanto, a estrutura de mercado deve ser considerada uma variável endógena do desenvolvimento econômico.

### 1.3.2 Paradigmas e Trajetórias Tecnológicas: O Modelo de DOSI

Partindo dos conceitos de trajetória natural de NELSON e WINTER (1982) e do de paradigmas científicos de Kuhn<sup>12</sup>, DOSI (1984) elabora os conceitos de paradigmas e trajetórias tecnológicas a fim de explicar a relação entre as forças econômicas e o relativo momento autônomo que o progresso tecnológico mantém.

DOSI, PAVITT e SOETE (1990), então, apresentam seis fenômenos cruciais para o entendimento do processo de mudança técnica:

- O processo inovativo tem leis próprias que não podem ser descritas como relações simples e flexíveis às mudanças nas condições do mercado. Pois é a própria natureza das tecnologias que determinam quais produtos e processos conseguem se ajustar às mudanças nas condições econômicas e às possíveis direções do progresso técnico.

- O conhecimento científico tem um papel cada vez mais crucial na abertura de novas possibilidades de avanços tecnológicos.

- A crescente complexidade das atividades de pesquisa e desenvolvimento favorece as organizações institucionais, tais como os laboratórios de P&D, os laboratórios governamentais, as universidades, etc, em invés dos inovadores individuais, como o ambiente típico para a produção de inovações.

- Uma quantidade significativa de melhoramentos e inovações acontecem através do "*learning by doing*", e é geralmente intrínseco nas pessoas e organizações. O mesmo pode ser dito para a P&D, que geralmente é incorporada e ligada às atividades produtivas das firmas.

- As atividades de pesquisa e inovação manter uma natureza de alta incerteza, uma vez que o resultado (até mesmo o comercial) das atividades de pesquisa são difíceis de prever *ex-ante*.

- A mudança técnica não ocorre aleatoriamente por duas razões: primeiro, apesar das consideráveis variações no que diz respeito à inovações específicas, as direções das mudanças técnicas são definidas freqüentemente pelo "estado das artes" das tecnologias em uso; e segundo, a probabilidade de avanços tecnológicos pelas firmas, organizações e até mesmo pelos países é uma função dos níveis

---

<sup>12</sup> Kuhn, T. **The Structure of Scientific Revolutions**. Chicago University Press. Chicago, 1962.

tecnológicos já alcançados por eles. Ou seja, a mudança técnica é também, em grande parte, uma atividade de acumulação do conhecimento.

DOSI, PAVITT e SOETE (1990) dizem que, assim como a filosofia da ciência sugeriu a existência de paradigmas científicos, também existem os paradigmas tecnológicos, ambos possuindo um padrão de definição dos problemas relevantes, um padrão de investigação. Desse modo, o paradigma tecnológico define as necessidades que são destinadas a serem preenchidas, os princípios científicos utilizados para esta tarefa e a tecnologia material utilizada. Um paradigma tecnológico pode ser definido, então, como o padrão de solução de problemas selecionados baseados em princípios altamente selecionados derivados de conhecimento e experiências anteriores. E uma trajetória tecnológica pode ser definida como o progresso tecnológico que acontece nas trocas entre a economia e a tecnologia dentro de um paradigma. Ainda mais, um paradigma tecnológico define as fronteiras dos efeitos induzidos que as mudanças nas condições do mercado e preços relativos podem exercer sobre as direções do progresso tecnológico.

A hipótese central desses conceitos é que as atividades inovativas são fortemente seletivas, finalizadas em direções muito precisas e freqüentemente cumulativas. Assim, um paradigma tecnológico é, mesmo que em graus variados, específico a cada tecnologia e, portanto, a cada setor.

As firmas produzem por meios que são diferenciados tecnicamente das outras firmas e fazem inovações largamente baseadas na tecnologia "*in house*", mas com algumas contribuições de outras firmas e do conhecimento público. Sob tais circunstâncias, o processo de busca das firmas industriais não é capaz de cobrir todo o estoque de conhecimento tecnológico antes de fazer suas escolhas técnicas. Dada sua natureza altamente diferenciada, ao invés, as firmas irão procurar melhorar e diversificar suas tecnologias através de pesquisas em áreas que possibilitem usar e construir sobre suas bases tecnológicas previamente existentes. O que a firma espera ser capaz de fazer tecnologicamente no futuro é, dessa forma, muito restringido pelo que ela foi capaz de fazer no passado.

Desse argumento decorrem duas conseqüências principais. Primeiro, a imperfeita e assimétrica informação nas atividades econômicas, o que não leva a redução das diferenças nas capacidades de inovação para o domínio da informação. Ao invés disso, companhias e países são também diferenciados em termos de

conhecimento e (de alguma forma tácita) competências que pré-existem o processamento da informação, e ainda determina o grau de sucesso tecnológico e econômico. Segundo, os fundamentos microeconômicos de baseiam em agentes muito diferenciados e que possuem competências diversas e assimétricas.

Uma vez que a comutatividade e específica natureza tecnológica da firma é reconhecida, seu desenvolvimento através do tempo acontece de ser aleatório, mas provavelmente será concentrado em áreas que são tecnologicamente relacionadas às suas atividades pré-existentes. Esses fatores são fundamentais, pois influenciam o nível e a direção do progresso técnico dentro das fronteiras dos paradigmas tecnológicos.

Um paradigma tecnológico age, então, como um direcionador do progresso técnico, definindo *ex-ante* as oportunidades a serem perseguidas e aquelas a serem abandonadas. É dotado, portanto, de "poderoso efeito de exclusão" (DOSI, 1984) ao permitir a redução do número de possibilidades de desenvolvimento tecnológico. Isto porque o processo seletivo de uma tecnologia acontece dentro de um ambiente maior, no interior de um paradigma onde vários conjuntos de mutações possíveis se comportam dinamicamente, de onde as novas oportunidades de produção são fruto de um progressivo processo de aprendizado a partir da interação de rotinas estabelecidas com experiências adquiridas.

Finalmente, apesar de admitir a possibilidade de mudanças de trajetória, os evolucionistas argumentam que "a história conta"<sup>13</sup>, pois a firma só acumula com base nos conhecimentos adquiridos no passado, e não se desvia de sua trajetória com sucesso a não ser por mudanças na conjuntura econômica ou na natureza da tecnologia (DOSI, TEECE e WINTER, 1992).

---

<sup>13</sup> Cabe aqui destacar uma das dificuldades da teoria evolucionista conhecida como o "paradoxo entre a história e o tempo". Este, resumidamente, pode ser entendido como a "contradição" criada pelos evolucionistas, pois de um lado consideram o conhecimento como cumulativo, ou seja, incorporando o fator histórico ao processo de inovação. No entanto, de outro lado, ao considerar que esse processo segue rigidamente às trajetórias e paradigmas tecnológicos, e esses sendo considerados como um movimento constante e unidirecional, tal qual o tempo da física, os evolucionistas deixam de levar em conta o importante papel das interações entre a pesquisa fundamental, o desenvolvimento de técnicas e a indústria, onde essas trajetórias são, muitas vezes e em especial nas ciências da vida, não lineares pois não seguem o tempo da física, uma vez que ocorrem constantes interações entre essas esferas durante o processo de inovação, como poderá ser identificado na FIGURA 3 (p.55).

### 1.3.3 A Difusão Tecnológica: O Modelo de DOSI, ORSENIGO e SILVEBERG

Para analisar o processo de difusão tecnológica na teoria evolucionista e os seus efeitos sobre o sistema econômico, DOSI, ORSENIGO e SILVEBERG (1986) estabelecem três premissas básicas para a compreensão da difusão tecnológica:

- A existência de assimetrias técnico-econômicas entre os agentes;
- A existência de variedade tecnológica;
- A existência de diversidade comportamental entre os agentes.

Essas premissas derivam dos conceitos básicos da teoria evolucionista de que a tecnologia é apropriável, cumulativa, tácita e irreversível, de que existe incerteza quanto aos resultados dos esforços ou decisões tecnológicas, e de que existem paradigmas e trajetórias tecnológicas setoriais que ordenam o progresso técnico, fazendo da busca e seleção de inovações um processo não aleatório e não exógeno.

Dessa forma, a questão central que passa a ser enfrentada pelos modelos evolucionistas é a tentativa de tratar a inovação e a concorrência, como um processo dependente do tempo, tanto lógico quanto cronológico. De modo que o objetivo passa a ser tratar as variáveis que dependem da cumulatividade do conhecimento (*path dependent*) e por isso a história tem de ser incorporada ao sistema teórico tanto no que diz respeito a história passada em decorrência da natureza cumulativa dessas variáveis, quanto em relação ao futuro que, devido à incerteza sob a qual ocorre o processo decisório de inovação, não pode ser reduzido a seqüências lógicas de tempos.

A difusão é tratada como um fenômeno que embora cronologicamente dependente do tempo, é independente das transformações ocorridas entre os momentos cronológicos analisados, uma vez que o incentivo para a adoção de inovações é a lucratividade esperada. São as possibilidades de lucros proporcionados por uma posição monopolista temporária, conseqüentes da inovação, que estimulam o progresso técnico.

A difusão tecnológica está, então, relacionada com a cumulatividade e apropriabilidade do progresso técnico, onde a apropriabilidade privada desse progresso incentiva a inovação, na medida em que ela amplia as possibilidades de lucratividade. Assim, DOSI (1988) afirma que:

“... lead times e vantagens da curva de aprendizado, combinados com esforços complementares de marketing, aparecem como os principais mecanismos de apropriação dos retornos das inovações de produto. Curvas de aprendizado, segredo e lead times são também os principais mecanismos de apropriação das inovações de processo. As patentes frequentemente aparecem como um mecanismo complementar, o qual, não obstante, não parece ser o central, com algumas exceções. Além disso, comparando a proteção de processos e produtos, pode se observar que lead time e curvas de aprendizado são formas relativamente mais efetivas para proteger as inovações de processo, enquanto as patentes são uma forma relativamente melhor de proteção das inovações de produto”.(DOSI, 1988, p.1139).

Assim, tanto a cumiatividade quanto a apropriabilidade privada condicionam a difusão tecnológica. Quanto maior o grau de apropriabilidade privada, mais lento é o processo de difusão, e a imitação tende a ocorrer com elevado esforço tecnológico. E quanto maior o grau de cumiatividade de uma trajetória tecnológica, menor é a possibilidade de difusão, uma vez que se requer uma série de conhecimentos passados que não são facilmente transferíveis entre empresas.

Além da incerteza, da rejeição da racionalidade maximizadora e da endogeneidade das estruturas de mercado, características dos modelos evolucionistas, o sistema teórico da difusão baseia-se numa dinâmica inovativa na qual cada tecnologia apresenta graus específicos de apropriabilidade, cumiatividade, oportunidade e tacitividade e, portanto, a “diversidade entre firmas é uma característica fundamental e permanente do ambiente industrial” (DOSI, ORSENIGO, SILVEBER, 1986). Dessa forma, a existência de diversidade é condição *sine qua non* para a existência de oligopólios com sobrelucros estruturais.

Os diferenciais de inovatividade e a não instantaneidade da difusão geram vantagens competitivas que são a fonte do lucro capitalista. As vantagens competitivas, por sua vez, reforçam as assimetrias pré-existentes, dando margem a um processo concorrencial em desequilíbrio, mas não por isso caótico. As assimetrias tecnológicas existentes entre as firmas atuam como restrições estruturais, que em conjunto com os comportamentos dos agentes, define um padrão “regular” de evolução da indústria.

