

IUÇARA KALITA CAMOLEZI MARTOS

**O PROCESSO DE INOVAÇÃO NAS BIOTECNOLOGIAS:
A CIÊNCIA COMO PONTO DE PARTIDA PARA A APLICAÇÃO DAS
CÉLULAS- TRONCO**

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

Orientador: Prof. José Wladimir Freitas da Fonseca

**CURITIBA
2005**

TERMO DE APROVAÇÃO

IUÇARA KALITA CAMOLEZI MARTOS

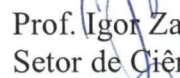
O PROCESSO DE INOVAÇÃO NAS BIOTECNOLOGIAS: A CIÊNCIA COMO PONTO DE PARTIDA PARA A APLICAÇÃO DAS CÉLULAS- TRONCO

Monografia apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Economia no Curso de graduação em Ciências Econômicas, Setor de Ciências Sociais Aplicadas da Universidade Federal do Paraná, pela seguinte banca examinadora:

Orientador:



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



Prof. Igor Zanoni
Setor de Ciências Sociais Aplicadas



Prof. Márcio Cruz
Setor de Ciências Sociais Aplicadas

Curitiba, Dezembro de 2005.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família pelo apoio, incentivo, compreensão e amor. Agradeço em especial à minha mãe, Marlene, que esteve todos os momentos ao meu lado, compartilhando das alegrias e principalmente das dificuldades que apareceram no caminho, e que com as palavras certas e muita perseverança, não me deixou desistir e me ajudou chegar ao fim de mais esta etapa da minha vida. Agradeço a eles também pela paciência que tiveram comigo, entendendo e suportando todos os meus momentos de nervosismo, e por tudo isso que eu os amo muito.

Agradeço aos professores que através não só das aulas, mas de muitas conversas, compartilharam seus conhecimentos e ajudaram na minha formação, em especial, agradeço ao Prof. José Wladimir Freitas da Fonseca pela orientação neste estudo.

Agradeço aos meus amigos e aos colegas de faculdade, que dentre eles, alguns se tornaram muito importantes na minha vida. Agradeço pela amizade e companheirismo, que através de conversas, apoio e ajuda em trabalhos, provas e na monografia, contribuíram para que eu atingisse o meu objetivo. Em especial agradeço à Carolme, Daniele, Luiz Carlos, Rodrigo, Sheila, Tatiane, Valdenir e Willian.

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| RESUMO..... | V |
| INTRODUÇÃO | 1 |
| 1 A CIÊNCIA NO DISCURSO ECONÔMICO..... | 6 |
| 1.1 A TEORIA ECONÔMICA E O PROCESSO DE INOVAÇÃO: UMA DISCUSSÃO INTRODUTÓRIA..... | 6 |
| 1.2 O PROCESSO DE INOVAÇÃO NA TEORIA SCHUMPETERIANA..... | 12 |
| 1.3 A TEORIA EVOLUCIONISTA | 14 |
| 1.3.1 <i>As Teorias Evolucionistas da Inovação</i> | 15 |
| 1.3.2 <i>Características Básicas do Enfoque Evolucionista</i> | 17 |
| 1.4 OS DETERMINANTES DO AVANÇO TECNOLÓGICO | 18 |
| 1.4.1 <i>O Caminho da Inovação na Teoria evolucionista: A Rotina e o Processo de Aprendizagem.</i> | 22 |
| 1.5 CONCLUSÃO PROVISÓRIA | 26 |
| 2 A ECONOMIA BASEADA NO CONHECIMENTO..... | 29 |
| 2.1 CONHECIMENTO E APRENDIZADO | 31 |
| 2.2 DO CONHECIMENTO TÁCITO AO CONHECIMENTO CODIFICADO | 33 |
| 2.3 A IMPORTÂNCIA DOS RECURSOS HUMANOS NAS EBC's | 36 |
| 2.4 CIÊNCIA E TECNOLOGIA NA ERA DO CONHECIMENTO | 39 |
| 2.5 CONCLUSÃO PROVISÓRIA | 42 |
| 3 O CASO DAS CÉLULAS-TRONCO..... | 43 |
| 3.1 AS BIOTECNOLOGIAS VOLTADAS À SAÚDE: O PROCESSO DE INOVAÇÃO | 46 |
| 3.2 O CASO DAS CÉLULAS-TRONCO | 48 |
| 3.2.1 <i>O Trabalho de Pesquisa</i> | 48 |
| 3.2.2 <i>Do Objeto de Conhecimento ao Objeto Industrial: A Importância do Objeto Técnico.</i> | 49 |
| 3.3 CONCLUSÃO PROVISÓRIA | 58 |
| CONCLUSÃO..... | 60 |
| REFERÊNCIAS..... | 62 |

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo, apresentar como a ciência funciona como ponto de partida no processo de inovação nas biotecnologias, especificamente no caso das células-tronco. Através das teorias Neoclássicas, Evolucionistas, Schumpeterianas e do Conhecimento, será apresentada a relação que se estabelece entre a ciência e a economia. Para isso se fará uma análise do processo de inovação, adotando a ciência como ponto de partida para a aplicação das células-tronco, destacando como ocorre a passagem do objeto de conhecimento (estudo das células) ao objeto industrial (aplicação das células-tronco em grande escala), destacando a importância da técnica (laboratórios) neste processo. Assim, este trabalho pretende concluir que a ciência, a técnica e a indústria são elementos incontornáveis para o processo de inovação nas biotecnologias.

INTRODUÇÃO

É difícil entender o funcionamento das economias capitalistas sem considerar o progresso técnico. Mais do que nunca, o entendimento de como a tecnologia afeta a economia é vital para a compreensão do crescimento da riqueza dos países e dinâmica das sociedades contemporâneas. Os processos de globalização trazem inúmeros desafios relacionados diretamente a este tema. O esforço tecnológico possui várias dimensões críticas e, ao analisar a origem e a natureza das inovações, muitos autores concluem que as inovações transformam não apenas a economia, mas afetam profundamente toda a sociedade. Elas modificam a realidade econômica e social, além de aumentarem a capacidade de acumulação de riqueza e geração de renda. Nas últimas décadas, observou-se um debate intenso no âmbito da economia e sobre os processos de inovação. Tal debate claramente influenciou e produziu diferentes posturas e orientações políticas quanto ao desenvolvimento científico e tecnológico em vários países. No entanto, o desenvolvimento de alguns conceitos fundamentais, a partir de meados dos anos 80, permitiu a construção de importantes pontes conciliatórias sobre teorias consideradas aparentemente divergentes. Assim através das teorias econômicas, tais como a Teoria Neoclássica, Teoria Evolucionista e Teoria da Economia do Conhecimento, pretende-se entender de que forma a ciência atua no processo de inovação. Neste sentido, procura-se entender como o conhecimento se desenvolve nos centros de pesquisa, mais precisamente no quadro das biotecnologias e de que forma um conhecimento se transforma em objeto técnico para numa terceira etapa finalizar-se num objeto industrial.

Neste contexto, as Biotecnologias consistem na aplicação, em grande escala, ou transferência para a indústria, dos avanços científicos e tecnológicos, resultantes de pesquisas em ciências biológicas.

Dentre vários desenvolvimentos da Biotecnologia, especificamente neste trabalho, irá ser apresentado a evolução dos estudos na aplicação das células-tronco como substituto de outros processos de tratamento para doenças como diabetes, doenças de

chagas, entre outras, focalizando assim o papel da ciência no processo de inovação tecnológica.

Ou seja, entender como a ciência, através de institutos públicos de pesquisa colaboram economicamente ao sistema de saúde público do país.

Através dos parágrafos acima, apresenta-se então a pergunta de partida para esta monografia:

De que forma pode-se entender a ciência como mola propulsora e dinâmica do processo de inovação nas Biotecnologias? Dito diferentemente, onde a ciência se situa neste processo enquanto variável que propicia o conhecimento?

O objetivo deste trabalho é compreender de que forma a ciência entra no processo de inovação como ponto de partida e por sua vez, de que forma o conhecimento se desenvolve através dos centros de pesquisas e como são industrializados. Para isso, utilizar-se-á como objeto de análise para esta monografia as células-tronco.

A inovação e o conhecimento são os principais fatores que determinam a competitividade de setores, países e empresas. A capacitação das empresas na produção e no uso do conhecimento é fundamental no processo de competitividade. As etapas de invenção técnica e inovação são interativas, e isso é percebido pelo crescente aumento das atividades de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) nas instituições responsáveis pela comercialização das inovações: as empresas, onde a Ciência e tecnologia (C&T) não são independentes e têm envolvimento sinérgico.

A relação entre economia e conhecimento tem se estreitado cada vez mais. Conforme OCDE (1996), o conhecimento é reconhecido como “motor” da produtividade e crescimento econômico. Assim a consideração da biotecnologia, como aplicação de princípios científicos e de engenharia, ou técnicas, ao processamento de matérias por agentes biológicos para o fornecimento de bens e serviços, serve como base empírica para o processo de inovação e para a economia baseada no conhecimento (OCDE, 1982).

É importante entender que inovação não é algo que ocorra apenas em países avançados ou em indústrias de alta tecnologia. O processo de inovação pode ocorrer quando a empresa domina e implementa um processo de produção de bens e serviços que sejam novos para ela, independente do fato de serem novos ou não para os seus concorrentes. Dessa forma, pode se avaliar esse processo não apenas em gastos de P&D, mas na contribuição dada por produtos novos, nos diferentes setores industriais.

Neste contexto, no qual a inovação tecnológica se tornou o centro do desenvolvimento econômico, entender como este processo ocorre e as influências que causam na sociedade se tornam imprescindíveis.

Segundo dados divulgados pela FIOCRUZ (Fundação Oswaldo Cruz), a implementação de novas técnicas ao Sistema Único de Saúde (SUS), proporciona significativa economia de recursos financeiros ao SUS. Um exemplo é a aplicação das células tronco no tratamento de pacientes chagásticos. Enquanto um transplante de coração tem um custo de R\$ 50 mil/paciente para o SUS, o tratamento com as células tronco custa R\$ 8 mil por paciente ao ano.¹ Ou seja, investimentos na área da saúde, geram grandes benefícios não somente para os órgãos de saúde pública, mas também a toda a sociedade que passa a ser mais bem atendida e em maior número.

Cerca de 50% do esforço de pesquisa em saúde provêm de grupos vinculados às ciências da saúde, cerca de 25% provêm de grupos vinculados às ciências biológicas e os 25% restantes de grupos das demais grandes áreas do conhecimento. A pesquisa em saúde no Brasil é realizada por cerca de 4.900 grupos de pesquisa, com 18.000 pesquisadores (11.000 detentores de titulação doutorai) e circunscreve entre 25% e 30% do esforço global de pesquisa no Brasil. Trata-se do maior componente científico-tecnológico do país.²

¹ www.fiocruz.br dados divulgados em Nov/2004, por Luciana Silva.

² CNPq/PRE/AEI - Diretório dos Grupos de Pesquisa no Brasil. Censo 2002.

Portanto, a análise da funcionalidade e aplicabilidade da ciência no processo de inovação tecnológica no contexto econômico se torna a base principal para o desenvolvimento deste estudo monográfico.

Os Objetivos principais da política de Ciência e Tecnologia (C&T) nos países mais avançados tem-se concentrado em³:

- a) Rapidamente identificar importantes oportunidades futuras;
- b) Aumentar a velocidade na qual a informação flui através deste sistema;
- c) Rapidamente difundir as novas tecnologias;
- d) Aumentar a conectividade das diferentes partes constituintes do sistema de C&T para acelerar o processo de aprendizado.

A idéia de que o conhecimento deve ser difundido e a importância deste processo tem se tornado cada vez mais considerado pelos países de maior desenvolvimento, o que se faz comprovar que o aumento do conhecimento esta cada vez mais atrelado ao desenvolvimento econômico.

Através dos parágrafos acima, pode-se levantar as possíveis respostas ao problema apresentado neste estudo: primeiro de que a teoria econômica está cada vez mais estreitando seus laços com o avanço do conhecimento, e que o conhecimento serve de ponto de partida para a compreensão e para explicação deste processo de inovação; segundo que a ciência se aloca num lugar de destaque no processo de inovação das biotecnologias, agindo como propulsora do desenvolvimento deste processo; e em terceiro lugar que no quadro das biotecnologias é possível verificar empiricamente a relação que a ciência tem com a economia.