Assim, a dinâmica de uma estrutura de mercado depende da similaridade entre as distribuições de *market-shares* (assimetrias) e de capacidades tecnológicas (variedade), e, também, da diversidade comportamental, já que esta última afeta decisivamente as taxas de adoção de novas técnicas. Então, a estrutura do mercado

não pode ser considerada como um dado exógeno, pois ela é função do padrão de mudança técnica.

#### 1.3.4 Alguns Problemas da Teoria Evolucionista

Como mostra TIGRE (1998), apesar do avanço no tratamento do processo de inovação e como este se insere no sistema econômico, cabe aqui destacar alguns problemas quanto a esta estrutura de pensamento. Primeiro, a falta de um tratamento das condições históricas e sociais que estão nas bases das inovações organizacionais das competências e rotinas. Segundo, a ausência do conflito entre acionistas e gerentes no controle da firma.

Apesar dos avanços teóricos quanto à produção de conhecimento e a trajetória tecnológica, para os evolucionistas, a firma é capaz de produzir conhecimento sem a presença dos laboratórios públicos de pesquisa, das universidades públicas, etc, que desempenham papel central no atual processo de inovação, como a biotecnologia. Para os evolucionistas o processo de inovação é centralizado na firma, que tudo é capaz de fazer pelos conceitos de aprendizagem e de rotina.

#### 1.4 CONCLUSÃO PRELIMINAR

Neste primeiro capítulo deste trabalho, buscou-se apresentar brevemente como se deu a evolução do pensamento econômico, no que diz respeito ao processo de inovação ao longo da história.

Apesar de tratar a tecnologia e, conseqüentemente, o processo de inovação e a ciência, como fatores exógenos ao sistema econômico, considerando que as possibilidades tecnológicas estavam incorporadas em suas funções de produção, a estrutura de pensamento neoclássica fez importantes progressos no entendimento dos mercados, servindo, ainda, de base para a microeconômica.

Schumpeter incorpora as inovações como fator crucial para o entendimento do processo de desenvolvimento econômico, onde essas passam a determiná-lo, pois constituem um elemento chave para a explicação dos ciclos econômicos causados pela mudança descontinuada e espontânea na estrutura produtiva.

Seguindo essa linha de raciocínio, os Neo-schumpeterianos incorporam a análise das inovações ao nível microeconômico, onde essas impactam no desempenho da indústria e na atividade econômica. Mas, apesar de entender a econômica como um processo dinâmico, onde as inovações induzem a este dinamismo, essas escolas de pensamento ainda não incorporam ao processo de inovação a história, a ciência e a técnica, que ainda é vista como um dado exógeno.

A teoria evolucionista surge como um grande avanço para o entendimento da importância do processo de inovação para o sistema econômico. Faz grandes avanços quanto a importância da produção do conhecimento e da aprendizagem, e desenvolve importantes conceitos como os de rotinas, trajetórias tecnológicas e paradigmas tecnológicos. No entanto, deixam de aprofundar-se na explicação de como ocorre a produção do conhecimento ou da ciência, centralizando suas análises na firma e deixando de lado seu relacionamento com outros agentes do sistema.

Deste modo, torna-se necessário a adoção de uma teoria que trabalhe detalhadamente o processo de inovação, seus determinantes, e o impacto deste no sistema econômico. Esta teoria, que será apresentada no próximo capítulo, é a teoria da economia do conhecimento.

## 2 A ECONOMIA DO CONHECIMENTO

Este capítulo tem por objetivo apresentar a teoria da economia baseada no conhecimento. Desse modo, serão apresentados, resumidamente, os principais aspectos dessa estrutura de pensamento, sobretudo no que concerne o processo de inovação.

Na seção 1.1, analisa-se como ocorreu o desenvolvimento dessa estrutura de pensamento, ressaltando-se seus determinantes históricos e o papel das tecnologias da informação e da comunicação.

Na seção 1.2, apresenta-se os principais fundamentos da economia baseada no conhecimento, destacando seus avanços em relação ao processo de inovação.

Finalmente, na seção 1.3, discute-se detalhadamente como ocorre o processo de produção do conhecimento, no novo contexto da economia do conhecimento.

### 2.1 O DESENVOLVIMENTO DA ECONOMIA BASEADA NO CONHECIMENTO

Dentre todas as estruturas de pensamento apresentadas sumariamente até o momento, aquela que mais se aproximou para descrever, em detalhes, o processo de inovação, é a teoria da Economia Baseada no Conhecimento. Nessa teoria se reconhece o papel da ciência como variável explicativa do processo mesmo que os demais elementos como a história e o tempo não sejam detalhadamente trabalhados<sup>14</sup>.

#### 2.1.1 Perspectiva Histórica

A habilidade de inventar e inovar, ou seja, de criar conhecimento novo que é cristalizado em produtos, processos e nas organizações, sempre foi uma fonte de desenvolvimento para todas as sociedades. Como destacam DAVID e FORAY (2002, p. 1), "Knowledge has been at the heart of economic growth and gradual rise in levels of social well-being since time immemorial"<sup>15</sup>. No entanto, o termo

---

<sup>14</sup> O que constitui um dos objetivos da pesquisa planejada nesta monografia.

<sup>15</sup> Tradução: "o conhecimento tem estado no coração do crescimento econômico e da melhora nas condições de vida social deste sempre".

"economia baseada no conhecimento" apareceu apenas recentemente. Isto porque o grau de incorporação de conhecimento e informação na atividade econômica tornou-se tão grande, que está induzindo a uma profunda transformação estrutural e qualitativa na economia e transformando as bases de vantagens competitivas (HOUGHTON e SHEEHAN, 2000).

Como mostram DAVID e FORAY (2002) a questão central desse processo é o aumento da velocidade com que o conhecimento é gerado, acumulado e depreciado, em termos de relevância e valor econômico. Esse processo tem refletido, na verdade, o aumento da intensidade do desenvolvimento científico e do progresso tecnológico dele derivado.

Assim, as disparidades entre produtividade e crescimento entre os países tem, agora, ao que tudo indica, menos a ver com sua falta ou abundância de recursos naturais do que com sua capacidade de melhorar a qualidade do capital humano e dos fatores de produção, ou como destacam DAVID e FORAY (2002, p.1), *"to create new knowledge and ideas and incorporate them in equipment and people"*<sup>16</sup>.

DAVID e FORAY (2002) destacam alguns fatores que podem ser observados para a constatação da aceleração da produção de conhecimento e o crescente papel deste no sistema econômico. Para estes autores, destaca-se o crescimento do capital intangível em nível macroeconômico, isto é, que a intensificação do conhecimento, apesar de originária da indústria de alta tecnologia, não ficou restrita a esta, uma vez que a ciência e a tecnologia vêm se tornando o setor central para a economia como um todo, e que por isso verifica-se o aumento do emprego em setores de produção, processamento e transferência de conhecimento e informação. Segundo a OCDE (1996), estima-se que mais de cinquenta por cento do produto nacional bruto na maioria das economias da mesma, é hoje baseada no conhecimento. Os autores destacam que a inovação está se tornando a atividade dominante para o sistema econômico, pois *"the knowledge production system is becoming more widely distributed across a host of new places and actors. ... innovators tend to be appearing in unexpected situations: users as the source of*

---

<sup>16</sup> Tradução: "para criar novas idéias e conhecimento e incorpora-los em equipamentos e pessoas".

innovation...”<sup>17</sup> (DAVID e FORAY, 2002, p. 2). Outro fator destacado pelos autores é a chamada revolução nos instrumentos do conhecimento, mais especificamente o desenvolvimento das tecnologias de informação e comunicação, como a internet, que vem afetando a criação de conhecimento de diversas formas. Primeiro porque o simples fato de que qualquer pessoa tem a capacidade de criar uma “riqueza” como a informação, é certamente revolucionário. Segundo, porque as tecnologias da informação criam a interação não apenas entre cientistas e a comunidade acadêmica, mas igualmente entre designers de produtos, industriais e consumidores. Terceiro, essas novas tecnologias permitem a exploração e análise de muitos dados, o que já significa uma potencial fonte de conhecimento novo, além da rapidez com que estes podem ser analisados. Finalmente, os autores destacam que os três fatores acima citados, podem ser combinados para o desenvolvimento de sistemas centralizados de grande escala de bases de dados, para a coleta dos mesmos bem como para o compartilhamento das descobertas<sup>18</sup>.

Assim, torna-se de suma importância destacar o papel das novas tecnologias da informação e comunicação para a economia do conhecimento, como será efetuado na subseção seguinte deste trabalho.

---

<sup>17</sup> Tradução: “o sistema de produção de conhecimento está se tornando mais distribuído entre vários lugares e atores. ... inovadores tendem a aparecer em situações inesperadas: usuários como a fonte da inovação.

<sup>18</sup> Dado o espaço acordado por este estudo monográfico não se pretende aqui tratar do paradoxo (ou conflito) que existe entre a produção científica e a patente de um produto. Por outro lado, o estudo deste paradoxo é importante quando está em jogo a discussão que envolve o objeto de conhecimento e o objeto técnico e industrial. Tentando simplificar para poder deixar a temática para futuros trabalhos, este paradoxo aparece da seguinte forma: como visto até o momento, no processo de industrialização de conhecimento nas biotecnologias, a produção deste, situada amontante, libera além do objeto de conhecimento a produção científica sob a forma de publicações de revistas especializadas, livros, artigos, etc. Não obstante, a jusante deste processo aparece o objeto industrial que será patenteado pela indústria, ou na mesma, na etapa anterior enquanto objeto técnico. Entre uma etapa, aquela da publicação, e a outra, do objeto industrial, aparece um conflito claro de interesses, qual seja, o cientista/pesquisador que deseja tornar pública sua descoberta através de um artigo; e o empresário que deseja o segredo daquela descoberta até o momento da sua patente. Este conflito pode, não raro, de um lado, forçar os laboratórios públicos, as universidades e os centros de pesquisa a se isolarem e se distanciarem do processo de industrialização do conhecimento, e portanto da indústria; e de outro, podem forçar os laboratórios a entrarem numa dinâmica clientelista onde se busca o objeto de conhecimento, não mais pela descoberta da ciência, mas para atender um demanda empresarial. É importante notar que nos dois casos ambos perdem. Ao se distanciar da indústria, a ciência não se finaliza (de que forma a célula degenerada pelo sarcoma da herpes possibilitou que cientistas franceses e americanos pudessem descobrir que se tratava da AIDS para mais tarde proporem uma solução, mesmo que de longo prazo, para tratar esta doença através de vários medicamentos?). Ao se tornar clientelista do empresário, a ciência se submete aos ditames financeiros e entra num jogo perigoso no processo de desenvolvimento do saber (de que forma se pode estar certo quando um empresário prioriza o desenvolvimento de uma pesquisa voltada para resolver a gripe do frango em relação a pesquisa da célula tronco?).

## 2.1.2 O Choque Entre as Tecnologias de Informação e Comunicação e o Conhecimento: O Surgimento da Economia do Conhecimento

A noção da economia fundada no conhecimento sugere uma idéia de ruptura nos processos de crescimento e nos modos de organização da economia. Essa ruptura pode ser explicada a partir de um choque resultante entre uma tendência secular relativa ao crescimento do capital intangível (pesquisa, educação, formação básica, formação específica, etc.) e a grande difusão das tecnologias de informação e da comunicação. (FORAY, 2000). Na verdade trata-se do encontro entre uma longa tendência da expansão dos investimentos e das atividades de conhecimento e uma revolução que modifica radicalmente as condições de reprodução e de transmissão do saber e da informação. Esse encontro se traduz por uma série de efeitos sobre a economia que é o objeto de estudo desta teoria.

Uma característica do crescimento econômico, relacionada com este processo é o crescimento do capital intangível em relação ao total da riqueza produzida. Isto é devido ao aumento com gastos em pesquisa e desenvolvimento e investimentos em educação. Segundo FORAY (2000), o estoque de capital intangível tornou-se equivalente ao tangível em 1973 e é hoje largamente dominante, conforme mostrado na QUADRO 1, a seguir:

QUADRO 1 – O ESTOQUE DE CAPITAL REAL BRUTO NOS ESTADOS UNIDOS (EM MILHARES DE DÓLARES).

Estoque de Capital / Anos	1929	1948	1973	1990
Capital Tangível Total	6.075	8.120	17.490	28.525
Capital Intangível Total	3.251	5.940	17.349	32.819

Fonte: KENDRICK, 1994.

Nota: Tabela extraída de FORAY (2000, p.20).

Segundo FORAY (2000):

"... avec lès TIC l'économie fondée sur la connaissance a recontré une base technologique appropriée et qu'il y a désormais une consolidation mutuelle entre l'essor des activités intensives em coinnissance et la production et la diffusion des nouvelles TIC"<sup>19</sup> (FORAY, 2000, p. 24-25).

<sup>19</sup> Tradução: "... com as TIC (Tecnologias da informação e da comunicação) a economia baseada no conhecimento encontrou uma base tecnológica apropriada e que daqui em diante tem uma mutua consolidação entre as atividades intensivas em conhecimento e a produção e difusão de novas TIC".

Desse modo, identificam-se três efeitos das tecnologias da informação e da comunicação na economia. Primeiro, elas permitem um ganho de produtividade, particularmente no tratamento, estoque e na troca de informação, o que é fundamental para a economia baseada no conhecimento, onde o crescimento da produtividade foi notoriamente lento nos séculos precedentes. Segundo, as tecnologias da informação e da comunicação favorecem a formação e o crescimento de novas indústrias, como, por exemplo, o comércio eletrônico. Terceiro, essas tecnologias permitem a adoção de modelos organizacionais originais devido a uma melhora na exploração das novas possibilidades de distribuição e difusão da informação.

Desse modo, resultado de uma revolução tecnológica, onde o desenvolvimento da microeletrônica foi fundamental, as tecnologias da informação e da comunicação viabilizaram essa nova fase na economia, que é agora baseada no conhecimento. Essa trajetória de evolução e adoção da dinâmica da informação para o processo econômico, resultou na interação entre a mudança técnica e a mudança organizacional, que vem transformando profundamente o uso das tecnologias da informação e da comunicação dentro das empresas ou firmas (FORAY, 2000).

Assim, na configuração desses novos modelos organizacionais nas firmas, a criação de conhecimento ocorre cada vez mais como uma forma de fazer coletivo, onde a coletividade pode ser tanto interna como externa à firma, que é elaborado e organizado, como o caso de um consórcio, ou que é mais casual e espontâneo, como a troca de "saber como" entre engenheiros de empresas concorrentes. Nesse caso, as tecnologias da informação e comunicação, particularmente as tecnologias de colaboração, desempenham um papel fundamental de suporte (FORAY, 2000).

## 2.2 A ECONOMIA BASEADA NO CONHECIMENTO

De acordo com a OCDE (1996), a transformação hoje em curso seria comparável à transformação imposta pela revolução industrial às sociedades agrárias. Para essa nova conceituação da economia, como destaca a OCDE (1996):

“... knowledge can raise the returns on investment, which can in turn contribute to the accumulation of knowledge. It does this by stimulating more efficient methods of production organization as well as new and improved products and services. ... Knowledge can also spill over from one firm or industry to another, with new ideas used repeatedly at little extra cost. Such spillovers can ease the constraints placed on growth by scarcity of capital”<sup>20</sup> (OCDE, 1996, p. 11)

No entanto, incorporar o conhecimento em uma função de produção econômica desafia alguns dos mais fundamentais princípios econômicos, como a escassez. Isso porque o conhecimento e a informação tendem a ser abundantes, o que é escasso é a capacidade de utilizá-los proveitosamente.

Por isso torna-se importante definir o processo de codificação do conhecimento, de aprendizado e de formação de uma rede de conhecimento, o que é feito nas subseções a seguir.

### 2.2.1 Codificação do Conhecimento

Para se facilitar a análise econômica, pode-se fazer distinções entre diferentes tipos de conhecimento que são importantes nesse novo cenário econômico: "saber o quê", "saber por quê", "saber como" e "saber quem". Cabe também diferenciar o conhecimento da informação, que geralmente é apenas os componentes do conhecimento "saber o quê" e "saber por quê", que são também os tipos de conhecimento que tem propriedades de commodities no mercado e que podem ser economicamente definidos como recursos utilizáveis em uma função de produção (OCDE, 1996).

O "saber o quê", refere-se ao conhecimento sobre fatos, por isso aproxima-se muito do que é a informação. O "saber por quê"<sup>21</sup>, refere-se ao conhecimento científico dos princípios e das leis da natureza, por isso este tipo de conhecimento é o que guia o desenvolvimento tecnológico e os avanços em produtos e processos na maioria das organizações. Para conseguir acesso a este tipo de conhecimento, as firmas têm de interagir com as organizações responsáveis pela sua produção e

---

<sup>20</sup> Tradução: ... o conhecimento pode elevar o retorno do investimento, que por sua vez pode contribuir para a acumulação do conhecimento. Isso ocorre através do estímulo a métodos produtivos mais eficientes bem como de novos e melhores produtos e serviços. O conhecimento pode também "espalhar-se" de uma firma ou indústria para outra, com novas idéias que podem ser usadas repetidamente a um pequeno custo extra. Essa difusão do conhecimento supera as barreiras impostas ao crescimento pela escassez de capital.

<sup>21</sup> Cabe destacar aqui que o "saber por quê" trata-se do conhecimento fundamental.

reprodução, ou seja, universidades e laboratórios de pesquisa, através do recrutamento mão de obra científica ou através de contatos e “joint ventures”. O “saber como”<sup>22</sup> refere-se as habilidades ou capacidades de se fazer algo, esse tipo de conhecimento é tipicamente desenvolvido e mantido dentro das firmas individuais. Por isso, uma das mais importantes razões para a formação de redes de indústrias é a necessidade das firmas em ser capaz de dividir e combinar os elementos do saber como fazer algo. Devido a este fato, o “saber quem” vem tornando-se cada vez mais importante. Esse tipo de conhecimento envolve a informação sobre quem sabe o quê e quem sabe como fazer algo. Envolve, portanto, a formação de relações sociais especiais que tornam possíveis os acessos à “experts” e o uso de seu conhecimento eficientemente. Isto é significativamente importante em economias onde as habilidades estão muito dispersas devido a grande divisão do trabalho especializado entre as organizações. Por isso, este tipo de conhecimento é o que tem o maior grau de internalização nas firmas (OCDE, 1996).

Aprender a lidar com esses quatro tipos de conhecimento se dá através de diferentes caminhos. Enquanto os dois primeiros são obtidos lendo livros, em aulas ou acessando bases de dados, e por isso podem ser reconhecidos como informação, os dois últimos tipos são aprendidos pela experiência prática. Por isso, uma das razões para as firmas se engajarem em pesquisa fundamental, é para adquirir acesso às redes de acadêmicos especialistas que são cruciais para a sua capacidade inovativa. O “saber quem” é um conhecimento social que não pode ser transferido facilmente.

Devido à codificação, o conhecimento está adquirindo propriedades de uma commodity. As transações de mercado são facilitadas pela codificação, e a difusão do conhecimento acelerada. Além disso, a codificação está reduzindo a importância de investimentos adicionais para se adquirir mais conhecimento, pois está criando pontes entre campos e áreas de competência e reduzindo, assim, a dispersão do conhecimento (OCDE, 1996).

---

<sup>22</sup> Pode-se destacar que o “saber como” trata-se do conhecimento técnico ou aplicado.

### 2.2.2 Conhecimento e Aprendizagem

Na nova sociedade da informação, uma grande e crescente proporção da força de trabalho é destinada à manipulação da informação do que com outros fatores mais tangíveis da produção. A economia baseada no conhecimento é caracterizada pela contínua necessidade de aprendizado tanto da informação codificada quanto de competências para usar esta informação (OCDE, 1996).

Conforme o acesso a informação se torna mais fácil e menos cara, devido às tecnologias da informação e da comunicação, as habilidades e competências relacionadas à seleção e ao uso eficiente da informação se tornam mais cruciais. O conhecimento tácito na forma de necessidades de habilidades para manipular o conhecimento codificado é mais importante do que nunca no mercado de trabalho. Dessa forma, o conhecimento codificado pode ser considerado como a matéria-prima a ser transformada, e o conhecimento tácito, particularmente o “saber como”, é a ferramenta para usar e transformar essa matéria-prima. A capacidade de selecionar informações relevantes e descartar as irrelevantes, reconhecer padrões nas informações, interpretá-las e decodificá-las, bem como aprender novas habilidades e deixar para trás as antigas, está em crescente demanda. Assim, a acumulação de conhecimento tácito para extrair o maior benefício do conhecimento codificado através das tecnologias da informação, só pode ser adquirido através do aprendizado (OCDE, 1996). Portanto, a educação será o centro da economia baseada no conhecimento, e o aprendizado a ferramenta de avanço individual e organizacional.

Esse processo de aprendizado é mais do que apenas adquirir educação formal, pois na economia do conhecimento o “aprender fazendo” é um ponto fundamental. O aprendizado é a transformação do conhecimento tácito em codificado e é na prática que novos conhecimentos tácitos são desenvolvidos. Assim, as firmas estão encarando a necessidade de se tornar organizações capazes

de aprender, adaptando continuamente o gerenciamento, a organização e as habilidades para poder utilizar novas tecnologias. Elas também fazem parte de redes, onde o aprendizado interativo que envolve produtores e usuários na experimentação e troca de informação é o que guia a inovação (OCDE, 1996).

### 2.2.3 Redes de Conhecimento

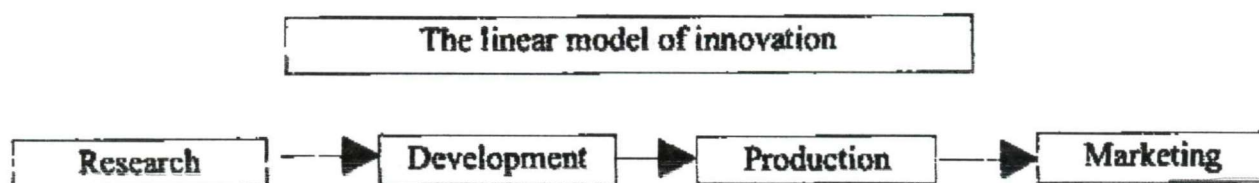
A economia baseada no conhecimento dá grande importância para a difusão e ao uso da informação, assim como para a criação. Os determinantes do sucesso de empreendimentos, e das economias nacionais como um todo, está cada vez mais dependente em sua capacidade de criar e utilizar o conhecimento novo e já existente. A aceleração da mudança técnica e do aprendizado está criando redes onde se compartilham competências, descobertas e "saber como". Isso criou uma sociedade interligada em redes, onde a oportunidade e a capacidade de conseguir acesso ao conhecimento e ao aprendizado, determina a posição socioeconômica dos indivíduos e das firmas (DAVID e FORAY, 2002).