Neste sentido, o aumento do conhecimento e sua difusão se tornam cada vez mais importantes no processo de desenvolvimento de um país. A ciência é gerada nos institutos públicos de pesquisa, laboratórios públicos, nas universidades públicas, na busca de melhorias na qualidade de vida da sociedade aliada a reduções de custos do governo, o que a torna um fator de extrema importância neste processo de inovação tecnológica.

³ LASTRES, h. M. M., IBICT – Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia.

Assim apesar do objetivo deste estudo ser situar o lugar da ciência no processo de inovação, ele também terá de ser baseado numa teoria econômica fundamentada pelo conhecimento, a qual considera a descrição do processo de inovação que é o cerne principal deste estudo.

OBJETIVOS

Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é compreender de que forma a ciência situada no contexto econômico possibilita o processo de inovação a partir de instituições públicas de pesquisa, tais como os laboratórios, as universidades, os centros de pesquisa, etc.

Objetivos Específicos

- a) Estudar as teorias econômicas, para identificar suas estruturas no que se refere ao processo de inovação, partindo da teoria Neoclássica como teoria introdutória e destacando as idéias da teoria evolucionista.
- b) Através da Economia do Conhecimento, procura-se analisar de que forma a produção de conhecimento está envolvida no contexto econômico de forma a impulsionar o processo de inovação.
- c) Analisar o processo de inovação nas biotecnologias.
- d) Identificar como ocorre o processo de inovação através de um estudo de caso: As células-tronco.

1 A CIÊNCIA NO DISCURSO ECONÔMICO

O Objetivo deste capítulo é procurar entender de que forma as teorias Neoclássica e Evolucionista integram a ciência e a técnica no processo de inovação. Para tanto este capítulo está dividido em cinco partes, onde se fará uma discussão introdutória sobre a Teoria Neoclássica e a relação que ela estabelece com a técnica, apresentando posteriormente o papel da Teoria Schumpeteriana no processo de inovação. Partindo destas teorias como teorias introdutórias ao entendimento do processo de inovação, será apresentada a teoria Evolucionista considerando os determinantes do avanço tecnológico. E concluindo este capítulo, serão apresentadas as críticas que foram realizadas por Foray, ao modelo básico Evolucionista de Paradigmas e Trajetórias Tecnológicas, considerando as limitações desta teoria com relação à Teoria do Conhecimento.

1.1 A TEORIA ECONÔMICA E O PROCESSO DE INOVAÇÃO: UMA DISCUSSÃO INTRODUTÓRIA

Embora a teoria neoclássica não tenha como objeto de análise o processo de inovação, percebe-se que o emprego do fator “técnica” foi utilizado amplamente no discurso neoclássico quando se estuda as contribuições de Walras (1874), Pareto (1909), Hicks (1939) e Schmookler (1966) para o desenvolvimento de uma teoria sobre o processo de produção e sobre a mudança técnica.

É importante notar que não é o objetivo desta monografia, tecer um longo e exaustivo debate sobre as dificuldades da teoria neoclássica em endogenizar a técnica no seu discurso, mas ao contrário, tentar mostrar que mesmo fazendo o uso da técnica, a teoria neoclássica mostra-se puramente descritiva e portanto apresentado-a como um dado ou variável no discurso.

Na obra “*Abrégé des Eléments d’Economie Politique Pure*” de Walras (1874), é importante sublinhar dois capítulos especificamente. O objetivo aqui não se trata de fazer

uma revisão dos dois capítulos, mas tentar compreender algumas especificidades de cada um deles.

Concernente ao terceiro capítulo, Walras explica a tripla consequência da raridade. Sendo assim, esse autor parte da constatação de que as coisas úteis e limitadas em quantidade são as únicas coisas produzidas ou multiplicáveis industrialmente.

Por outro lado, com o objetivo de explicar a riqueza social, neste mesmo capítulo, Walras afirma ser possível transformar as coisas que não têm utilidade, como por exemplo, os animais e as plantas, em coisas úteis.

Segundo Fonseca (2003; 2005)⁴ :

Todavia, a forma pela qual as coisas inúteis podem tornar-se coisas úteis não é explicada. Em outras palavras, o processo de transformação ou mesmo de industrialização não é claro. Com efeito, se o conjunto das coisas raras é a expressão da riqueza social, é necessário de imediato, levar em conta, o meio pelo qual as coisas são transformadas e, portanto, tornam-se objetos econômicos. Porém, não é o caso aqui, na medida em que Walras omite em sua análise o processo de transformação.

Quanto ao quarto capítulo, o autor mostra o princípio do processo industrial a partir da definição dos objetos (coisas) úteis e limitados em quantidade. Todavia, Walras demonstra que a produção industrial exige uma sorte de precisão concernente à categoria das coisas. Walras apresenta então alguns exemplos: a lã das ovelhas que será transformada em tecido e, em seguida, em vestimenta. A visão da produção industrial de Walras visa um duplo objetivo: primeiramente, multiplicar a quantidade das coisas úteis existentes em quantidade limitada e, em seguida, a transformação das coisas úteis indiretas em utilidades diretas.

Aqui, neste capítulo, encontra-se uma pista sobre o processo de transformar as coisas que não têm utilidade em coisas úteis. Walras introduz pela primeira vez a noção

⁴ FONSECA, J.W. F. ; MIGNOT, J.P.; « La construction des relations Recherche-Industria dans les sciences du vivant : problèmes théoriques et pratiques », Troisième chapitre pp. 105-147 ; Ed. L'Harmattan, 2003.

FONSECA, J.W.F. ; « L'industrialisation des connaissances dans les sciences du vivant : le rôle de la technique » Thèse de doctorat. Université de Toulouse I, press., 2005.

de técnica quando evoca o processo de industrialização de vestimentas. Nesse momento, o processo Walrasiano é simples: a indústria têxtil transforma as fibras de tecido de linho, de lã... O problema é que no seu modelo de produção, a técnica é apenas um dado e desaparece em seguida, sem deixar o mínimo traço (in Fonseca, 2005).

A classificação de Walras pode ser resumida da seguinte forma: sendo dado um processo industrial qualquer, é suficiente termos a terra, a mão-de-obra (o homem) e o capital. A partir disso, a indústria pode transformar os objetos (coisas) em objetos de consumo. O problema que se apresenta é a forma pela qual os fatores de produção transformam os produtos. Ainda uma vez, mesmo que Walras reconheça o processo de transformação, nenhuma menção é feita sobre o processo técnico nem sobre a técnica (in Fonseca, 2005).

Antes de continuar é importante estabelecer como este trabalho monográfico percebe a técnica. Entende-se como técnica um lugar de passagem obrigatória entre a produção de conhecimento que se situa nos laboratórios públicos de pesquisa, nas universidades públicas que fazem pesquisa fundamental e as indústrias que vão se apropriar deste conhecimento que foi *tecnicizado* e transforma-lo em objeto industrial para atender uma demanda social.

Segundo Fonseca e Mignot (2004)⁵:

le champ des connaissances (ou champ épistémique) s'est développé, notamment dans la biologie moléculaire, en même temps que des procédés techniques de sorte que ce que nous appelons processus de technicisation la pénétration relativement importante des techniques dans le champ des savoirs, pénétration qui finit par orienter le champ des connaissances sur la base des données techniques à partir desquelles il se constitue. Ainsi, la science moderne se singularise dès son origine par une interaction fondamentale entre technique et champ épistémique, la première ne se superposant pas à la seconde mais se fondant dans la première. Cette relation dialectique, donc non linéaire, entre science et technique doit se comprendre à deux niveaux :

⁵ FONSECA, J.W.F. ; MIGNOT, J.P. « Changement technique et innovation dans les sciences du vivant : une interprétation théorique », Revista Tempo Social da Universidade de São Paulo. Pp 1- 22, 2004 (Artigo aprovado : aguarda publicação).

-d'une part, la machine devient un modèle de référence (principalement chez Descartes) pour la connaissance proprement dite et le modèle mécanique devient la base de la construction des méthodes ;

-d'autre part, la technique devient un moyen d'accès à la connaissance (par exemple, le microscope), l'instrument jouant le rôle d'intermédiaire de plus en plus sollicité entre le savant et l'objet à connaître.

A ce titre, l'histoire de la biologie apparaît de façon très suggestive et n'échappe pas à cette forme d'instrumentation dans l'étude de l'organisme vivant .⁶

Quanto a Pareto, em sua obra “*Manuale di Economia Politica*” (1909), interessa aqui o capítulo três.

No primeiro tomo de sua obra e precisamente no terceiro capítulo, Pareto mostra de qual forma os objetos econômicos se transformam. Pareto explica esse processo de transformação a partir de três categorias: 1) a transformação material, 2) a transformação no espaço e 3) a transformação no tempo (Pareto, 1909, pp. 94, Tomo I).

Pareto introduz em sua análise o processo de transformação de um objeto em outro, mas, da mesma forma que Walras, não explica como esse objeto torna-se um novo objeto. Trata-se aqui de atualizar (resgatar) a análise da mudança técnica e, evidentemente, da técnica (in Fonseca 2005).

Segundo Fonseca (2005):

No entanto, isso não é o caso da análise de Pareto o qual se limita a analisar o processo de transformação para explicar as “curvas de indiferença”. O mesmo ocorre no segundo tomo de sua

⁶ TRADUÇÃO: O Campo dos conhecimentos (ou campo Epistêmico) se desenvolveu, notadamente na biologia molecular, ao mesmo tempo que os procedimentos técnicos de forma que chamamos de processo de tecnicização a penetração relativamente importante das técnicas no campo dos saberes, penetração que acaba por orientar o campo dos conhecimentos sobre a base dos dados técnicos à partir dos quais ele se constitui. Assim, a ciência moderna o singulariza desde sua origem, através de uma interação fundamental entre a técnica e o campo epistêmico, a primeira não se superpondo à segunda, mas o fundindo na primeira. Esta relação dialética, portanto não linear, entre ciência e técnica, deve-se compreender a dois níveis :

- De uma parte, a máquina torna-se um modelo de referência (principalmente em Descartes) para o conhecimento propriamente dito e o modelo mecânico, torna-se a base da continuação dos métodos.
- De outra parte, a técnica torna-se um meio de acesso ao conhecimento (por exemplo, o microscópio), o instrumento desempenhando o papel de intermediário cada vez mais solicitado entre o cientista e o objeto a conhecer. A este título, a história da biologia aparece de forma muito sugestiva e não escapa a esta forma de instrumentação no estudo do organismo vivo.

obra quando Pareto retorna à discussão sobre o processo de transformação da produção e observa que existem conceitos errôneos da produção: “*En résumé, on affirme simplement que pour produire, il faut, le travail, le capital e d'autre chose, qui s'appelle nature. Cela n'est pas faux, mais, ne sert à grande chose pour comprendre ce qu'est la production*” (op.cit. pp.23, Tomo II).⁷ Para ele, todas as teorias possuem um terreno comum, isto é, esquecem que a produção não é tão somente a transformação de certas coisas em outras e, ademais, que os diferentes produtos podem ser obtidos graças a essas coisas abstratas e gerais que são a terra, o trabalho e o capital. Segundo Pareto: “*Pour obtenir le vin du Reno il est nécessaire d'avoir une terre, mais une terre située sur les bords du Reno; pour obtenir une statue il faut le travail d'un sculpteur...*” (op.cit., pp.24, Tomo II).⁸

Ainda uma vez, Pareto tenta explicar que existem especificidades no processo de transformação, mas como se pode observar ele não consegue chegar ao processo de mudança técnica.

Concernente a Hicks, na sua obra “*Value and Capital: An Inquiry into some Fundamental Principles of Economic Theory*”, (1939), ele tenta demonstrar as deficiências da versão de Marshall sobre o consumidor e mostra que o método de Pareto é uma saída para resolver o problema quando então ele desenvolve um novo método para as curvas de indiferença. Hicks utiliza a taxa marginal de substituição que torna possível medir uma série de combinações de quantidades entre duas mercadorias mais ou menos preferidas ou indiferentes ao consumidor.