A rede característica da economia baseada no conhecimento emergiu de mudanças no modelo linear de inovação (FIGURA 1). A teoria tradicional tinha que a inovação era um processo de descoberta que acontecia por uma seqüência fixa e linear de fases. Nesta visão, a inovação começava com a produção de novo conhecimento científico, que progredia seqüencialmente para estágios de desenvolvimento de produtos, produção e marketing, e terminava com a venda de novos produtos, processos ou serviços (OCDE, 1996).

É reconhecido que idéias para inovações podem surgir de diferentes fontes, incluindo novas capacidades de manufatura e o reconhecimento de necessidades do mercado. A inovação pode assumir muitas formas, incluindo melhoramentos aos produtos existentes, aplicação de tecnologia a novos mercados e ao uso de

tecnologia nova para um mercado existente. O processo, assim, não é linear<sup>23</sup>, pois a inovação requer considerável comunicação entre vários atores (firmas, laboratórios, universidades e consumidores), bem como da relação com a ciência, engenharia, desenvolvimento de produtos, manufatura e marketing, como demonstrado na FIGURA 2<sup>24</sup>.

FIGURA 1 – MODELO DE INOVAÇÃO LINEAR



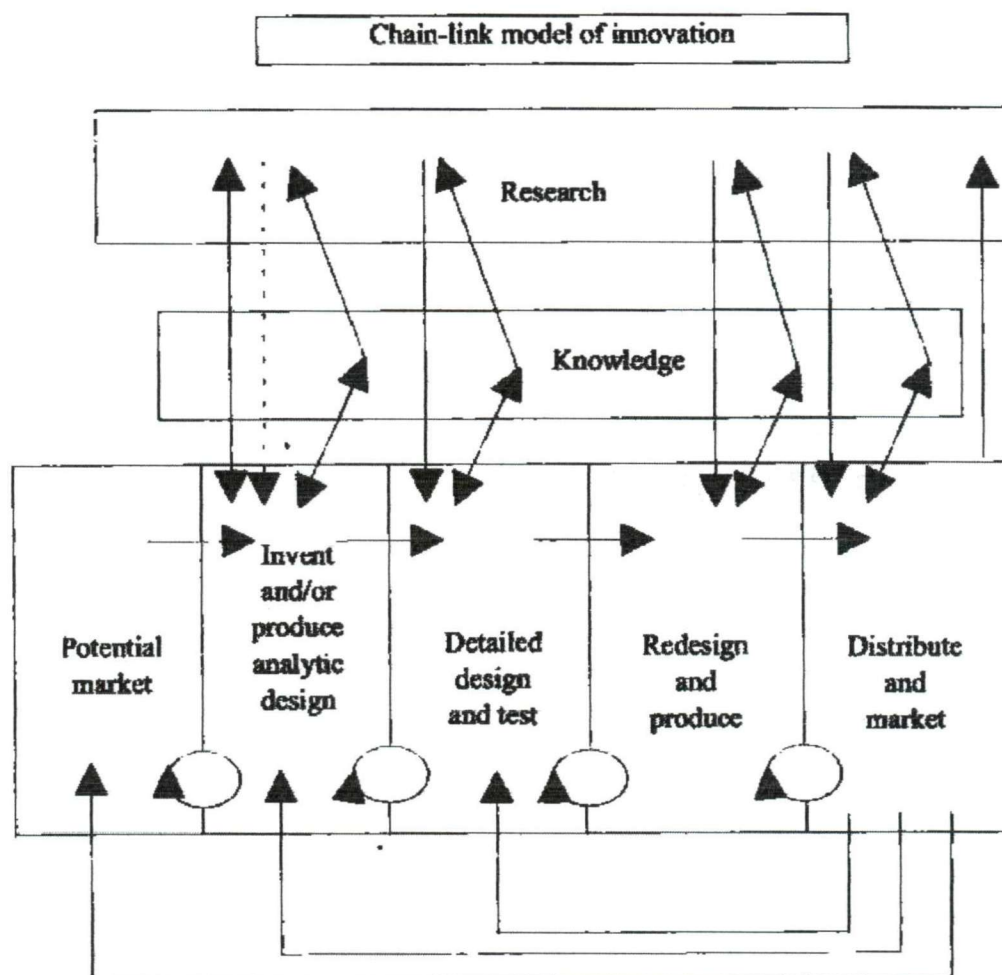
Fonte: KLEIN, S. J.; ROSENBERG, N. Na **Overview of Innovation**. National Academy Press. Washington, 1986.

Nota: Figura extraída de ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **The Knowledge-Based Economy**. OCDE. Paris, 1996, p. 15.

<sup>23</sup> Será visto no capítulo 3 que no processo de inovação nas biotecnologias a relação laboratório, técnica e indústria não se dá efetivamente de forma linear na medida em que o objeto industrial pode, não raro, voltar aos laboratórios para uma análise de reformulação quando de problemas relacionados ao seu emprego.

<sup>24</sup> Apesar de incorporar fatores importantes para a explicação do processo de inovação, a FIGURA 2 não, necessariamente, representa esse processo nas biotecnologias, como será mostrado no Capítulo 3 deste trabalho.

FIGURA 2 – MODELO DE INOVAÇÃO EM CADEIA



Fonte: KLEIN, S. J.; ROSENBERG, N. **An Overview of Innovation**. National Academy Press. Washington, 1986.

Nota: Figura extraída de ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **The Knowledge-Based Economy**. OCDE. Paris, 1996, p. 15.

Portanto o processo de inovação é o resultado de diversas interações entre vários atores e instituições, que juntos formam os chamados sistemas nacionais de inovação. Esses consistem essencialmente de trocas e relacionamentos que existem entre indústrias, governo e academia no desenvolvimento da ciência e da tecnologia. As relações desse sistema, desse modo, influenciam a performance das firmas e das economias (OCDE, 1996).

Nesse contexto, o desenvolvimento das tecnologias da informação e da comunicação tem um papel crucial. Isto porque é através dessas tecnologias que se possibilitou a melhor utilização do conhecimento, especificamente em sua forma de

“saber o quê” e “saber porquê”. Assim, a infraestrutura dessas tecnologias deram uma grande contribuição para a codificação de alguns tipos de conhecimento, pois todo o conhecimento que pode, agora, ser codificado e transformado em informação pode ser transmitido por longas distâncias com custos muito limitados. Na verdade, é a crescente codificação de alguns tipos de conhecimento que levaram a era atual a ser caracterizada como “a sociedade da informação”, uma sociedade onde a maioria dos trabalhadores estará, em breve, manipulando e distribuindo informação ou conhecimento codificado (OCDE, 1996).

Assim, as firmas terão de se tornar organizações que aprendem, continuamente adaptando seu modo de gestão, organização e adquirindo novas habilidades (*skills*) para utilizar as novas tecnologias e aproveitar novas oportunidades daí oriundas. As firmas estarão, portanto, cada vez mais integradas em redes de conhecimento onde a aprendizagem interativa envolverá os criadores, produtores e usuários na experimentação e nas trocas de informação que direcionam o processo de inovação (HOUGHTON e SHEEHAN, 2000).

## 2.3 A PRODUÇÃO DO CONHECIMENTO: A ATIVIDADE DE PESQUISA

Como já se caracterizou a economia do conhecimento e seus principais aspectos, falta especificar-se mais detalhadamente como ocorre o processo de produção do conhecimento.

### 2.3.1 A Atividade de Pesquisa

Os centros de pesquisa, as universidades e os laboratórios de pesquisa e desenvolvimento são as principais instituições de criação deliberada<sup>25</sup> de

---

<sup>25</sup> Este tipo de criação de conhecimento destaca-se por ser desenvolvido sem fins necessariamente mercadológicos, ou seja, é a criação do conhecimento pelo conhecimento, caracterizando-se pela

conhecimento. A característica essencial dessas instituições e da atividade de pesquisa é de se situar a uma certa distância dos lugares de produção e consumo. Essa distância, que pode ser espacial, temporal ou institucional, é necessária para que se possa florescer a habilidade de cientistas e teóricos, cuja profissão não consiste em fazer coisas materiais, mas de observar (FORAY, 2000).

Essa noção de distância é essencial, pois permite a distinção dos pesquisadores de outros produtores de conhecimento. Essa distancia pode ser grande ou pequena, uma vez que a pesquisa é encontrada distante e próxima da indústria, mas ela deve existir para permitir a divisão do trabalho e o desenvolvimento das profissões de pesquisa (FORAY, 2000).

No entanto, observou-se durante o século XX uma crescente importância dos laboratórios de pesquisa e desenvolvimento, inclusive na produção deliberada de conhecimento. Dessa forma, esses laboratórios tornaram-se parte crucial dos sistemas nacionais de inovação.

O conhecimento produzido pela pesquisa científica pode ser de diferentes tipos. O conhecimento que permite uma compreensão fundamental das coisas naturais ou sociais, e o conhecimento que favorece a resolução de problemas práticos (FORAY, 2000). Ou seja, pode-se fazer uma distinção entre uma atividade de pesquisa de base e uma de pesquisa aplicada, que são caracterizadas de acordo com suas funções mais ou menos exploratórias ou mais ou menos de aplicação comercial. No entanto, essa caracterização permanece imprecisa, uma vez que não corresponde ao que ocorre com alguns setores onde a atividade de pesquisa de base ocorre "perto" do mercado, como é o caso dos setores farmacêutico e de biotecnologia (FORAY, 2000).

Então, é útil distinguir-se dois modelos de pesquisa de base conforme sua finalidade. A pesquisa de base pura e a pesquisa de base orientada por um certo domínio de aplicação. Essa distinção é importante pois ela permite uma análise de situações onde a pesquisa de base ocorre próxima do mercado, ou seja, de situações de "circuito curto", que contrasta com a sucessão imutável de fases sucessivas separando a pesquisa de base do mercado (FORAY, 2000).

---

ciência pura. Difere-se, portanto, do conhecimento gerado pela prática, uso ou repetição de uma rotina.

Assim, a pesquisa de base inspirada por uma aplicação é o coração dos problemas de organização da inovação, pois ela cristaliza a articulação entre as atividades que visam a compreensão dos problemas fundamentais e das atividades orientadas para a resolução de problemas práticos (FORAY, 2000).

## 2.4 CONCLUSÃO PRELIMINAR

Como se viu, o conhecimento vem cada vez mais se inserindo como uma variável chave do sistema econômico. No entanto, por ser um fator não mensurável em termos monetários, bem como um fator muito complexo para se conseguir estabelecer sua formação, cria-se um problema à teoria na explicação de seu papel no funcionamento da economia.

A economia baseada no conhecimento surgiu numa tentativa de incorporar a ciência à teorização da economia. Muito conseguiu avançar, destacando as várias faces do saber e como eles se comportam dentro do processo inovativo e econômico.

Dessa forma, a fim de se melhor compreender como se dá o processo inovativo e como ele se insere no sistema econômico, analisar-se-á, no próximo capítulo, como ocorre o processo de inovação na biotecnologia, um dos setores mais dinâmicos da inovação e que nasceu como um produto da inserção e interação do conhecimento como variável chave na economia.

### 3. O PROCESSO DE INOVAÇÃO E A BIOTECNOLOGIA: UMA INTERPRETAÇÃO ALTERNATIVA

Como destacado por BULL, HOLT e LILLY (1982), a problemática geral da biotecnologia, tem haver com as relações entre as instituições acadêmicas e a indústria, mais especificamente em como ocorre a transferência de conhecimento entre as primeiras e as últimas. Dessa forma, este capítulo tem por objetivo analisar como ocorre esta transferência, ou seja, o processo de inovação na biotecnologia.

Para tanto, na seção 3.1, estuda-se o que é o processo de inovação bem como seus principais aspectos para o setor de Ciência e Tecnologia.

Na seção 3.2, busca-se apresentar a biotecnologia e como ocorre o processo de inovação especificamente para este setor.

Na seção 3.3, procura-se apresentar uma construção alternativa para o processo de inovação nas biotecnologias.

#### 3.1 O PROCESSO DE INOVAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

##### 3.1.1 O Processo de Inovação

O processo de inovação intensificou-se muito ao longo do último século. No entanto, até recentemente tinha-se uma visão estreita para a forma de analisa-lo e compreende-lo. Além disso, como demonstrado no primeiro capítulo deste trabalho, a compreensão do processo de inovação é fortemente influenciada pelas características dominantes de contextos histórico-econômicos específicos. Além disso, trata-se de um processo que, para correntes econômicas tradicionais, ainda é de difícil análise, uma vez que consideram a tecnologia como um fator exógeno à economia.

Assim, parece correto afirmar que o entendimento corrente sobre o processo de inovação, sua natureza e seus efeitos sobre a economia ainda é muito limitado. Desta forma, noções lineares sobre o processo inovativo, como aquelas que o tratavam como resultado das atividades realizadas na esfera da ciência, que evoluiria unidirecionalmente para a tecnologia, até chegar à produção e ao mercado, já não se colocam mais no centro do debate. Adicionalmente, na mesma medida que

a ciência não pode ser considerada como fonte absoluta de inovações, também as demandas que vêm do mercado não devem ser tomadas como o único elemento determinante do processo de inovação, como apresentavam teses contrárias LEMOS (1999).

“Quando se aceita a existência de uma estrutura complexa de interação entre o ambiente econômico e as direções das mudanças tecnológicas, deixa-se de compreender o processo de inovação como um processo que evolui da ciência para o mercado, ou como seu oposto, que o mercado é a fonte das mudanças. Os diferentes aspectos da inovação a tornam um processo complexo, interativo e não linear. Combinados, tanto os conhecimentos adquiridos com os avanços na pesquisa científica, quanto as necessidades oriundas do mercado levam a inovações em produtos e processos e a mudanças na base tecnológica e organizacional de uma empresa, setor ou país, que podem se dar tanto de forma radical como incremental (LEMOS, 1999, p.160)”.

Assim, o maior entendimento do processo de inovação e seus determinantes, abrangiu sua definição e ampliou o que pode ser considerado como inovação. “De forma geral, considera-se, atualmente, que a mesma envolve diferentes etapas no processo de obtenção de um produto até o seu lançamento no mercado” (LEMOS, 1999, p.161). Portanto, não é algo necessariamente novo, e tão pouco resulta apenas da pesquisa científica, não se refere apenas a mudanças na tecnologia utilizada por uma empresa ou setor, mas inclui também mudanças organizacionais, relativas às formas de organização e gestão da produção. Ou seja, o processo inovativo se caracteriza por ser descontínua e irregular, podendo ser considerado como a busca, descoberta, experimentação, desenvolvimento, imitação e adoção de novos produtos, processos e novas formas organizacionais (DOSI, 1988).

Assim, é necessário considerar que uma empresa não inova sozinha, pois as fontes de informações, conhecimentos e inovação podem se localizar tanto dentro, como fora dela. O processo de inovação é, portanto, um processo interativo, realizado com a contribuição de variados agentes econômicos e sociais que possuem diferentes tipos de informações e conhecimentos. Esta interação se dá em vários níveis, entre diversos departamentos de uma mesma empresa, entre empresas distintas e com outras organizações, como aquelas de ensino e pesquisa. O arranjo das várias fontes de idéias, informações e conhecimentos passou, então, a ser considerado uma importante maneira das firmas se capacitarem para gerar inovações e enfrentar mudanças, tendo em vista que a solução da maioria dos problemas tecnológicos implica no uso de vários tipos de conhecimento . Observa-

se, então, uma crescente articulação dentro das empresas e entre estas e outras organizações, em especial, as instituições de pesquisa.

Agora que já se comentou sobre o processo de inovação, cabe detalhar como ele ocorre especificamente para o setor de ciência e tecnologia.

### 3.1.2 Novas Formas Organizacionais da Pesquisa e da Inovação em Ciência e Tecnologia

Nos últimos 20 anos, as formas de organização da pesquisa e inovação passaram por um processo muito intenso de modificação, das quais a biotecnologia é um dos melhores exemplos. Dessa forma, busca-se, agora, discutir, como ocorre o processo de inovação no setor de ciência e tecnologia, enfatizando, principalmente, o papel das redes de inovação<sup>26</sup> e dos projetos cooperativos, destacando suas funções na identificação dos atores, na promoção da interação entre estes e suas competências nas etapas do processo inovativo.

isto porque, a atuação isolada das empresas, e outras organizações, é cada vez menos freqüente, uma vez que elas interagem umas com as outras para ganhar, trocar e desenvolver conhecimento e informações.

#### 3.1.2.1 Centros e Projetos Cooperativos

Em busca de economias de escopo e escala, surgiram, nos anos de 1970 e 1980 como consequência das novas formas organizacionais, novos modelos de estruturação da pesquisa, dentre os quais os centros e projetos cooperativos, formato este muito utilizado na biotecnologia.

Como destacam FILHO, BONACELLI e MELLO (2001), a realização de projetos cooperativos vem se ampliando muito nos últimos anos, seja em função da percepção de pesquisadores da necessidade de reunir capacitações mais amplas, seja pela própria característica das inovações que caracterizam o período recente<sup>27</sup>,

---

<sup>26</sup> Como já discutido no capítulo 2 desta monografia.

<sup>27</sup> Por exemplo, para a realização da identificação de genomas, as equipes de pesquisa reuniram centenas de pesquisadores e laboratórios com capacitações que se complementavam.

seja ainda pelo maior destaque atribuído pelas financiadoras para estimular essa modalidade.

"A política foi a criação dos centros de pesquisa cooperativa, no interior dos quais se desenvolvem diversos projetos cooperativos. Estes centros podem ser definidos como uma estrutura organizacional autônoma, cuja operação é financiada pelo governo, durante um certo período, e por várias empresas, do mesmo setor ou de setores correlatos, que se associam ao centro e pagam taxas de manutenção. Participam deste arranjo as universidades, os institutos de pesquisa – públicos ou privados -, empresas, associações industriais e outros órgãos diversos. Normalmente, o centro está sediado em uma universidade, para facilitar o treinamento de estudantes de graduação e de pós-graduação e, em alguns casos, reúne organizações que estão fisicamente distantes, em equipes integradas de pesquisa cooperativa e redes de informação. Normalmente, contam com um Comitê ou Conselho de Administração que é responsável pela definição das políticas gerais, orientação sobre as linhas de pesquisa e sobre o orçamento" (FILHO, BONACELLI e MELLO, 2001, p.12).

A pesquisa genérica ou pré-competitiva, não proprietária, de interesse do conjunto de empresas associadas, e o ensino de pós-graduação, de caráter interdisciplinar, com o envolvimento dos estudantes nas pesquisas realizadas no centro são as principais atividades de um Centro de Pesquisa Cooperativa. Seu objetivo principal é a realização de pesquisa cooperativa, de longo prazo, e formação de recursos humanos, com forte ênfase em desenvolvimento de tecnologias para futura aplicação comercial, aumentando, assim, o grau de inovação das empresas, por meio da utilização dos recursos humanos altamente qualificados das universidades, além de sua infra-estrutura. Portanto, esses centros podem constituir arranjos organizacionais eficazes para a capacitação tecnológica de segmentos industriais, unindo pesquisadores universitários em torno de temas escolhidos conjuntamente com empresas que atuam em determinadas áreas destacam. Dessa forma, as empresas acabam por reduzir custos e riscos ao mesmo tempo em que para as universidades e para o governo, é uma forma de promover a geração e difusão de tecnologia FILHO, BONACELLI e MELLO (2001).

"a experiência americana é a mais antiga: o primeiro centro foi criado em 1973 no escopo de um programa apoiado pela National Science Foundation: o Industry/University Cooperative Research Centers e, no início, aplicava poucos recursos para reunir empresas interessadas em determinada área tecnológica. Em 1984 foi criado o Engineering Research Centers Program, para apoiar campos interdisciplinares envolvendo engenharia e ciências básicas. Dados de 1993 indicavam a existência de 55 centros de pesquisa cooperativa, em 14 áreas de tecnologia avançada. A partir dos anos 90 um novo programa State/Industry/University Cooperative Research Centers, também implementado pela NSF, veio complementar os programas existentes ao enfatizar a etapa de desenvolvimento, incluindo pesquisa proprietária e desenvolvimento de produtos. Neste último é incentivada a participação das pequenas empresas" (FILHO, BONACELLI e MELLO, 2001, p. 13).

Outros programas semelhantes são aqueles implantados na Inglaterra (Interdisciplinary Research Centers), na França (Centres de Recherche Collective), no Japão (Centers for Cooperative Research), na Alemanha (Fraunhofer Institutes), no Canadá (Network of Centers of Excellence) e na Austrália (Cooperative Research Centres Program).

Assim, esses centros acabam por aumentar a velocidade do processo inovativo, pois cria vínculos mais duradouros e de longo prazo entre as universidades, pesquisadores e a indústria. Nesta perspectiva, o papel de uma organização que pode promover a cooperação tecnológica torna-se essencial. Sua atuação pode ser articulada em torno de três eixos: o levantamento de oportunidades; a articulação de projetos; e os serviços de apoio à inovação (FILHO, BONACELLI e MELLO, 2001).

### 3.2 INOVAÇÃO E AS BIOTECNOLOGIAS

Como já destacado pelo presente trabalho, o conhecimento e a informação vem, cada vez mais, ocupando lugar central na sociedade. Essa nova sociedade da informação traz em seu âmago o desenvolvimento de novas configurações produtivas, organizacionais e tecnológicas.

Essas últimas, tem como núcleo central de seu avanço a crescente capacidade de produção e tratamento de informação, e sua aplicação direta nos processos produtivos. Assim, pode-se destacar, nesse processo, o tratamento da informação da matéria viva, ou a biotecnologia, onde a diversidade biológica e genética é matéria-prima básica para os avanços que se observam nessa área, sendo transformada de recurso natural em informacional (ALBAGLI, 1998).

A revolução das ciências da vida nasceu e cresceu pela atividade de pesquisa. Laboratórios públicos de pesquisa a instituições de educação superior são o núcleo da interação baseada na ciência, juntamente com a pesquisa baseada nos negócios além de outros organismos privados (COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, 2002).

A fim de iniciar o estudo da biotecnologia, faz-se necessário, primeiramente, defini-la. No entanto, devido ao crescente interesse levantado por este setor nos

últimos tempo, criaram-se diversas definições, nem sempre semelhantes e com o mesmo ponto de vista. Assim, para este trabalho, optou-se a definição adotada pela OCDE, de que a biotecnologia é “a aplicação de princípios científicos e de engenharia para o processamento de materiais por agentes biológicos para o fornecimento de bens e serviços” (BULL, HOLT e LILLY, 1982, p.18).

Cabe aqui esclarecer que, nesta definição, “agentes biológicos” e “materiais” referem-se, respectivamente, a ampla gama de processos biológicos, mas particularmente aos microorganismos, enzimas e células animais e vegetais, e a todos os materiais orgânicos e inorgânicos.