Segundo Fonseca (2005)⁹:

O grande problema da teoria de Hicks são as variáveis inovação e técnica. Para ele, a oferta das oportunidades de investimentos favorece a invenção técnica e a inovação. No entanto, mesmo tentando explicar essas variáveis para o funcionamento do ciclo comercial, a inovação aparece como uma variável autônoma e sem restrições da técnica. As únicas restrições na teoria de Hicks

⁷ TRADUÇÃO : Em resumo, afirma-se simplesmente que para produzir, é necessário, o trabalho, o capital e de outra coisa que chamam de natureza. Isso não é falso, mas não serve para muita coisa para compreender o que é a produção.

⁸ TRADUÇÃO : Para obter o vinho do Reno é necessário ter uma terra, mas uma terra situada as margens do Reno ; para obter uma estátua é necessário o trabalho de um escultor.

⁹ FONSECA, J .W. F. *L'industrialisation des connaissances dans les sciences du vivant : le rôle de la technique. Thèse de doctorat.* Université de Toulouse I, press, 2005.

que condicionam a viabilidade de um processo de inovação são as restrições financeiras e humanas, todavia não existem restrições científicas e técnicas.

Face aos autores neoclássicos que consideravam as invenções técnicas e a mudança técnica como variável exógena e autônoma, começaram a aparecer durante os anos 60, análises que tratavam a produção das invenções técnicas como uma atividade econômica particular. Um desses autores foi Schmookler com sua obra *“Invention and Economic Growth”*, (1966). O centro da teoria de Schmookler pode ser resumido da forma que segue. Um pequeno aumento da demanda pode ser coberto com um aumento da produção utilizando-se de forma intensiva a capacidade instalada dos projetos existentes ou a partir do alargamento desses mesmos projetos, utilizando a mesma tecnologia existente. Na mudança técnica, se o aumento da demanda é forte, então, ocorrerá a realização de novos investimentos em novos bens de equipamentos, o que vai gerar um aumento das atividades de invenção (técnica) nas empresas e ao redor delas. Segundo Schmookler, esse processo resulta no aumento do ritmo da invenção e no aumento do número de patentes face às oportunidades dos benefícios. Os esforços para aumentar o ritmo das invenções e das patentes se cristalizam na criação e na expansão dos laboratórios de P&D e dos departamentos de engenharia sustentados pelas empresas. Dessa forma, as invenções e os avanços técnicos serão incorporados às instalações existentes ou às novas e em novos produtos para responder à demanda que foi alargada.

Para Fonseca 2003, 2004, 2005^{a,10}

O grande problema da teoria de Schmookler é tentar explicar o destino da atividade de invenção sem analisar o conteúdo do processo técnico. Muito ligado à metodologia neoclássica, a invenção é uma “caixa preta” onde entram essencialmente recursos financeiros, e de onde partem as invenções técnicas, mas sem analisar os atores do processo de produção e das invenções técnicas,

¹⁰ FONSECA, J.W. F. ; MIGNOT, J.P.; « La construction des relations Recherche-Industria dans les sciences du vivant : problèmes théoriques et pratiques », Troisième chapitre pp. 105-147 ; Ed. L’Harmattan, 2003.

FONSECA, J.W.F. ; MIGNOT, J.P. « Changement technique et innovation dans les sciences du vivant : une interprétation théorique », Revista Tempo Social da Universidade de São Paulo. Pp 1- 22, 2004

FONSECA, J.W.F. ; « L’industrialisation des connaissances dans les sciences du vivant : le rôle de la technique » Thèse de doctorat. Université de Toulouse I, press., 2005.

tais como as limitações científicas, as limitações técnicas e as limitações das organizações que determinam os processos de geração de uma invenção técnica.

Assim, retorna-se a Walras, Pareto, Hicks e Schmookler, os elementos que constituem a mudança técnica e o processo de inovação não são explicados, eles são simplesmente descritos, tal é o caso da técnica, da ciência e dos atores que integram a mudança técnica e o processo de inovação.

1.2 O PROCESSO DE INOVAÇÃO NA TEORIA SCHUMPETERIANA

Embora Marx tenha ressaltado a importância do progresso técnico na determinação da dinâmica do sistema capitalista, Schumpeter foi o primeiro a trazer a mudança tecnológica ao centro da análise econômica. Schumpeter comparou a economia a um organismo com células constantemente morrendo e sendo substituídas e através deste processo, que foi chamado de “destruição criadora”, o organismo cresce e se desenvolve (SCHUMPETER, 1984). Concernente a Teoria de SCHUMPETER (1982), o processo de inovação é reconhecido a partir de cinco combinações. Essas podendo ser resumidas da forma como segue:

- A introdução de um novo bem econômico;
- A introdução de um novo método de produção;
- A abertura de um novo mercado;
- O surgimento de novas matérias primas;
- A criação de uma nova organização qualquer, numa posição de monopólio;

Assim Schumpeter vê o capitalismo como um “processo evolutivo”. Vendo a palavra “novo” como uma estratégia, já que o impulso do capitalismo segundo SCHUMPETER (1984), decorre de novos bens de consumo, novos métodos de produção ou transporte, dos novos mercados, das novas formas de organização industrial que a

empresa capitalista cria. Contudo, em nenhum momento a teoria de Schumpeter reconhece que a ciência e a técnica seriam os fatores geradores destes novos produtos ou processos.

A contribuição de Schumpeter ao associar a base científica¹¹ à base tecnológica de uma atividade, expressa na relação “invenção-inovação”, permitiu que se entendesse a tecnologia como um bem que, como qualquer outro, incorpora um sistema produtivo em sua criação, envolvendo custos e riscos. Desta forma, a Ciência e a Tecnologia (C&T), de externas ao sistema econômico, conforme a visão da teoria Neoclássica, passam a se endogenizar como o fator fundamental do processo de acumulação capitalista.

Assim deve-se destacar que em sua teoria a inovação tecnológica interfere na dinâmica de geração de rendas das empresas, afetando diretamente a estrutura dos processos produtivos, a rentabilidade das operações e a aceitabilidade de produtos pelo mercado. Assim o empresário passa a depositar na inovação tecnológica a responsabilidade de obtenção de maiores ganhos, “mas a concorrência através de novas mercadorias, novas tecnologias, novas fontes de oferta, novos tipos de organização...” (SCHUMPETER, 1984, P.114).

Por outro lado, a análise do processo de inovação para os Neo-Schumpeterianos, que posteriormente deram origem a Teoria Evolucionista, não deixa espaço para uma discussão sobre a importância da ciência e da técnica e isso se deve a substituição da noção de equilíbrio pela trajetória de evolução, em focalizar o papel das mudanças tecnológicas no processo de mudança estrutural ou na formação das estruturas de mercado ou mesmo na inserção do papel ativo por parte das firmas, já que estas passam a agir como foco do processo inovativo.

A percepção da tecnologia como, simultaneamente, um fator estrutural e estratégico permitiu que ela se tornasse um elemento dinâmico, transformador da estrutura, e também sujeito à influência do aparato político-institucional da indústria. Rompe-se, em grande

¹¹ É importante notar aqui, que a base científica em Schumpeter refere-se a ciência aplicada e não à ciência fundamental ou pura que é com efeito aquela que impulsiona o processo de inovação.

medida, com a idéia do mercado “puro” como força organizadora. E essa tentativa de abordagem dinâmica da estruturas de mercado leva à busca de modelos teóricos que internalizem completamente o processo de inovação tecnológica, de forma a captar sua capacidade de transformação das estruturas. Isto implicou em que se desse maior ênfase aos elementos técnico-científicos, às questões institucionais e ao papel das expectativas tecnológicas sobre a direção e intensidade do processo competitivo. É nesta direção que se desenvolvem os trabalhos Evolucionistas de FREEMAN (1974), NELSON e WINTER (1982) e DOSI (1989) entre outros.

1.3 A TEORIA EVOLUCIONISTA

A idéia de que a lógica do avanço técnico seja oferecer produtos cujos atributos sejam superior aos já existentes, foi amplamente discutido por NELSON E WINTER (1982) que delinearão o que veio a se chamar de teoria Evolucionista, em função da analogia feita com a teoria biológica homônima, desenvolvida por Darwin e Lamarck, no século XIX. Para NELSON e WINTER, o processo de inovação, ao envolver um alto grau de incerteza, não só antes, como também após sua introdução, gera um contínuo desequilíbrio de mercado, que implica em lucros supranormais para os inovadores, imitação ou morte para as firmas não pioneiras, barreiras para os entrantes potenciais e o aparecimento de novos produtos que influenciarão a organização da indústria no que tange a sua relação com fornecedores e clientes. Subjacente a este processo dinâmico de configuração ou modificação estrutural, provocado pelas estratégias inovadoras, está a introdução do tempo e da incerteza que lhe são inerentes.

Por isso o processo inovativo é caracterizado pela incerteza, altos custos e longo prazo de maturação, sendo a incerteza um dos elementos centrais do conceito de inovação. Segundo DOSI (1990) a inovação é descrita como:

(...) processes of learning and Discovery about new products, new production processes and new forms of economic organisation, about which, ex ante, economic actors often possess only rather

unstructured beliefs on some unexploited opportunities, and which, ex post, are generally checked and selected, in product markets. (p.299)¹²

Considerando que a incerteza é um dos principais elementos relacionados ao processo de inovação, ela possui então algumas peculiaridades e uma delas se refere a possibilidade de financiamento. FREEMAN (1982) observa que mesmo quando uma inovação envolve um baixo risco de incerteza, apenas uma pequena parte delas é financiada através de captação de recursos nos mercados de capitais. Comumente a forma mais utilizada de financiamento do processo de inovação é através da reinversão de lucros gerados pela própria empresa.

1.3.1 As Teorias Evolucionistas da Inovação

As inter-relações entre a ciência a técnica e a economia tem sido objeto de discussão entre diversos pesquisadores. Basicamente são conhecidas duas principais linhas de pensamento, uma através de uma visão pelo lado da oferta, e a outra pelo lado da demanda.

Na visão pelo lado da oferta, a ciência e a técnica são entendidas como exógenas ao sistema econômico, considerando que os avanços científicos e tecnológicos seriam posteriormente incorporados ao sistema econômico.

Esta visão é encontrada principalmente em modelos Neoclássicos, como SOLOW (1957), que supõe o processo técnico como fator exógeno, desincorporado e sem custo para a firma. SCHUMPETER (1911), através de “Teoria do Desenvolvimento Econômico” admite a invenção como um fator exógeno à firma e ao mercado. Posteriormente, em seus trabalhos subseqüentes, SCHUMPETER (1942) endogeniza

¹² Tradução: ...processos de aprendizado e descobrimento sobre novos produtos, novos processos de produção e novas formas de organização econômica sobre os quais, anteriormente, os atores econômicos se utilizavam apenas para opiniões importantes desestruturadas em oportunidades inexploradas, e que, posteriormente, são verificadas e selecionadas em mercados de consumo.

parcialmente estes processos científicos e técnicos admitindo o *feed-back* do processo competitivo sobre as atividades de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) das empresas.

A outra linha de pensamento, se refere à visão pelo lado da demanda, que dá à demanda o papel de determinação do ritmo do progresso técnico. SCHMOOKLER (1966), visto anteriormente, apresenta esta visão, atrelando o crescimento da demanda a geração de crescimento conseqüente dos investimentos levando a um aumento dos gastos com P&D ao nível da firma que por sua vez estaria gerando um maior número de invenções.

Para SCHMOOKLER (1966), o que confere à tecnologia o papel chave do processo de inovação é a versatilidade que ela apresenta à demanda.

Contudo, a relação entre a ciência, tecnologia e economia, é bem mais complexo do que as relações até agora apresentadas.

O desenvolvimento da ciência e da técnica influencia diretamente o progresso técnico, assim como nos custos do processo de inovação, nas distintas indústrias, dado o nível de tecnologia que esta dispõe.

Os níveis tecnológicos se diferem nas diferentes indústrias de acordo com os custos que estão associados a estes avanços técnicos, ou seja, este nível de oportunidade tecnológica está atrelado ao nível de base científica e tecnológica que a indústria estará se apoiando. Desta forma, os níveis de investimento em P&D serão determinados através das expectativas de custos e as probabilidades de benefícios que poderão ser gerados por determinada inovação tecnológica.

Entretanto, conforme apresentado acima, ao se considerar a ciência e a tecnologia como fatores exógenos ao sistema econômico, acarreta-se um erro, pois a tecnologia em si é uma soma de conhecimentos e não somente uma aplicação de fontes externas pois, é ela quem faz a conexão entre a ciência e o sistema econômico. Por este motivo, se torna tão importante a consideração desta interação entre ciência, técnica e sistema econômico, já que é através dela que se dá o processo inovativo.