Assim, não é a diversidade da natureza, ou da vida em si, o que vem sendo revalorizado, mas sim a informação contida nos genes, que codificada possibilita o desenvolvimento e fabricação de bens e serviços. Então, de acordo com a COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES (2001):

“as ciências da vida e a biotecnologia entraram em um estágio de crescimento exponencial, abrindo um vasto potencial para levar a economia global para um desenvolvimento mais sustentável e com melhora na qualidade de vida” (COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, 2001, p.3)

### 3.2.1 As Ciências da Vida e as Biotecnologias: Impactos e Potencial

O progresso das ciências da vida e da biotecnologia no último século é inegável, bem como a melhora na qualidade de vida que trouxe consigo. As pessoas, em geral, agora vivem mais tempo e com melhor qualidade do que seus antepassados. No entanto, desafios relacionados com a saúde, o envelhecimento, a alimentação, o meio ambiente e os problemas relacionados aos países em desenvolvimento, têm todos um forte componente biológico, onde a nova sociedade e, conseqüentemente economia, baseada no conhecimento, especialmente, nas ciências da vida e nas biotecnologias, tem um vasto potencial relacionado com as necessidades e expectativas da sociedade (COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, 2001).

Décadas recentes trouxeram enormes avanços no entendimento da biologia, estruturas e mecanismos moleculares, genética e ecologia de todos os seres vivos. A nova base de conhecimento permitiu muitas inovações técnicas, como a

engenharia genética, clonagem, biocatalises, teste e terapia de genes, antibióticos monoclonais, entre outras, conhecidas como biotecnologia. Como destacado pela COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES (2001):

“...as ciências da vida e a biotecnologia seguindo a tecnologia da informação, será a base para a próxima onda de economias baseadas no conhecimento com enorme potencial para melhorar a qualidade de vida através da criação de mão-de-obra altamente especializada, aumento da competitividade e do crescimento econômico, melhores tratamentos de saúde e novas ferramentas para lidar com diferentes desafios tais como a proteção do meio ambiente” (COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, 2001, p.5).

Cabe, agora, destacar, resumidamente, os principais impactos da biotecnologia, cujo desenvolvimento coincide e reforça constantemente os descobrimentos e, até mais, cria novos desafios econômicos, sociais e legais, que compõem uma das questões centrais para o público em geral e para grupos particulares de interesse, e que enfatiza seu valor futuro.

No setor de saúde, a era pós genoma permitirá o invento e produção de novos aparelhos de diagnóstico e tratamentos capazes de combater doenças que até o presente momento são incontroláveis. A revolução nos tratamentos de saúde privilegiará a prevenção à cura, através de tratamentos médicos personalizados por meio da medicina genética (COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, 2001).

A fim de proteger o meio ambiente, requer-se, urgentemente, novas configurações industriais que apontem para a sustentabilidade. A biotecnologia oferece a possibilidade de redução no consumo de matérias-primas e energia, bem como menos poluição com a reciclagem e com o lixo biodegradável. Dessa forma, ela é considerada uma poderosa tecnologia para o desenvolvimento de produtos e processos industriais limpos (COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, 2001).

De acordo com a COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES (2001), a Organização de Alimentação e Agricultura estima que 80% do crescimento mundial na produção de alimentos requeridas pelo crescimento populacional no mundo em desenvolvimento, virá da intensificação da agricultura, enquanto 20% virá da expansão da área cultivada. Plantações melhoradas agronomicamente pela biotecnologia serão ferramentas importantes nesse processo. Terá, também,

importante contribuição para a saúde das populações no terceiro mundo através de novas curas para doenças relacionadas à pobreza.

Conforme o estudo realizado para a OCDE por BULL, HOLT e LILLY (1982), as descobertas da biotecnologia, na próxima década, serão dominadas por produtos de alto valor adicionado, especialmente aqueles para o uso na área médica. No entanto, no longo prazo, aplicações na agricultura terão, provavelmente, impacto similar ou ainda maior. O comércio na agricultura e de outras commodities orgânicas são particularmente sensíveis às mudanças iniciadas pela biotecnologia e, portanto, esta afetará as relações de trocas internacionais, com particular ênfase entre os países desenvolvidos e os em desenvolvimento.

Assim, o sucesso de qualquer economia baseada no conhecimento depende da geração, difusão e aplicação de conhecimento novo. Investimentos em pesquisa e desenvolvimento, educação e treinamento e novos modelos gerenciais são, portanto, a chave para enfrentar os desafios colocados pelas ciências da vida e pela biotecnologia (COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, 2002).

### 3.2.2 O Processo de Inovação na Biotecnologia

O processo de inovação tecnológica necessita de permanente interação entre diferentes agentes, ou seja, ele não se explica apenas pela oferta de novos conhecimentos provenientes da pesquisa, nem se pode explicá-lo exclusivamente pelas demandas do mercado. Ele ocorre, principalmente, pelas relações estabelecidas entre os diferentes agentes do sistema de inovações.

Uma das principais características da formação dos mercados da biotecnologia, são os contratos de cooperação, seja para pesquisa, para desenvolvimento, ou ainda para financiamento, comercialização, licenciamento e marketing. Isso não é novidade e ocorre em razão de uma permanente incerteza inerente às atividades de pesquisa e produção em biotecnologia. As jovens empresas de biotecnologia buscam recursos e acesso aos mercados finais junto às grandes corporações, e estas, por sua vez, buscam conhecimento especializado nas primeiras ou mesmo serviços que não se interessam em verticalizar (FILHO, BONACELLI e MELLO, 2001).

Além disso, para as grandes empresas, essa cooperação evita investimentos em atividades de grande riscos, enquanto permite tanto o aproveitamento de todo o potencial da biotecnologia, como a aquisição de conhecimentos relacionados às novas técnicas. Já para as pequenas empresas especializadas, participar dessa cooperação permite uma quase-verticalização de suas atividades, principalmente no que toca à comercialização e distribuição. Assim, configura-se uma rede de relações onde se busca a competência, onde ela estiver, abrindo espaços para a participação de empresas menores, instituições públicas e privadas de P&D, fundações de pesquisa e outras entidades (FILHO, BONACELLI e MELLO, 2001).

"a construção das estruturas na pesquisa em biotecnologia e seus arranjos institucionais passam por: i) um novo perfil competitivo que deverá emergir de alianças entre grandes empresas farmacêuticas, novas empresas de biotecnologia/empresas especializadas (NEBs), grupos de pesquisa de universidades e governo; ii) a continuidade do processo de tomada de recursos de fundos de mercados financeiros, uma estratégia de risco adotada por muitas NEBs americanas durante os últimos 15 anos; e iii) novos direitos de propriedade intelectual e outras formas de proteção que irão emergir de discussões sobre regulamentação do comércio de produtos geneticamente modificados e de debates a respeito do monopólio de técnicas de clonagem que são tidas como cópia e scale up de processos fundamentais naturais da vida. Esses elementos têm sido decisivos na formatação do contexto de desenvolvimento da biotecnologia desde o início dos anos 80" (FILHO, BONACELLI e MELLO, 2001, p.19-20).

As empresas de Biotecnologia necessitam de maneira intensa de informações e um conjunto de inputs externos para complementação de suas capacidades tecnológicas, mesmo que as atividades de P&D estejam internalizadas. Além da intensidade de relações entre empresas e universidades ou centros produtores de conhecimento, outra importante forma de aquisição de conhecimentos e informações por empresas é possibilitada e potencializada por suas capacidades de networking e interação dentro de um ambiente de trocas, sinergias, cooperação e mesmo competição<sup>28</sup>. Cabe agora analisar especificamente como ocorre a passagem do conhecimento básico, ou do objeto do conhecimento, para o desenvolvimento da técnica, ou objeto técnico, até o desenvolvimento do objeto industrial no processo de inovação na biotecnologia.

---

<sup>28</sup> Como já foi abordado pelo Capítulo 2 deste trabalho.

### 3.2.2.1 A Relação Ciência - Indústria na Biotecnologia

O desenvolvimento das novas tecnologias das ciências da vida, ou biotecnologia, provem de duas áreas principais. Primeiro, da área científica, mais precisamente do avanço no domínio do conhecimento da biologia molecular e que resulta, por sua vez, da pesquisa fundamental. Segundo, da fabricação de produtos que respondem à uma demanda social, onde existe um mercado que necessita desses novos produtos oriundos dos novos processos e inovações da biotecnologia (FONSECA e MIGNOT, mimeo).

A pesquisa científica na biotecnologia se desenvolve, primordialmente, nos laboratórios públicos, isto é, universidades e instituições públicas de pesquisa. Assim, quanto mais o conhecimento da vida, ou biológico, é produzido e codificado por essas instituições, mais ele pode se transformar em técnicas, tornando, então, possível sua industrialização. Dessa forma, na biotecnologia deve-se compreender como se dá essa transferência de conhecimento da pesquisa fundamental para a indústria, onde, para isso, é essencial o desenvolvimento da técnica (FONSECA, 2005).

Ou seja, a constituição de um processo técnico, entre a pesquisa e a indústria, constitui um ponto de passagem obrigatório no desenvolvimento do saber, especificamente do "saber-fazer" na biotecnologia (FONSECA e MIGNOT, 2003).

Essa passagem, que pode ser chamada de "tecnização do conhecimento, se originou da aproximação dos laboratórios públicos de pesquisa e os departamentos de P&D privados. Isto se dá a partir do interesse da indústria em aproveitar um objeto de conhecimento para um produto que tenha uma demanda social (FONSECA e MIGNOT, 2003). Assim, nas ciências da vida, a convergência temática da pesquisa pública e dos interesses privados se dá através da técnica.

Pode-se citar o caso da biologia molecular, que surgiu do prolongamento da "tecnização" do conhecimento das ciências da vida e que, a partir de um certo nível, o desenvolvimento desse objeto técnico faz "nascer" um bem econômico e é essa passagem entre pesquisa/técnica/indústria que constitui o centro do processo de inovação. Por exemplo, as "técnicas da vida" condiziram ao surgimento do genoma, transformando essa sequência de genes em um instrumento destinado a um fim

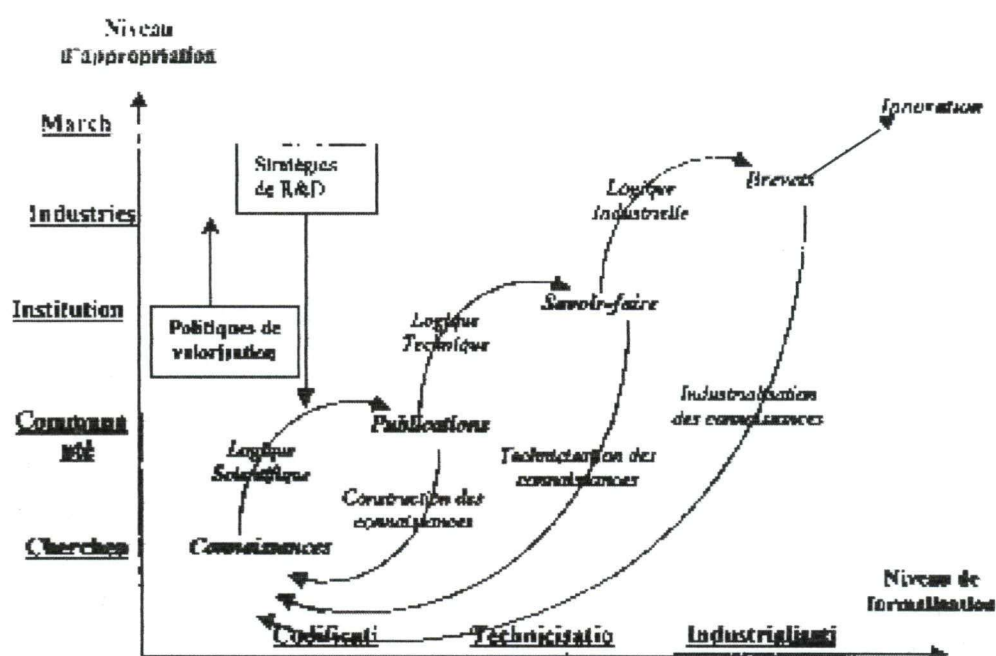
social, que pode ser transformado em um produto ou objeto industrial pelo setor farmacêutico ou agrícola (FONSECA e MIGNOT, 2003).