1.3.2 Características Básicas do Enfoque Evolucionista

A partir das décadas de 70 e 80 se desenvolveram muitos estudos baseados nas teorias da inovação. Estes estudos tiveram o enfoque direcionado à dinâmica da própria inovação e as relações que ela estabelece com a economia.

Os autores que se destacaram nestas pesquisas foram N. ROSENBERG que partiu de perspectivas históricas, FREEMAN que se utilizou das ondas de acumulação e os sistemas tecnológicos e principalmente NELSON E WINTER e DOSI, que partiram da análise de paradigmas e a sua evolução através de trajetórias tecnológicas.

Conforme cita DEZA (1995, pp.216), em *Las Teorias Evolucionistas da Inovação: La Idea común que liga a toda esta generación de estudios neoschumpeterianos, que pueden agruparse bajo la denominación de "análisis evolucionista" es la concepción del desarrollo tecnológico como un proceso evolutivo, dinámico, acumulativo y sistémico para cuya comprensión es preciso integrar las relaciones de interacción dialéctica entre el desarrollo de las tecnologías y la dinámica económica.*¹³

Esta nova concepção bate de frente com algumas idéias neoclássicas da tecnologia. A tecnologia não aparece realizada no mesmo momento em que nasce, sendo que nesta visão, ela vai se desenvolvendo gradualmente, ao mesmo tempo em que se difunde, passando agora a fazer parte de um contexto industrial, econômico e social.

A teoria evolucionista foi mais bem fundamentada por NELSON E WINTER, que partindo de conceitos neoclássicos de racionalidade maximizadora apresentaram os conceitos de busca e seleção. Estes conceitos foram criados e embasados na idéia de que as informações são limitadas e, portanto, quem toma as decisões não pode prever se os resultados serão ótimos. Desta forma, observando o processo de produção, onde pode ser analisado o nível de conhecimento tecnológico que a empresa possui, dado que as

¹³ Tradução : A idéia comum que liga toda esta geração de estudos neoschumpeterianos, que podem agrupar-se sob a denominação de Análise Evolucionista é a concepção de desenvolvimento tecnológico como um processo evolutivo, dinâmico, acumulativo e sistêmico, cuja compreensão necessita integrar as relações de interação dialéctica entre desenvolvimento das técnicas e a dinâmica económica.

empresas não têm a sua disposição todas as técnicas disponíveis, elas passam a utilizar um sistema de busca. Com a impossibilidade de prever os resultados das decisões, as empresas usam o critério de seleção, que parte do pressuposto de que as empresas que possuem as melhores técnicas se desenvolvem mais, assim o critério de seleção se aplica, escolhendo a técnica que seja melhor *ex post*.

Considerando os resultados sendo sempre incertos, NELSON E WINTER não consideram um modelo de equilíbrio.

1.4 OS DETERMINANTES DO AVANÇO TECNOLÓGICO

DOSI construiu um modelo capaz de explicar os determinantes e direções que seguem as transformações tecnológicas. Segundo DOSI (1984), as estratégias adotadas pelas empresas estão condicionadas as estruturas delas mesmas, ou seja, as possíveis estratégias estão limitadas pela estrutura do próprio setor e do regime tecnológico presente na empresa, que irão definir até onde a empresa pode agir. Desta forma é possível acompanhar o surgimento da necessidade de transformação das tecnologias através de novos paradigmas tecnológicos. Esse modelo denominado “modelo estrutural frágil”, constrói uma hierarquia, que tenta romper com a dicotomia entre a abordagem microeconômica do comportamento inovador e a dinâmica do sistema em seu conjunto.

As principais teorias que tratam de explicar os determinantes da mudança tecnológica são: a teoria de *demand-pull* e a teoria de *technology-push*, contudo, ambas mostram-se insuficientes para explicar boa parte dos resultados obtidos a partir de análises empíricas.

As críticas ao *demand-pull* se caracterizam em três aspectos:

- a) Supõe um conceito de reatividade entre a transformação técnica e as necessidades apresentadas pelo mercado. Contudo, as necessidades são infinitas e é difícil definir o momento que estas necessidades serão satisfeitas, por outro lado, não explicam o que acontece entre o

reconhecimento de uma necessidade pelo produtor e o resultado final de um novo produto, assim a tecnologia e a ciência aparecem como uma “caixa-preta” com infinitas possibilidades.

- b) São incapazes de definir o por que e o quando de certos desenvolvimentos tecnológicos em lugar de outros.
- c) Ignoram as transformações que se registram na capacidade inovativa com o passar do tempo, sem fazer uma relação direta com as mudanças no mercado.

(DEZA, 1995, pp. 219-220)

Na teoria de *technology-push*, a limitação é justamente inversa, pois incorporam mal a importância dos fatores econômicos no direcionamento do processo de inovação. Seu esquema básico parte de uma visão unidirecional das relações ciência-tecnologia-indústria, onde a ciência é considerada um fator exógeno.

Desta forma, para construir um modelo alternativo, DOSI parte da consideração de uma série de resultados obtidos a partir de análises empíricas dos processos de inovação:

- Os *inputs* científicos têm um papel crescente no processo de inovação;
- As atividades de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), apresentam uma crescente complexidade, que faz com que o processo de inovação seja objeto de estudo de longo prazo pelas empresas. O que se faz considerar a hipótese de uma inovação como resposta dos produtores frente a mudanças nas condições de mercado;
- Existe uma significativa correlação entre P&D e *output* inovador em muitos setores, observa-se também uma ausência de correlação entre o mercado e o padrão de demanda por um lado e o *output* inovador por outro;
- Uma parte importante da inovação se origina do *learning-by-doing* e está incorporado nas pessoas e nas organizações;
- A crescente formalização institucional da investigação, ainda que considerando uma natureza intrínseca incerta, indicaria a existência de um conjunto de eleições tecnológicas que são conhecidas *ex-ante*.

- A mudança técnica não ocorre ao acaso, sua direção é definida pelas tecnologias em uso; a possibilidade de que as empresas e organizações consigam avanços tecnológicos dependerá de seu próprio nível de avanço;
- A evolução das tecnologias, ao longo do tempo, apresenta regularidades e uma delas é que normalmente se podem definir caminhos de mudanças com relação a algumas características econômicas e tecnológicas dos produtos e processos.

(DEZA, 1995, pp 219-220).

Para DOSI, existem três grandes sistemas: o científico, o tecnológico e o econômico, e focaliza nesta distinção a análise das relações entre o sistema tecnológico e as variáveis econômicas.

A tecnologia é vista de forma ampla, englobando não somente os elementos materiais, mas também o conhecimento e a experiência adquirida ao longo do tempo. Desta forma a empresa parte de conhecimentos já adquiridos para buscar melhorias e desenvolvimento, de forma que as suas possibilidades dependem do que já se fez no passado. por isso o progresso técnico é considerado acumulativo. A tecnologia também depende dos mecanismos de busca e aprendizagem para melhoria da eficiência e desenvolvimento do processo produtivo.

DOSI (1984) apresenta conceitos de paradigmas e trajetórias tecnológicas que oferecem uma referência de hierarquização da importância dos diferentes âmbitos no processo de inovação. Seguindo a idéia de paradigma científico de T. Kuhn (1963), onde o paradigma se define como uma trajetória normal para o avanço da ciência, pela qual usufrui-se de um ajuste crescente entre a natureza e o paradigma, DOSI estende esta idéia de paradigma científico para o âmbito tecnológico, ou seja, definir um paradigma tecnológico como padrão de soluções para problemas tecnológicos, baseando-se em princípios das ciências naturais e em materiais tecnológicos.

A direção do progresso técnico aparece como solução dos problemas e necessidades que vão se apresentando dentro de um paradigma, enfocando os esforços na exploração das oportunidades tecnológicas que este oferece e exercendo um poderoso

efeito de exclusão com respeito às outras possibilidades alternativas. Em consonância a isso, se define como trajetória tecnológica como o padrão de solução normal dos problemas dentro de um paradigma tecnológico. Cada paradigma tecnológico possui procedimentos e mecanismos de busca próprios e uma lógica no tipo de soluções encontradas que caracterizam o desenvolvimento das tecnologias ao longo do tempo. Daí surge a idéia de um progresso dentro de um paradigma como resultado das melhorias dos *trade-offs* entre as dimensões que o configuram: campo de aplicação, tecnologia material, propriedades físico-químicas, dimensão tecnológica e econômica.

Um novo paradigma tecnológico surge a partir de novas possibilidades oferecidas pela ciência, contudo sua configuração não depende só da ciência, mas também das estruturas econômicas e institucionais. DOSI explica que a configuração de um novo paradigma é estabelecida através de hipóteses ao longo de uma seqüência das forças econômicas e institucionais, as quais operam como um mecanismo de seleção fundamental. Desde o amplo conjunto de possibilidades de direção, até colocar-se os novos produtos na linha de montagem, ocorrem várias etapas de refinamento através das determinações econômicas e sociais, que caracterizam assim o novo paradigma.

Segundo DOSI (1982), esta mudança tecnológica é, ao mesmo tempo, um fator de transição ou ruptura e fator de ajustamento do sistema econômico. A interação entre os fatores tecnológicos e econômicos, em alguns casos, pode ser capaz de garantir a sustentação do processo de expansão econômica e induzir posteriormente sua desaceleração. (ROSENBERG, 1979)

A transformação da estrutura industrial, que pode ser originada pela capacidade tecnológica, deve ser analisada a partir dos processos de geração e de aplicação das inovações. Conforme DOSI (1984), a concorrência é o motor desses processos e ela opera através de mecanismos de seleção e aprendizado entre as firmas.

O conceito de “trajetória tecnológica” de DOSI é análogo ao de “trajetória natural” do progresso técnico de NELSON E WINTER, a diferença é o caráter linear, seguido pelas trajetórias naturais de cada tecnologia e a despreocupação com as mudanças de

trajetórias. Já ROSENBERG (1979), dá vários exemplos históricos de que a evolução de certas tecnologias é guiada por imperativos tecnológicos, determinando uma seqüência compulsiva na resolução contínua de problemas.

Desta maneira, as trajetórias naturais do progresso técnico tendem a ser rígidas e unidirecionais, na medida em que um conjunto de possibilidades de uma trajetória está predeterminado, o ambiente irá selecionar uma trajetória, mas sem contemplar alterações dos conhecimentos que modifiquem substancialmente as condições de partida de cada uma delas. NELSON E WINTER, consideram a existência de um conjunto de possibilidades tecnológicas resultantes de um certo número de tecnologias diferentes e para cada uma destas o progresso tecnológico segue uma trajetória particular. O fortalecimento do conhecimento faz avançar o progresso técnico em determinadas direções, ocasionando a solução de alguns problemas em detrimento a outros.

1.4.1 O Caminho da Inovação na Teoria evolucionista: A Rotina e o Processo de Aprendizagem.

Tanto para NELSON E WINTER como para DOSI, o contexto social e econômico não influencia nas possibilidades contidas em uma tecnologia e nem em uma trajetória tecnológica determinada, contudo, discrimina e seleciona as trajetórias dominantes baseadas em vários critérios.

Com isso, NELSON E WINTER levam em consideração os seguintes elementos de contexto de seleção:

- a) a natureza dos benefícios e custos previstos pelas organizações, que vão decidir adotar ou não uma inovação;
- b) a forma em que as regras e preferências do regulador e do consumidor influem no que é rentável;
- c) a relação entre benefício e expansão/contratação de unidades e organizações particulares;

- d) a natureza dos mecanismos pelos quais a organização aprende sobre os êxitos nas inovações de outras organizações e os fatores que facilitam ou impedem a imitação.
(NELSON e WINTER, 1982)

Conforme DOSI (1984) e NELSON E WINTER (1982), as características e o grau de maturidade do paradigma e da trajetória tecnológica contribuem para definir o nível e a distribuição das capacidades tecnológicas das firmas, e com elas, um conjunto de estímulos e restrições ao desenvolvimento do processo competitivo. Assim, surgem certos grupos de firmas que apresentam superioridade sobre outras firmas, no sentido de redução de custos e especialização da produção. Essa assimetria e variedade tecnológica compõem a diversidade tecnológica da indústria (DOSI E ORSENIGO, 1994). Esta assimetria é diretamente resultado do processo competitivo.

Porém, a oportunidade tecnológica é uma condição necessária, mas não suficiente para a inovação, como apresentado por DOSI (1984): a oportunidade tecnológica e apropriabilidade privada¹⁴ representam condições interligadas para a atividade inovativa do mercado (pg. 88).

Desta forma, além da oportunidade tecnológica, para que haja o processo inovativo, a firma também depende do nível de conhecimento tecnológico a que tem disponível, além do acúmulo de progresso técnico que ela apresenta, unindo-se a presença de economia de escala. Normalmente, o conhecimento necessário para este processo de inovação é adquirido através de rotinas de funcionamento da firma.

NELSON E WINTER (1982) em sua obra "*An Theory of Economic Change*" propõem este conceito de "rotina" para mostrar que os quadros da vida econômica são constituídos por agentes racionais, mas limitados. Este conceito engloba a idéia de solução aos problemas de funcionamento da firma, isso em todas as áreas, pois, é através da rotina que se adquire uma gama de conhecimentos que se desenvolvem pela

¹⁴ Entende-se apropriabilidade privada, como sendo a capacidade da firma inovadora de se apropriar do fluxo de rendas diferenciais associadas a inovação.

experiência. Desta forma, submeter as decisões à observação das rotinas, faz com que, apesar da incerteza presente no meio capitalista, as firmas disponham de certos padrões de comportamento que orientam o funcionamento da firma e a reação mediante os estímulos do meio competitivo, sendo assim, através das rotinas, diminuído o nível de incerteza presente nas tomadas de decisões. A rotina constitui a forma mais importante de armazenagem de conhecimento.

Conforme DOSI (1984), as rotinas estão diretamente enraizadas na estrutura técnico-produtiva, contudo elas não podem ser deduzidas diretamente destas características, pois esta estrutura também depende da história e do contexto político, cuja firma esteja inserida.

Algumas rotinas são ligadas às rotinas cotidianas e previsíveis, contudo podemos ainda diferenciar um outro tipo de rotina, conhecida como rotina de busca, que dá origem ao sistema de busca e seleção, mencionado anteriormente, que tem como objetivo, a revisão e possível transformação das rotinas existentes. Estas rotinas de busca fazem a relação entre os resultados obtidos na firma e o processo decisório, ou seja, ela faz o acompanhamento da trajetória tecnológica. Por exemplo, se houverem problemas durante o processo de concorrência, a decisão de inovar pode ser vista como uma rotina de busca, que mediante regras de decisão da firma, poderão mudar em função dos sinais apresentados pela concorrência.

NELSON E WINTER (1982, p. 133) propõem “assimilar ao conceito de rotina, todos os padrões de atividade da organização que a observação das heurísticas produzem, incluindo os padrões particulares dos esforços de inovar”.

O conceito de “rotina” apresentado pela teoria evolucionista questiona a função de produção neoclássica, na qual a incerteza é desprezada. O conceito engloba a observação das rotinas como um fator amenizador das incertezas presentes nas tomadas de decisão, nas quais é impossível prever quais os resultados que serão atingidos, antes da inovação ser colocada em prática.

As firmas operam com a tecnologia que está ao seu alcance, incorporadas a sua rotina de produção, contudo outras técnicas podem ser aprendidas e utilizadas de maneira eficaz, através de um esforço variável, que está condicionado ao tipo de tecnologia que a firma dispõe ao seu alcance e também ao tipo de tecnologia que a firma já opera em sua rotina. Neste processo, a incerteza também está presente, pois no momento em que é tomada a decisão de inovar, não é possível prever os resultados.

Por este motivo, que os conhecimentos adquiridos através da rotina se tornam tão importantes, pois destaca a experiência e esforço tecnológico realizado pela firma, assim, FREEMAN (1974), apresentou que, para que a firma seja capaz de conhecer e utilizar a informação gerada pelos centros de pesquisa básica é necessário que ela possua um certo volume de atividades de P&D.

Conforme NELSON E WINTER (1982):

A preocupação central da Teoria Evolucionista é com o processo dinâmico pelo qual o comportamento da firma e os resultados são conjuntamente determinados no tempo (...). Busca e seleção, são aspectos interativos e simultâneos no processo evolucionista: os mesmos preços que provém o *feed-back* da seleção influem também na direção da busca. Através da ação conjunta da busca e seleção, as firmas evoluem no tempo, sendo que a condição da indústria em um período contém as sementes de sua condição no período seguinte.

Desta forma, o papel do aprendizado se torna parte muito importante do processo de inovação, já que através das rotinas, se dará o acúmulo de conhecimento que proporcionará perceber quando uma rotina já não é mais tão eficiente e deve ser alterada, e essa alteração será possível através do desenvolvimento e aplicação de novas aprendizagens.

Através da inovação que as firmas se destacam das outras, pois as firmas inovadoras apresentarão lucros maiores por desfrutarem de barreiras a entrada e estarem sempre à frente de suas concorrentes. Essa vantagem é proporcionada pelo dinamismo da inovação e do aprendizado tecnológico, aliado a isto, também se pode destacar que as firmas que obtém lucros maiores podem contratar profissionais mais qualificados,

requeridos pelo processo de inovação. Isso se dá, porque a inovação é um processo criador de assimetrias e por isso acaba sendo um criador de vantagens e rendas diferenciadas.

Segundo DOSI, quanto maiores sejam as assimetrias iniciais entre as empresas, mais rapidamente se estenderá o uso ou a produção da inovação na indústria através da maior intensidade da seleção e domínio do mercado pelas firmas inovadoras.

O processo de aperfeiçoamento e aprendizado na produção da inovação e a continuidade na geração da inovação e seus aperfeiçoamentos levam a uma queda nos custos das inovações para o usuário, ampliando substancialmente a rentabilidade da adoção e o número de adotantes potenciais. (METCALFE 1981). Paralelamente, a difusão no uso da inovação aumenta a rentabilidade dos produtores, através da ampliação do mercado e a geração de novos conhecimentos acerca de suas propriedades técnicas e usos alternativos. (ROSENBERG, 1982)".¹⁵

1.5 CONCLUSÃO PROVISÓRIA

O que se pretendia neste capítulo era apresentar a Teoria Neoclássica, Teoria Schumpeteriana e Evolucionista para entender de que forma essas teorias percebem o processo de inovação.

Quanto a Teoria Neoclássica, pese o fato dela não tratar precisamente o processo de inovação, ela deixa claro que tal processo existe quando, por exemplo, se tem como referência Walras, Pareto, Hicks e Schomookler. Tanto em Pareto, quanto nos outros autores, a transformação de um fator de produção em produto final é a demonstração de tal processo, porém a técnica que possibilita esta passagem de um fator de produção ou o início para transformá-lo em objeto industrial, não é explicado, é apenas apresentado como um dado. Quanto à ciência no processo de transformação, ela não é contemplada e nem a teoria, embora os autores Neoclássicos admitam que ela exista.

¹⁵ DEZA, X. V. Economía de la Innovación y del Cambio Tecnológico – Una Revisión Crítica. Ed Siglo Vientiuno, 1995.

Desta forma, constata-se que apesar da Teoria Neoclássica, mesmo fazendo uso da técnica, ela se mostra puramente descritiva, pois apresenta a técnica, somente como um dado. Os autores apresentam a técnica sem, no entanto, explicar como se dá o processo de transformação dos produtos, apresentando a técnica, portanto, somente como uma variável do discurso.

Concernente a teoria evolucionista, a técnica passa a fazer parte do processo de inovação como uma fase do processo. Contudo, para a teoria evolucionista as empresas se bastam, ou seja, através do conceito de “rotina” a empresa é capaz de gerar todos os conhecimentos de que necessita para que o processo de inovação ocorra.

Ao se excluir o desenvolvimento científico das análises de paradigma e trajetória tecnológica, não é possível explicar adequadamente os mecanismos que afetam na configuração de um paradigma ou trajetória. O modelo presta alguma atenção sobre a influência direta das mudanças econômicas sobre a mudança técnica, contudo não contempla a influência indireta que se deriva dos efeitos nas mudanças econômicas sobre o desenvolvimento científico e posteriormente deste sobre a mudança técnica.

DOSI não especifica bem o processo de configuração de um novo paradigma, dado que aparece determinado por um desenvolvimento científico que na medida que não se explica, se apresenta como exógeno. Há um resultado que está implícito na seleção realizada em um momento inicial, e a ele irá se chegando por aproximações sucessivas em um processo acumulativo em que, ao longo da trajetória, as possibilidades de transformação tecnológica vão reduzindo sua diversidade de desenvolvimento. Nessas condições os processos de seleção ao longo da trajetória têm componentes mecânicos e um determinismo tecnológico excessivo.

Uma limitação destacada por FORAY é com relação aos critérios de seleção. DOSI desconsidera o papel das interconexões, complementaridades e incompatibilidades entre as diferentes técnicas, conferindo ao âmbito econômico o papel de selecionar entre as diversas trajetórias possíveis. Deve se considerar, que além das características internas

de cada trajetória, o grau de compatibilidade e integração com as demais tecnologias operantes no sistema, fazem parte dos critérios de seleção de trajetórias.

Também se consideram indeterminados os conceitos de paradigmas e trajetórias, pois não especifica seu âmbito de vigência nem seu conteúdo. Em certas situações são apresentados de forma muito ampla que englobam famílias de tecnologias intercorrelacionadas e coerentes entre si, e em outras situações se refere a tecnologias muito concretas e específicas. Com tantos graus de liberdade na utilização destes conceitos, torna difícil a confirmação de certas hipóteses.

Desta forma, no que concerne a este estudo, com relação ao processo de inovação nas Biotecnologias, apesar destas teorias servirem como base no processo de inovação, elas não englobam a importância da ciência no processo. Para tanto, no próximo capítulo será visto como a teoria da economia do conhecimento apresenta a ciência em seu discurso, procurando desta forma ter uma visão da ciência no processo de inovação.

2 A ECONOMIA BASEADA NO CONHECIMENTO

Na nova literatura econômica, pode-se observar que a produção científica e industrial aparece como um campo de investigação da “*nouvelle économie de la science*”. Segundo CALLON E FORAY: “*l’objectif initial est de doter la théorie économique d’outils lui permettant de mieux saisir la place de la science et des institutions scientifiques dans la dynamique économique*”.¹⁶

Assim, segundo FONSECA (2005)¹⁷:

*(...) cette approche, l’analyse de la relation science-industrie va permettre de déboucher sur deux constats. Le premier est que la compréhension de l’évolution de cette relation liée aux processus d’innovation mis en œuvre par les laboratoires publics de recherche fournit une explication raisonnable pour le processus de technicisation des connaissances dans le cadre des sciences du vivant. Le second constat est que la compréhension de la production conjointe des ressources scientifico-industrielles implique une analyse spécifique qui ne se réduit pas à un simple problème d’hybridation entre bien public et bien privé.*¹⁸

Por outro lado, segundo CALLON (1991)¹⁹:

(...) les réseaux technico-économiques sont définis de la façon suivante : « un réseau technico-économique (RTE) est un ensemble coordonné d’acteurs hétérogènes : laboratoires publics, centres de recherche technique, entreprises, organismes financiers, usagers et pouvoirs publics. Ces acteurs participent collectivement à la conception, à l’élaboration, à la production et à la

16 TRADUÇÃO : O Objetivo inicial é de fornecer à teoria econômica ferramentas, permitindo-a perceber melhor o lugar da ciência e das instituições científicas na dinâmica econômica.

17 ARROW, 1993, ROMES, 1993 in Quéré, Michel et Ravix, J.-L. ; op. cit.

18 TRADUÇÃO : (...) esta abordagem, a análise da relação ciência-indústria, vai permitir desembocar sobre duas constatações. A primeira é que a compreensão da evolução desta relação ligada aos processos de inovação desenvolvido pelos laboratórios públicos de pesquisa, fornece uma explicação razoável para o processo de tecnicização dos conhecimentos no quadro das ciências da vida. A segunda constatação é que a compreensão da produção conjunta dos recursos científico-industriais implica numa análise específica que não se reduz a um simples problema de hibridação entre bem público e bem privado.