Dessa forma, compreende-se que a técnica facilita a industrialização na medida em que a biologia molecular transforma-se, através dela, na engenharia genética e é essa mudança do objeto do conhecimento para o objeto técnico que caracteriza o movimento de "tecnização", e que manifesta a dimensão econômica do processo de inovação, que, para a economia nada mais é que a longa história que conduz o conhecimento acadêmico até às formas específicas de mercadorias (FONSECA e MIGNOT, 2002). Então, como esse conhecimento faz parte do sistema econômico, pois resulta em produtos comercializados no mercado, deve-se considerar que a produção de conhecimento fundamental, ou seja, a ciência faz parte do sistema econômico.

Assim, é a emergência dos centros de transferência técnica, ou seja, os projetos cooperativos descritos no item 3.1.2.1, que associam os centros públicos de pesquisa aos negócios privados, constituindo um ponto de ligação entre academia e indústria e, portanto, uma etapa fundamental no processo de inovação, especialmente na biotecnologia.

O fluxo de conhecimento entre as três esferas do processo de inovação é um fluxo circular, isto é, não ocorre unidirecionalmente da pesquisa até a indústria. Esse movimento ocorre de maneira cumulativa, pois o conhecimento fundamental, ou o saber, ao mesmo tempo que serve de "matéria-prima" para o conhecimento técnico também se aproveita do "saber-fazer" para complementar o conhecimento ou até mesmo criar novas linhas de pesquisa fundamental. Esse processo é válido tanto para o conhecimento técnico e para o industrial, ou seja, ao mesmo tempo essas etapas são sequenciais, elas produzem avanços uma na outra através da interação do processo de inovação, cada qual com suas experiências específicas que são acumuladas e repassadas adiante, constituindo um processo de acumulação histórica do conhecimento ao mesmo tempo que constitui um processo lógico, pois melhoramentos, correções ou modificações podem ser feitos em qualquer etapa do processo, conforme demonstrado pela figura a seguir:

FIGURA 3 – DESCRIÇÃO DO MOVIMENTO DE INDUSTRIALIZAÇÃO DO CONHECIMENTO



FONTE: FONSECA, J. W.; MIGNOT, J.P. **La construction des relations Recherche-Industrie dans les Sciences du Vivant: problèmes théoriques et pratiques**. Troisième chapitre du livre: L'industrialisation des connaissances dans les sciences du vivant. Ed. L'Harmattan, 2003., p.177.

### 3.3 UMA CONSTRUÇÃO ALTERNATIVA PARA O PROCESSO DE INOVAÇÃO A PARTIR DOS ELEMENTOS EXPLICATIVOS DA HISTÓRIA

A partir de seis funções explicativas da história, nesta seção se tentará mostrar como se pode integrar a história ao processo de inovação.

De acordo com DOCKÈS e ROSIER<sup>29</sup> apud FONSECA (2005a), "(...)inicialmente a história parece útil à análise econômica pois fornece fatos: torna possível testar conceitos, hipóteses e teorias, para formar novas hipóteses, que ela relativiza no tempo e no espaço. Mas, em um segundo nível, a história (...) fornece um tipo de teoria necessária para os economistas (...), a história possibilita a construção (...) de teorias mais gerais".

Pode-se retirar de DOCKÈS e ROSIER apud FONSECA (2005a) que a história torna possível fazer análises econômicas de uma maneira mais específica,

<sup>29</sup> DOCKES, P. et ROSIER, B. **Histoire raisonnée et économie historique**. Revue Economique n 2. pp 181-210, 1991.

como já mencionado: "no tempo e no espaço, retomando as especificidades do longo prazo, integrada ao movimento social, no jogo de conflitos e em uma temporalidade irreversível, que é a do aprendizado e a da memória, ocorrências estas que dependem do passado, que é o processo de inovação".

Desse modo a história é útil à análise econômica em três níveis:

1) Primeiro, ela fornece fatos: para estabelecer uma relação entre os fatos e as teorias.

2) Segundo, ela permite que a teoria econômica trate a questão da mudança irreversível e o evento ou estado singular a partir do tempo.

3) Terceiro, torna possível construir teorias mais gerais, teorias que fazem parte do arsenal constituído para entender essa singularidade.

No entanto, pode-se incorporar um quarto nível a partir do trabalho de BEAUD<sup>30</sup> apud FONSECA (2005a), "(...) a história pode ajudar o economista a refletir sobre a natureza do objeto sobre o qual ele trabalha (e a transformação desse objeto), sobre seu papel na realidade social global (e a evolução desse papel) e finalmente sobre a relação entre o conhecimento econômico e a realidade econômica (e as transformações dessas relações)<sup>31</sup>(...) a história parece, então, indispensável à formação e ao trabalho de todos os economistas".

Assim, a partir de BEAUD apud FONSECA (2005a) pode-se concluir que, para analisar o processo de inovação nas ciências da vida, é necessário o estudo da história dos objetos que pertencem a esse processo e suas interconexões. Conhecer a história de cada objeto (ou ator) significa, então, compreender suas especificidades e seus papéis no processo de inovação.

No entanto, não se pode esquecer que o processo de inovação é feito com a história, desse modo é também necessário acrescentar as seis funções que serão analisadas e que representam os elementos explicativos da história.

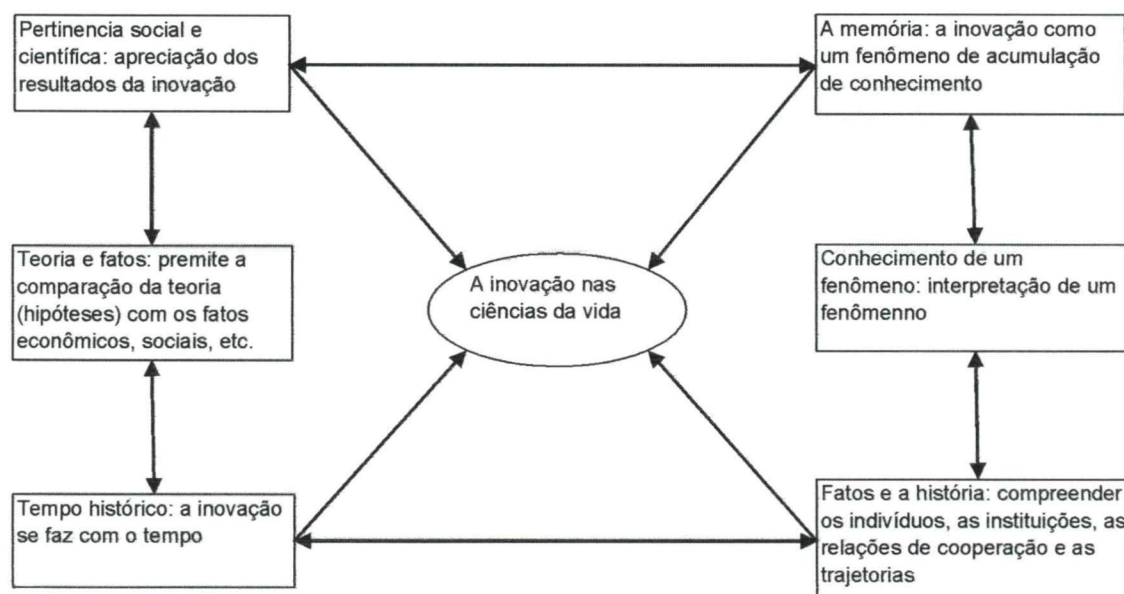
Agora, pode-se apresentar um diagrama desses elementos explicativos da história a fim de compreender o processo de mudança técnica e de inovação.

---

<sup>30</sup> BEAUD, M. *Economie, théorie, histoire essai de clarification*. Revue Economique, n 2, vol 42, mars. pp 126-141. 1986.

<sup>31</sup> Tal como mostrado no primeiro capítulo dessa monografia.

FIGURA 4 – A INOVAÇÃO A PARTIR DE SEIS FUNÇÕES EXPLICATIVAS DA HISTÓRIA



Fonte: FONSECA (2005A, p.175).

A figura acima descreve a compreensão do processo de inovação a partir das seis funções explicativas. Segundo FONSECA (2005a), cabe agora detalhar essas funções.

- 1) A relevância social e científica: o primeiro elemento explicativo da história permite que se compreenda a inovação a partir da ótica social, das pessoas que estão inseridas nos laboratórios, e a partir da ótica científica, que é a da valorização da pesquisa pela sociedade. Pode-se notar essa tendência de valorização pelo aumento de pesquisadores e técnicos bem como pelo aumento de patentes na área.
- 2) A memória: A inovação aparece aqui como um fenômeno de acumulação de conhecimento. Esse conhecimento é adquirido pela experiência das equipes ou indivíduos (pesquisadores, técnicos, engenheiros, etc.) nos laboratórios de pesquisa. Esse segundo elemento explicativo mostra que as equipes de pesquisa dos laboratórios são quem desenvolvem seus objetos de pesquisa. Assim, a acumulação de conhecimento, como destaca FONSECA (2005a), acontece com o passar dos anos, até que esse objeto de conhecimento se transforma em objeto industrial.
- 3) Tempo histórico: esse terceiro elemento explicativo é incontornável na medida em que o processo de inovação apenas ocorre com o tempo. Como mencionado acima, o processo de inovação é uma mudança e desse modo está associado a algo novo.

Assim, para compreender como um objeto de conhecimento se torna um objeto industrial é necessário que se compreenda a história desse objeto e do tempo necessários para a concretização do fenômeno da inovação. Dessa forma, podem-se levar décadas para o desenvolvimento de uma técnica que, então, levará a criação de várias inovações.

4) Fatos e a história: o quarto elemento explicativo mostra que a análise do processo de inovação implica na compreensão dos atores desse processo e suas interconexões: do indivíduo com a organização (laboratório), e suas relações de cooperação com as indústrias. Ou seja, compreender como se dá a história desse objeto de pesquisa, mais especificamente quantos pesquisadores, técnicos, engenheiros trabalharam na pesquisa, quem foram os parceiros, se indústrias, governo, etc.

5) Teorias e fatos: este quinto elemento explicativo permite a comparação de uma teoria já formulada, ou em curso de formulação, e de um fato econômico ou social. Na realidade, pode-se testar a validade da suposição básica de um trabalho, começando pela história do assunto de pesquisa. Isso é possível, ainda segundo FONSECA (2005), porque a história do sujeito de pesquisa é um elemento essencial uma vez que mostra seu curso no tempo: sua elaboração, seu desenvolvimento e sua finalização.

6) Conhecimento de um fenômeno: este elemento explicativo possibilita a interpretação de um fenômeno. Essa interpretação começa com o "por que" (objeto do conhecimento) e leva ao "como" (objeto técnico). Então, uma vez mais, a interpretação de um fenômeno torna possível o entendimento de como se dá a inovação dentro da estrutura das ciências da vida e como se dá seu curso de desenvolvimento da pesquisa fundamental até o objeto industrial.