19 CALLON, M. ; « Les figures de l’irréversibilité en Économie », sous la direction de Boyer, Chavance et Godard , Éd. de l’EHESS, Paris, p. 196, 1991.

*distribution-diffusion des procédés de production, de biens et de services dont certains donnent lieu à une transaction marchande.*²⁰

Parece correto afirmar então que esta abordagem revela aspectos importantes para a compreensão do papel da ciência no processo de inovação na medida em que integra a ciência como variável explicativa e como ponto de partida para o processo.

Neste sentido, o objetivo deste capítulo é procurar compreender de que forma esta nova abordagem (teoria) serve como quadro teórico para este estudo monográfico.

O precursor histórico da Economia Baseada no Conhecimento (EBC) foi Machlup, que em 1962 produziu um estudo sobre os Estados Unidos, apontando o crescente aumento da importância dos setores relacionados ou intensivos em conhecimento. Para Machlup a produção e distribuição do conhecimento, passaram a se constituir em uma atividade econômica, ocupando-se também dos temas de pesquisa básica, pesquisa e desenvolvimento aplicada e educação, os quais considerou como investimentos, uma vez que resultavam em incrementos na produtividade. Entre os anos 60 e 90 vários estudos sobre Economia Baseada no Conhecimento seguiram a estrutura intelectual deste autor.²¹

Conforme FORAY (2000)²²:

Se reconhecermos tradicionalmente que NELSON (1959) e a ARROW (1962a) desempenharam o papel de precursores do pensamento econômico moderno, com relação à economia do conhecimento científico e tecnológico, os primeiros grandes autores modernos de uma economia geral do conhecimento, (quer dizer, não confirmando ao domínio da ciência e tecnologia), são sem dúvida Simon, Hayek e Machlup. Simon (1982) explana inúmeros temas econômicos, como por exemplo, o papel desempenhado pela memorização dos processos de aprendizagem. Ele pode ser considerado como verdadeiro precursor das economias da informação. Hayek (1986) examina os

20 TRADUÇÃO : (...) as redes técnico-econômicas são definidas da seguinte forma : « uma rede técnico-econômica (RTE) é um conjunto coordenado de atores heterogêneos : laboratórios públicos, centros de pesquisa técnica, empresas, organismos financeiros, usuários e poderes públicos. Estes atores participam coletivamente à concepção, à elaboração, à produção e à distribuição-difusão dos procedimentos da produção de bens e de serviços, cujos alguns deles vão dar lugar a uma transação comercial ».

²¹ Recursos Humanos nas Economias Baseadas no Conhecimento – LENHARI, Luciana C., QUADROS, Ruy. Revista Inteligência Empresarial nº 12 – Julho 2002 pag. 34.

²² Foray, D., L'Economie de La connaissance, Ed. La Courvete. Paris, 2000.

problemas causados pela dispersão do conhecimento entre os indivíduos e pela impossibilidade de transferir os conhecimentos a uma agência central de planificação.

Dentre as tentativas de compreensão do papel da informação e do conhecimento na economia pode ser destacada as contribuições Neo-Schumpeterianas da área da economia da inovação, a partir dos anos 80.²³ Também se apresentam conceitos Neo-Schumpeterianos no sentido econômico da informação e do conhecimento, indicando a importância dos esforços para a geração, introdução e difusão de novos conhecimentos no sistema produtivo, pois este é o processo que conduz ao surgimento das inovações, considerando fator chave para o processo de surgimento de inovações e para o desenvolvimento.

2.1 CONHECIMENTO E APRENDIZADO

Desde o início do capitalismo industrial o conhecimento é um ponto de extrema importância para a inovação tecnológica, conseqüentemente para o aumento da produtividade e geração de renda.²⁴ Torna-se cada vez mais visível o aumento da participação dos setores intensivos em conhecimento e informação nas estruturas dos países mais industrializados.

De acordo com a OCDE (2000a), os setores de atividade baseados no conhecimento estão aumentando significativamente. São considerados como baseados no conhecimento não somente os setores industriais que manufaturam produtos de alta tecnologia, mas também empresas de serviços que são intensivas no uso de tecnologias e conhecimento. Isso justifica a opinião de vários autores de classificarem as economias mais industrializadas como um processo transitório para Economias Baseadas no Conhecimento (EBC's).

²³ Conforme apresentado no capítulo anterior, esta teoria é caracterizada pelas teorias Evolucionistas, que atribuem à inovação o papel principal dinamizador da atividade econômica.

²⁴ Conforme apresentado no primeiro Capítulo deste trabalho.

O conceito de Economia Baseada no Conhecimento considera a relevância que assume o conhecimento (sendo o principal recurso) e a capacidade de aprender dos indivíduos, empresas, países e regiões, num contexto caracterizado por aceleradas mudanças de mercado, tecnologias, formas organizacionais, e a capacidade de gerar e absorver inovações como uma condição de competitividade.²⁵

Cada vez mais o conhecimento e o aprendizado, têm se tornado fator chave para o acompanhamento do avanço tecnológico, como apresentado por FORAY (2000)²⁶:

A análise econômica há muito tempo assimilou o conhecimento e as informações. Saindo desta assimilação a análise econômica adota uma aproximação particular para tratar do conhecimento-informação: o universo pode ser descrito por um conjunto fechado (mas muito grande) situações pelas quais pode-se assimilar as probabilidades (LAFON, 1989), o conhecimento é melhorado quando se obtém uma maior estimativa da probabilidade de tal e tal estado.

FORAY e LUNDVALL (1996) argumentam que as mudanças se dão no modo de geração e difusão de conhecimento, nas fases de crescimento e de competitividade e nos processos de aquisição de capacitação, destacando a mudança na dinâmica de formação do conhecimento, a aceleração do processo de aprendizado interativo e a crescente importância das redes de cooperação.²⁷

Em uma economia baseada no conhecimento, torna-se um fator de extrema importância a capacidade de aprendizado do ser humano para adquirir novas habilidades, utilizando essa capacidade como fator competitivo.

O aprendizado é importante tanto na adaptação às mudanças que constantemente estão presentes nos mercados e nas condições técnicas como para capacitar a geração de inovações de produtos e processos. Assim, na Economia Baseada no Conhecimento, o processo de aprendizado se torna crucial, de maneira que alguns autores, (FORAY & LUNDVALL, 1996 e CASSIOLATO & LASTRES 1999) passam a denominar o atual

²⁵ Recursos Humanos nas Economias Baseadas no Conhecimento – LENHARI, Luciana C., QUADROS, Ruy. Revista Inteligência Empresarial nº 12 – Julho 2002 pag. 30.

²⁶ Foray, D., L'Économie de La connaissance, Ed. La Courvete. Paris, 2000

²⁷ Ibid pág. 32

período mais precisamente de Economia Baseada no Aprendizado. Desta forma caracteriza-se que o conhecimento é o recurso principal e o aprendizado é o processo principal desta fase.

O papel do conhecimento tem se intensificado cada vez mais nos últimos tempos. Partindo das idéias Schumpeterianas onde a inovação é considerada a maior força dinâmica econômica e passando pelos Neoclássicos, a idéia da importância do conhecimento tem aumentado cada vez mais e tornou ainda mais difundida no início dos anos 60, quando os países membros da OCDE passaram a formular estratégias que tinham como objetivo, firmar uma base de conhecimento intensificada nos laboratórios de P&D e através de massivos investimentos na educação formal.

Segundo LASTRES (2004), dentre as convergências entre as caracterizações e análises deste novo padrão da economia, identifica-se a crescente relevância e complexidade da informação, do conhecimento e das tecnologias de informação, como elementos fundamentais do novo padrão de acumulação expressando a transição para uma nova forma de economia e sociedade.

Ao contrário de qualquer outro bem, o conhecimento e a informação, não se esgotam ao serem utilizados, são recursos intangíveis, que podem ser usados por várias pessoas sem problemas de que ele se acabe. Ou seja, o consumo do conhecimento, não o destrói, bem como quando ele é descartado, não deixa vestígios materiais. Cedê-los, ou vendê-los não faz com que sejam perdidos.

2.2 DO CONHECIMENTO TÁCITO AO CONHECIMENTO CODIFICADO

Segundo FORAY (2000), as características tácitas ou codificadas do conhecimento influenciam as circunstâncias sob as quais o conhecimento pode ser transmitido, disseminado, reproduzido e gravado e formam parâmetros essenciais e fatores determinantes na reprodução do conhecimento.

Codificar o conhecimento significa transformar uma informação de maneira que ela possa ser facilmente transmitida. Um conhecimento codificado é apresentado de maneira organizada, compacta e padronizado de forma a facilitar e reduzir os custos das operações.

O conhecimento tácito se refere a um tipo de conhecimento que não pode ser facilmente transmitido, pois se refere a conhecimentos que se encontram implícitos nos agentes, tais como habilidades adquiridas com o tempo. Um tipo de conhecimento tácito é a qualificação que uma pessoa adquire por alguma experiência de vida e não pode ser transmitida com facilidade, bem como outro tipo de conhecimento tácito importante é o que tem a ver com a opinião implícita, mas compartilhada, e os modelos de interpretação que tornam possível uma comunicação inteligente.

Segundo FORAY (2000)²⁸ “Assim o conhecimento aborda fundamentalmente a capacidade de aprendizagem e a capacidade cognitiva, enquanto a informação fica no conjunto de dados formatados e estruturados de certa forma inertes e inativas, não podendo por elas mesmas reproduzir informações”.

Assim o conhecimento tácito não pode ser facilmente comprado e vendido no mercado e a sua transferência se torna extremamente sensível ao contexto social, podendo ocorrer somente se houver uma interação social, conforme apresentado por LUNDEVALL e FORAY (1996).

Desta forma a codificação do conhecimento tem se intensificado cada vez mais, para que o conhecimento passe a obter atributos que permitam transformá-lo em mercadoria com características específicas para facilitar sua apropriação para uso privado ou comercializável, se tornando economicamente atrativo.²⁹

Os conhecimentos tácitos e codificados são complementares, no entanto, nem todos os conhecimentos tácitos podem ser codificados, pois alguns são diretamente ligados aos recursos humanos que as possuem, sendo características de experiências adquiridas e contextos vividos.

²⁸ Foray, D., *L'Economie de La connaissance*, Ed. La Courvete. Paris, 2000

²⁹ Aqui tem-se uma primeira idéia do que Fonseca e Mignot (2003) definem como processo de industrialização dos conhecimentos.

O desenvolvimento das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC's) pode ser considerado como uma resposta ao tratamento mais dedicado ao conhecimento codificado, pois esta viabiliza e aumenta o valor econômico dos conhecimentos codificados, pois facilita enormemente a sua transmissão, possibilitando que estas informações sejam transmitidas através de grandes distâncias com custos reduzidos, tornando a alocação de recursos para o processo de codificação um processo mais atrativo. Desta maneira, houve um aumento no número de trabalhadores que passaram a se envolver na produção e distribuição de informação e conhecimento, o que permite a expansão das relações de troca de informações agilizando a interação entre diferentes unidades dentro e fora de uma empresa, além dos laboratórios e centros de pesquisa.

O sistema de TIC's dá a Economia Baseada no Conhecimento uma nova e diferente base tecnológica que transformam as condições de produção e distribuição dos conhecimentos de forma a facilitar este processo produtivo e também facilitando o processo de transmissão destes conhecimentos.

Desde já se entende que a reprodução do conhecimento e a reprodução de informações são fenômenos diferentes. Enquanto uma se faz pelo aprendizado (aprendizado da capacidade de aprender), a outra se efetua simplesmente por duplicação. Sendo o conhecimento o problema principal e de sua reprodução (problema de aprendizagem) quando a reprodução de uma informação não gera verdadeiro problema (o custo da reprodução tende a zero) o problema econômico da informação é mais o fato de sua revelação e de sua proteção, quer dizer, um problema de bem público (FORAY, 2000).³⁰

No conceito de paradigma tecno-econômico, gerado através das TIC's, em geral ressaltam-se as vantagens de criar em torno da produção, uso e disseminação destas novas tecnologias que são consideradas como núcleo do novo padrão e como difusoras de progresso técnico e demais tipos de inovações associadas, conforme apresentado por LASTRES (2004).

³⁰ Foray, D., L'Économie de La connaissance, Ed. La Courvete. Paris, 2000

As TIC's são consideradas como difusoras do progresso técnico e inovações porque seu uso não se restringe aos setores de ponta, possuindo um caráter bastante amplo, transformando de forma geral o modo como o ser humano aprende, pesquisa, produz, trabalha, consome, se diverte e exerce cidadania.³¹

2.3 A IMPORTÂNCIA DOS RECURSOS HUMANOS NAS EBC's

As Economias Baseadas no Conhecimento, cada vez mais demandam por trabalhadores especializados na área do conhecimento, tais como cientistas, engenheiros e outros especialistas, pesquisadores e etc., pois, considerando o conhecimento como sendo o principal recurso e o aprendizado sendo o processo central, se considera que o maior número de trabalhadores do conhecimento que estejam ocupados, expressa a existência de uma maior possibilidade de acelerar o processo e o potencial da inovação.

O aumento da intensidade de conhecimento no sistema produtivo e mudanças tecnológicas, mostram uma tendência em aumentar a produtividade marginal relativa do capital, na forma de educação e especialização da força de trabalho. Adquirindo, desta forma, maior conhecimento útil para se deliberar investimento em pesquisa e desenvolvimento, expandindo a base de conhecimentos codificados em ciência e tecnologia que irão contribuir para o aumento do estoque de conhecimento economicamente relevante, através do treinamento formal na utilização destes conhecimentos na produção dos bens e serviços convencionais.

Desta maneira, são demandados recursos humanos melhor capacitados para atender às necessidades e oportunidades apresentadas pelo mercado, que exigem cada vez mais investimentos em pesquisa e desenvolvimento, educação e treinamento, pois, nas Economias Baseadas no Conhecimento as inovações são resultado destes esforços. Contudo, de nada serve possuir sofisticadas tecnologias de informação, se a economia não

³¹ Indicadores da Era do Conhecimento : Pautando novas políticas na América Latina. LASTRES, Helena M. M. – Buenos Aires - Setembro de 2004 - pag.05.

dispuser de pessoas capacitadas e com conhecimento suficiente para utilizá-las. Neste contexto, a educação e capacitação dos indivíduos se apresentam como fatores de extrema importância na economia.

Observa-se uma crescente colaboração com centros produtores do conhecimento, dada a crescente necessidade do processo inovativo se apoiar em avanços científicos em praticamente todos os setores da economia.³²

De acordo com a publicação da OCDE (2000b), essa necessidade de educação contínua, exigida pelas Economias Baseadas no Conhecimento, gera uma preocupação maior com os serviços de educação desde a educação básica até serviços de educação para adultos, embora não seja claro que haja uma estratégia explícita de educação e aprendizado, direcionado a atender às necessidades das Economias Baseadas no Conhecimento.

No Brasil, já se pode observar mudanças significativas, na direção de gerar ocupação aos profissionais capacitados, o que mostra conseqüentemente, um aumento dos setores que se dedicam a atividades voltadas ao conhecimento. Contudo, apesar do país estar se desenvolvendo, no sentido de acompanhar as mudanças geradas pelas Economias Baseadas no Conhecimento, ainda é necessário que se aumente consideravelmente o nível de investimentos em P&D e infra-estrutura em C&T, pois, apesar do número de profissionais capacitados na área do conhecimento, o número de vagas disponível não tem acompanhado este ritmo, havendo a necessidade de maiores investimentos nestes setores para que estes profissionais sejam melhores aproveitados e conseqüentemente gerando o crescimento dos setores baseados na informação e conhecimento.³³

Comparando-se com indicadores equivalentes de países industrializados, no Brasil a participação destes profissionais no emprego é escassa. A principal causa disso pode ser atribuída à reduzida atividade de P&D realizada nas empresas brasileiras. Desta forma, as

³² Sistemas de Inovação : Políticas e Perspectivas. CASSIOLATO, José Eduardo e LASTRES, Helena M. M. – Parcerias Estratégicas, nº 8 – Maio/2000 pag. 239.

³³ LASTRES, Helena M. M. – Indicadores da Era do Conhecimento : Pautando novas políticas na América Latina. Buenos Aires - Setembro de 2004

transformações geradas pela Economia Baseada no Conhecimento, podem afetar desfavoravelmente ou funcionar como uma oportunidade de desenvolvimento, considerando a posição intermediária em esforços em P&D e capacidade de inovação que o país se encontra. Cresce cada vez mais a necessidade de intensificar e fortalecer no país os setores baseados no conhecimento, já que o nível de desenvolvimento destes setores é muito importante para o futuro do país.

Considerando o parágrafo anterior, é necessário que o Brasil invista não somente na educação, mas também em pesquisas (fundamental/básica e aplicada) como forma de ampliar as oportunidades de geração e transmissão do conhecimento. Isso implica em gerar mudanças nas políticas de incentivo a inovação e a indústria, que possibilite o crescimento do sistema de P&D e mudanças nas estratégias de inovação das empresas, bem como a pesquisa fundamental das universidades, centros de pesquisa e laboratórios públicos, para que, desta forma, estas possam contratar os profissionais capacitados da área do conhecimento que se encontram sem ocupação.

Conforme CASSIOLATO e LASTRES (2000), os países latino-americanos apresentam níveis reduzidos em C&T e P&D, particularmente se comparado com os países da OCDE. A maioria das atividades de P&D, são realizadas por institutos de pesquisa e universidades públicas e por laboratórios de P&D de empresas públicas com a participação extremamente reduzida de empresas privadas. As universidades públicas têm papel fundamental no treinamento de recursos humanos especializados.

Muitos problemas enfrentados pelos países da América Latina decorrem em parte, da dificuldade de captar e compreender a natureza e conseqüências dessas transformações, das tendências dos processos de desenvolvimento, inovação e aprendizado, assim como das políticas para sua promoção.³⁴

³⁴ LASTRES, Helena M. M. – Indicadores da Era do Conhecimento : Pautando novas políticas na América Latina. Buenos Aires - Setembro de 2004 - pag.02.

2.4 CIÊNCIA E TECNOLOGIA NA ERA DO CONHECIMENTO

Na Era do Conhecimento, o papel da C&T é tão inegável que seu desenvolvimento está automaticamente garantido.³⁵

Conforme FORAY (2000)³⁶:

Os conhecimentos produzidos pela pesquisa podem ser de diferentes tipos. Existem os conhecimentos que permitem uma compreensão fundamental das leis da natureza ou da sociedade, os conhecimentos que favorecem a resolução de problemas práticos. Esta distinção não permite, no entanto traçar uma fronteira nítida entre ciência e tecnologia. Nestes dois domínios de fato deve-se produzir todos os tipos de conhecimentos. Esta distinção permite achar uma atividade de pesquisa básica e uma atividade de pesquisa aplicada e de desenvolvimento.

Segundo LASTRES (2004), a percepção da emergência e difusão de um novo padrão de acumulação, marcado por uma ainda maior intensidade no uso de informações e conhecimentos, levou a diferentes designações do atual estágio da evolução humana. Dentre os mais usuais destacam-se: Era, Sociedade ou Economia da Informação ou Conhecimento. Estes conceitos são melhores expressos abaixo.

A informação, o conhecimento e as tecnologias de informação fazem parte essencial da dinâmica das Economias Baseadas no Conhecimento. O acesso a estes conhecimentos, bem como a capacidade de aprendê-los, acumulá-los e usá-los passam a definir o grau de competitividade e desenvolvimento das nações, empresas e indivíduos.

LASTRES (2000), designa este novo padrão da seguinte forma:

- Maior velocidade, confiabilidade e redução dos custos de transmissão e processamento de grandes quantidades de conhecimentos codificados. Conseqüentemente houve um aumento da parcela de conhecimentos codificados. A ênfase à informação, enquanto recurso de maior visibilidade neste processo, é que geralmente leva ao uso do termo “Economia da Informação”;

³⁵ LASTRES, Helena M. M. – “Ciência e Tecnologia na Era do Conhecimento : um óbvio papel estratégico ?” - Parcerias Estratégicas – Nº 9 – Out/2000.

³⁶ Foray, D., L’Economie de La connaissance, Ed. La Courvete. Paris, 2000

- Aceleração da geração de novos conhecimentos acompanhada da crescente capacidade de codificação e aprofundamento dos conhecimentos tácitos. A atividade inovativa torna-se então mais localizada e específica, enfatizando o conhecimento e a sua parcela de maior caráter estratégico, que é o conhecimento tácito. Desta forma, se leva ao uso do termo “Economia do Conhecimento”;
- Redução do tempo necessário para lançar um produto no mercado, e também a redução do tempo de vida destes produtos. Caracterizando o uso do conceito de “Economia da Inovação Perpétua”;
- Necessidade de uma maior qualificação por parte dos trabalhadores, destacando mais uma vez o processo de aprendizado. Através desse pensamento é que muitos preferem se referir não ao uso do principal recurso, e sim ao uso do principal processo: o aprendizado, preferindo assim, utilizar o termo “Economia do Aprendizado”;
- Difusão e influência dos processos de TIC’s, que se tornam cada vez mais intensos, através da economia e sociedade mundial, apesar de uma forma irregular e desigual, exigindo reestruturações econômicas, sociais e políticas. Tais aspectos são particularmente destacados por aqueles que desenvolveram o conceito de “paradigma tecno-econômico das TIC’s”;
- Maior interação das diferentes funções de uma empresa, assim como a interligação das empresas através dos processos de TI’s e dependem cada vez mais das informações e do conhecimento, caracterizando o que se chama de “Economia de redes”. Isso tudo, gerando mudanças nas formas de gestão e organização empresarial.
- Nova dinâmica político/institucional associada às mudanças técnicas, econômicas e sociais, gerando o conceito de “novo regime de acumulação e regulação”.

Na Economia Baseada no Conhecimento, intitulada por “Nova Ordem Mundial” por LASTRES (2000), o desenvolvimento científico, tecnológico e inovativo não são neutros e nem automáticos, desta forma, o estímulo à continuidade dos processos de

aprendizado e de desenvolvimento científico, tecnológico e inovativo não podem ser descuidados, visando não somente o crescimento econômico, mas também o desenvolvimento social. Tendo em vista, que de nada adianta, ter acesso a tecnologias e informações, sem que se possua conhecimento suficiente para usufruí-las de forma adequada, é necessário, como visto anteriormente, que se invista não somente para ter acesso a novas tecnologias e sistemas avançados, mas também se invista no aprendizado e difusão dos conhecimentos, visto que estes possuem importantes aspectos tácitos que são difíceis de transferir e estão diretamente relacionados a pessoas e o contexto social a que elas estão inseridas.³⁷

No longo prazo, a atuação conjunta das empresas, aglomerando sinergias coletivas geradas por suas interações e destas, com o ambiente onde se localizam, vêm sendo vistos como fortalecendo suas chances de sobrevivência e crescimento, representando uma importante fonte de vantagens competitivas.

Estes formatos de aglomerações detêm elevado potencial de ao mesmo tempo mobilizar e proteger as capacitações e, principalmente, os conhecimentos tácitos acumulados. Assim é que a proliferação de redes de ensino, pesquisa e desenvolvimento, produção e comercialização deve também ser vista como resposta à necessidade de proteger o conhecimento tácito gerado e que circula dentro das mesmas. Isso é que inclusive justifica o fato de os novos empreendimentos instalados no mundo inteiro, se realizarem em bloco, incluindo particularmente redes de fornecedores e de outros insumos e serviços estratégicos em torno de empreendimentos âncoras.³⁸

O fortalecimento das instituições de ensino e pesquisa, dentro de uma estratégia concentrada em planejamento de longo prazo, torna-se cada vez mais fundamental nesta era do conhecimento. Portanto, as políticas direcionadas a melhoria neste sentido, além de reforçarem as instituições científicas e tecnológicas, enfatizam a importância da interação

³⁷ LASTRES, Helena M. M. – “Ciência e Tecnologia na Era do Conhecimento : um óbvio papel estratégico ?” - Parcerias Estratégicas – Nº 9 – Out/2000.

³⁸ LASTRES, Helena M. M. – Indicadores da Era do Conhecimento : Pautando novas políticas na América Latina.– Buenos Aires - Setembro de 2004 - pag.06

entre diferentes autores, apostando que a geração, aquisição e difusão dos conhecimentos, constitui-se de fato em processos interativos e simultâneos, nos quais necessita de uma perfeita interação entre a ciência, a técnica e a indústria, para que se fomente a criação de novos conhecimentos, a aplicação dos mesmos e por fim a aplicabilidade através da utilização destes conhecimentos para a melhoria de processos e geração de novas técnicas, que reduzam tempo e custo dos processos de produção e geração de inovações.