Dessa forma, ao se analisar o processo de inovação e o desenvolvimento do conhecimento, é de extrema importância que se leve em consideração a história e o tempo lógico como fatores determinantes para a construção de estruturas de pensamento econômico que consigam englobar todas as esferas desse processo e de suas várias fontes, que vem tornando o conhecimento o "bem econômico" não apenas vital, mas também determinante para o desenvolvimento das sociedades.

Com o exposto pelo capítulo, podem-se identificar algumas dificuldades da ciência econômica em explicar, através dos atuais modelos e escolas de

pensamento, os papéis da ciência, da história e do tempo no sistema econômico, e mais especificamente no setor de biotecnologia.

Assim, devido às características do processo de inovação nas ciências da vida, expostas neste capítulo, onde a ciência está inserida neste processo, deve-se considerá-la com endógena ao sistema econômico, o que se torna uma dificuldade para a ciência econômica atual.

Da mesma forma, deve-se entender que esse processo inovativo trata-se de um processo de acumulação de conhecimentos, onde nada surge do "nada", mas sim de experiências e saberes acumulados pela sociedade como um todo nas mais diferentes áreas, e que se complementam.

Já quanto ao tempo, devido a esse caráter cumulativo do conhecimento, não se pode considerá-lo como o tempo da física mecanicista, como fazem algumas vertentes econômicas, já expostas neste trabalho, onde o passado não pode ser alcançado e por isso modificações ou erros podem ser corrigidos pelos novos conhecimentos adquiridos. Deve-se considerar o tempo como lógico, onde se pode voltar ao passado e melhorar e criar processos e produtos utilizando-se o conhecimento novo e o passado. Segundo FONSECA (2005b), um exemplo esclarecedor merece atenção para este fato:

Um exemplo esclarecedor merece atenção para este fato. Imaginemos um novo pesticida desenvolvido pelos laboratórios que tem como objetivo acabar com as pragas nas lavouras de algodão. Para que este pesticida exista, um grupo de pesquisadores desenvolveu em laboratório o conhecimento necessário para este pesticida. Num passo seguinte, um outro grupo de técnicos e engenheiros vão se apropriar deste conhecimento e testar este objeto de conhecimento colocando-o no ponto conhecido como etapa técnica. O passo final é a industrialização deste objeto de para atender uma demanda do mercado. Até aí nada de novo, mas imagine que o pesticida, mesmo que testado, sofra uma mutação e acabe com a lavoura. A indústria por sua vez tem condições de levar o problema ao laboratório ou aos técnicos para verificar qual etapa deste processo teve falha, e corrigir o problema. Logo, esta relação não pode ser pensada de forma linear (FONSECA, 2005b, p.2a).

De fato, a partir da idéia do tempo da fenomenologia, a possibilidade de se voltar (ao passado) no processo de inovação, de ajustante para a montante, fica mais fácil compreender a inovação na biotecnologia.

Dessa forma, torna-se necessário estudar mais afundo esses elementos que devem constituir uma nova estrutura de pensamento econômico que trate com maior precisão e realidade o sistema inovativo.

## CONCLUSÃO

No decorrer deste trabalho, tentou-se construir uma interpretação (análise) alternativa do processo de inovação no quadro das biotecnologias a fim de preencher algumas lacunas das teorias tradicionais.

A partir das especificidades levantadas, das atividades científicas e das atividades industriais, e suas relações singulares, a ciência, a história, o tempo e a técnica se revelam como elementos incontornáveis para se compreender a inovação nas ciências da vida e nas biotecnologias. Para isso, procurou-se elaborar uma análise alternativa deste processo como objetivo maior deste trabalho.

Nesse sentido, demonstrou-se, no que se refere à literatura econômica tradicional, que o processo de transferência de tecnologia e de inovação são simplesmente descritos e raramente explicados. Além disso, quando são descritos estes estão ao serviço de uma validação “*ex post*” dos modelos existentes, seja ele da teoria da agência de Dasgupta e David, das abordagens neo-institucionalistas de Quéré et Ravix, das abordagens neoschumpeterianas de Freeman ou ainda dos evolucionistas como Dosi, Teece, Winter et Nelson entre outros.

Mostrou-se igualmente que, sobre a base de uma descrição prévia das estruturas institucionais e a partir de uma análise concreta e prática das relações entre os atores no processo de inovação, foi possível contruir uma abordagem alternativa que leva em conta o conjunto dos elementos constitutivos desse processo. Ademais, com os conceitos de tecnicização e de industrialização dos conhecimentos, é possível integrar a técnica como variável explicativa enquanto que os modelos *standard* ou outros são incapazes.

Com efeito, mostrou-se que o processo de inovação no quadro das ciências da vida e das biotecnologias vai mais longe que um novo produto ou um novo procedimento no mercado. A análise do processo de inovação implica na construção de relações entre a pesquisa fundamental (os laboratórios públicos de pesquisa, os indivíduos, como por exemplo os pesquisadores, os engenheiros, os técnicos, etc.), a técnica e a indústria, portanto tratando-se de relações sociais.

Estas relações aparecem sob a forma de três elementos bem definidos:

- a ciência com os laboratórios públicos de pesquisa, onde se encontra a produção de conhecimento;

- a técnica, que é um lugar de passagem obrigatória para o processo de inovação;
- a indústria, que é um lugar onde o conhecimento se cristaliza.

Estes elementos podem ser explicados a partir da história (bem entendido a partir de pelo menos seis funções ou elementos explicativos da história) de cada inovação desenvolvida nos laboratórios públicos na medida em que a inovação significa uma mudança, e que a mudança não se realiza sem o tempo.

Foi então assim que se tentou propor uma análise alternativa a partir da ciência, da história, do tempo e da técnica como elementos essenciais para a compreensão do processo de inovação nas ciências da vida e nas biotecnologias, na medida em que este processo repousa sobre a tecnicização dos conhecimentos e se manifesta nas relações cada vez mais estreitas das instituições públicas de pesquisa com os meios industriais. Compreender a inovação significa, portanto, compreender as diversas relações que existem entre os diferentes atores.

**REFERÊNCIAS**

**ALBAGLI, S. Da biodiversidade à biotecnologia: a nova fronteira da informação.** Ci, Inf. Vol.27, p.7-10. Brasília, 1998.

**BULL, A.; HOLT, G.; LILLY, M. Biotechnology: International Trends and Perspectives.** OCDE. Paris, 1982.

**CERQUEIRA, H. G. A Economia Evolucionista: Um Capítulo Sistêmico da Teoria Econômica?** CEDEPLAR/FACE/UFMG, Belo Horizonte, 2000.

**CHANDLER, A. Scale and Scope: The Dynamics of Industrial Capitalism.** Harvard University Press. Cambridge, 1990.

**COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES. Towards a Strategic Vision of Life Sciences and Biotechnology: Consultation Document.** Brussels, 2001.

**COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES. Life sciences and biotechnology – A strategy for Europe.** Brussels, 2002.

**CORIAT, B.; WEINSTEIN, O. Lês Nouvelles Théories de L'entreprise.** Lês Livres de Poche. Librairie Générale Française, 1995.

**DOSI, G. Technical Change and Economic Theory.** Pinter Publishers. London, 1988.

**DOSI, G. Technical Change and Industrial Transformation.** St. Martin's Press. New York, 1984.

**DOSI, G.; PAVITT, K.; e SOETE, L. The Economics os Technical Change and International Trade.** Harvester Wheatsheaf, 1990.

**DOSI, G.; TEECE, D.; WINTER, S. Towards a Theory of Corporate Change: Preliminary Remarks.** Oxford, 1992.

**FILHO, S.; BONACELLI, M. B.; MELLO, D. Estudos em Biotecnologia. Instrumentos de apoio à definição de políticas em biotecnologia.** Departamento de Política Científica e Tecnológica. Unicamp, 2001.

**FONSECA, J. W.; MIGNOT, J.P. Biotecnologie et Innovation: du national au local: le cas de Midi-Pyrénées.** REM vol.50, n197-198, p.59-72, 2002.

FONSECA, J. W.; MIGNOT, J.P. **La construction des relations Recherche-Industrie dans les Sciences du Vivant: problèmes théoriques et pratiques.** Troisième chapitre du livre: **L'industrialization des connaissances dans les sciences du vivant.** Ed. L'Harmattan, 2003.

FONSECA, J. W.; MIGNOT, J.P. **Changement technique et innovation dans les Sciences du vivant: une interpretation théorique.** Revista de Sociologia da USP (mimeo).

FONSECA, J.W. **L'industrialization des Connaissance dans les sciences du vivant: le rôle de la technique.** Université de Toulouse I, Thèse de Doctorat, 2005a.

FONSECA, J.W. **O processo de inovação e a relação ciência - indústria.** Artigo publicado no Jornal Indústria e Comércio p.2<sup>A</sup> em 01 de setembro de 2005b.

FORAY, D. **L'économie de la Connaissance.** Ed. La Découverte. Paris, 2000.

FREEMAN, C. **The Economics os Industrial Innovation.** Penguin Books, 1974.

FREEMAN, C. **The Economics of Technical Change: A critical survey article for the Cambridge Journal of Economics.** 1993.

GOGULHO, L. F. **O capital de risco como alternativa de financiamento às pequenas e médias empresas de base tecnológica.** UFRJ, Instituto de Economia Industrial. Rio de Janeiro, 1996.

HOUGHTON, J.; SHEEHAN, P. **A Primer on the Knowledge Economy.** Victoria University. Melbourne, 2000.

KURZ, H. D.; SALVDORI, N. **Theory of Production: A long Period Analysis.** Cambridge University Press. Londres, 1995.

LEMOS, C. **Inovação na era do conhecimento.** Ed. Campos. Rio de Janeiro, 1999.

MALSHALL, A. **Princípios de Economia.** Editora Nova Cultura. Coleção os Economistas, 1996.

PAUL, D.; FORAY, D. **Economic Fundamentals of Knoeledge Society.** Ali Souls College. Oxford, 2002.

**NATURE PUBLISHING. Nature biotechnology: Health Biotechnology Innovation in Developing Countries. Volume 22, December 2004.**

**NELSON, R. R.; WINTER, S. G. Na Evolutionary Theory os Economic Change. Harvard University Press. Cambridge, 1982.**

**OCIO, D. Z. A Economia Como Ciência: Dos Clássicos a Keynes. EAESP/FGV/NPP, Núcleo de Pesquisas e Publicações, Relatório de Pesquisa nº 8. São Paulo, 2000.**

**ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. The Knowledge-Based Economy. OCDE. Paris, 1996.**

**PRADO, E. F. Ortodoxia Neoclássica. IPE/USP. São Paulo, 1998.**

**ROBINSON, J. Economic of Imperfect Competition. Cambridge University Press. Londres, 1933.**

**ROSENBERG, N. Inside the Black Box: Technology and Economics. Cambridge University Press. Cambridge, 1982.**

**ROSENBERG, N. The Direction of Technological Change. Inducement Mechanisms and Focusing Devices. Economic Development and Cultural Change. Cambridge University Press. Cambridge, 1969.**

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

**SCHUMPETER, J. A. Teoria do Desenvolvimento Econômico. Abril Cultural. São Paulo, 1982.**

**SRAFFA, P. The Law of Returns Under Competitive Conditions. Economic Journal, Vol. 36, 1926.**

**TIGRE, P. B. Inovação e Teorias da Firma em Três Paradigmas. UFRJ, Revista de Economia Contemporânea nº3, 1998.**

**WALRAS, L. Compêndio dos Elementos de Economia Política Pura. Editora Nova Cultura. Coleção os Economistas, 1996.**