2.5 CONCLUSÃO PROVISÓRIA

O objetivo deste capítulo era o de apresentar a relação da Teoria do Conhecimento com o processo de inovação. Concernente às biotecnologias especificamente, esta teoria engloba a importância da ciência no processo de inovação e mais além a importância que os centros de pesquisa desempenham. Como apresentado por FORAY a distância entre as fontes de conhecimento e de informação, que pode ser ao mesmo tempo espacial, temporal e institucional é necessária para que desabroche “a habilidade destes que se chamam sábios e teóricos” nos quais a profissão implica em não fazer nada, mas de observar tudo e que por esta razão se encontram muitas vezes na condição de combinar as forças das coisas mais distantes e diferentes.

Portanto, a teoria que mais se adequa para uma percepção do processo de inovação nas biotecnologias, considerando a importância do conhecimento, dos centros de pesquisa, e da ciência para este processo, é a teoria do conhecimento, que apresenta de alguma maneira o conhecimento como ponto de partida para o processo de produção.

Assim com base nos capítulos anteriores, o capítulo três deste estudo, procura compreender de forma prática, através de um estudo de caso, de que forma o processo de inovação ocorre nas biotecnologias, considerando então a ciência como ponto de partida para este processo, utilizando como base a teoria do conhecimento.

3 O CASO DAS CÉLULAS-TRONCO

Ao longo deste estudo procurou-se identificar de que forma se poderia perceber na teoria Neoclássica, na teoria Schumpeteriana, na Teoria Evolucionista e na Teoria do Conhecimento o processo de inovação e como elas integram a ciência neste contexto.

Tanto a teoria Neoclássica, quanto a Teoria Schumpeteriana mostram que existe a técnica como uma variável importante no processo, mas tal variável resta puramente descritiva e, portanto considerada como apenas um dado. No que concerne a Teoria Evolucionista, esta mostra que o processo de inovação não se faz sem o processo de aprendizagem das firmas que acumulam conhecimento através do conceito de rotinas. Todavia para esta teoria, a firma é capaz de tudo resolver como se não necessitasse do ambiente externo como, por exemplo, os laboratórios e os centros de pesquisas públicas para a geração do conhecimento fundamental e, portanto da construção do conhecimento.

Por outro lado, a teoria que mais se aproxima para dar uma resposta satisfatória para o entendimento do processo de inovação no caso das biotecnologias é a Teoria do Conhecimento que procura de alguma forma colocar como ponto de partida a produção de conhecimento. No entanto mesmo mostrando que a produção do conhecimento é fundamental para o processo, esta teoria não revela de que forma pode existir a integração da ciência, da técnica e das firmas no processo de inovação.

Neste sentido este trabalho assume como marco teórico fundamental, a Teoria do Conhecimento, com bastante prudência necessitando buscar ou mesmo inserir um novo conceito ao processo para este caso particular que é o das biotecnologias.

Assim, e não negligenciando os trabalhos de FORAY e de tantos outros que avançaram nesta teoria, há necessidade de se inserir aqui alguns trabalhos recentes realizado por FONSECA onde a relação entre os objetos de conhecimento, técnico e industrial são colocados de forma a tornar mais claro o processo de inovação nas biotecnologias.

Segundo Fonseca (2005a)³⁹:

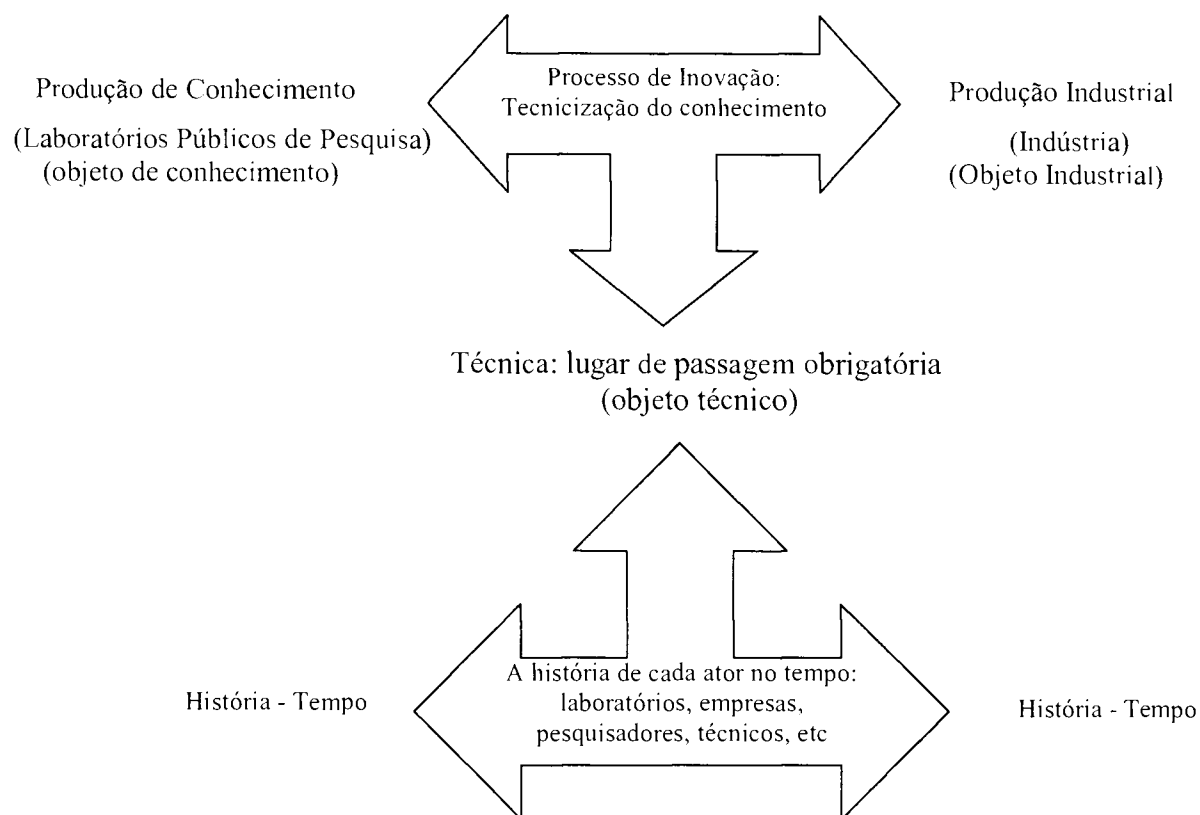
(...) nous définissons l'innovation (le changement technique) comme un processus à travers lequel l'économie adopte une nouvelle technologie en adaptant sa structure productive. Cependant, dans les sciences du vivant, le processus d'innovation va plus loin et se décompose en deux étapes. La première se rapporte aux activités de recherche et consiste à inventer des techniques centrées sur l'identification de séquences et la modification du patrimoine génétique, et la seconde consiste à développer ces techniques en les adaptant aux contraintes industrielles et aux marchés. L'étape de recherche s'appuie sur les découvertes issues de la recherche fondamentale d'où seront extraites les techniques qui fonderont le génie biomoléculaire. Cette étape qui représente le passage d'une connaissance issue de la recherche fondamentale vers une technique recouvre trois domaines d'intérêt : la production de la connaissance, la technique et la production industrielle.(pp20).⁴⁰

Assim este capítulo procura compreender de que forma o processo de inovação nas biotecnologias se apresenta a partir da definição acima relacionada com a teoria do conhecimento de Foray. Para tanto, procura-se adequar o desenvolvimento do processo de inovação no caso das células-tronco, também a partir do esquema proposto por Fonseca (2005) conforme abaixo indicado:

³⁹ FONSECA, J.W.F. ; (2005) « L'industrialisation des connaissances dans les sciences du vivant : le rôle de la technique » Thèse de doctorat. Université de Toulouse I, France press.

⁴⁰ TRADUÇÃO : (...) nós definimos a inovação (a mudança técnica) como um processo através do qual a economia adota uma nova tecnologia adaptando sua estrutura produtiva. Todavia, nas ciências da vida, o processo de inovação vai mais longe e se decompõe em duas etapas. A primeira se relaciona com as atividades de pesquisa e consiste em inventar técnicas centradas na identificação de sequências e a modificação do patrimônio genético, e a segunda, consiste em desenvolver estas técnicas adaptando-as às pressões industriais e as dos mercados. A etapa de pesquisa se apoia nas descobertas liberadas pela pesquisa fundamental de onde serão extraídas as técnicas que fundarão a engenharia biomolecular. Esta etapa que representa a passagem de um conhecimento liberado pela pesquisa fundamental para uma técnica recobre três domínios de interesse : a produção do conhecimento, a técnica e a produção industrial.

O processo de Inovação no quadro das ciências da vida : uma construção alternativa⁴¹



A partir do esquema acima, o estudo de caso que se apresenta procurara integrar os três elementos de base, isto é a ciência, a técnica e a indústria, para explicar de que forma as células-tronco podem ser vislumbradas como um caso concreto do processo de inovação.⁴²

⁴¹ FONSECA, J.W.F. ; (2005) « L'industrialisation des connaissances dans les sciences du vivant : le rôle de la technique » Thèse de doctorat. Université de Toulouse I, France press.

⁴² A ideia de Estado neste estudo monográfico não é aquela de tradição Keynesiana, mas um Estado que deve saber coletar um maior número de informações do que aquelas informações coletadas pelo livre mercado. Ademais, o Estado aparece não mais como um simples substituto, no caso da ineficiência do mercado, pois ele se toma a condição do seu bom funcionamento.(Fonseca, 2005, p 112).

3.1 AS BIOTECNOLOGIAS VOLTADAS À SAÚDE: O PROCESSO DE INOVAÇÃO

As biotecnologias consistem na aplicação em grande escala, ou transferência para a indústria, dos avanços científicos e tecnológicos, resultantes de pesquisas em ciências biológicas. O próprio desdobramento da terminologia implica a biotecnologia como sendo o uso de organismos vivos (ou células e moléculas) para a produção racionalizada de substâncias, gerando produtos comercializáveis. Embora a palavra biotecnologia tenha sido usada pela primeira vez em 1919 DC por um engenheiro agrícola da Hungria, as primeiras aplicações biotecnológicas pelo ser humano datam de 1800 AC, com o uso de leveduras (organismo vivo) para fermentar vinhos e pães (produtos). Desde então o conceito de biotecnologia tem sido aplicado ao longo do tempo. O crescimento acelerado do campo das biotecnologias, entretanto, ocorreu a partir da década de 70 com o desenvolvimento da engenharia genética (alteração direta do material genético) ou tecnologia do ácido desoxirribonucléico (DNA) recombinante. Esta tecnologia implica na modificação direta do genoma do organismo alvo pela introdução intencional de fragmentos de DNA exógenos que possuem uma função conhecida.⁴³

A Biotecnologia, embora sendo uma ciência jovem, já mostrou seu potencial para a melhoria da qualidade de vida do homem. Particularmente, a biotecnologia voltada diretamente ao ser humano, já deu suas primeiras contribuições, e o potencial a frente é ainda enorme, passando pela diagnose e cura de doenças fatais, produção de novos medicamentos, redução do custo de produção de medicamentos de grande uso, produção de tecidos e órgãos para transplante, redução significativa nos custos de tratamento de doenças, através de alternativas desenvolvidas pela biotecnologia, além da sua aplicação na agricultura e na produção de novos fármacos.

⁴³ Extraído de www.biotecnologia.com.br - Biotecnologia - Prfa. Elizabeth Pacheco Fontes, Ph.D. Biologia Molecular de Plantas, 1991 ; Ph.D. Bioquímica de Ácidos Nucléicos ; Genética Mlecular de Vírus, 1992 ; Professora da Universidade Federal de Viçosa (UFV-MG).

As instituições públicas⁴⁴ de pesquisa têm contribuído de forma sistemática para a inovação tecnológica, principalmente no que concernem as biotecnologias.

Como visto nos capítulos anteriores, devido ao caráter cumulativo e multidisciplinar, empresas, instituições e até países que tiveram uma oportunidade de desenvolver uma base sólida de conhecimento, tem melhores condições de enfrentar e usufruir as mudanças revolucionárias da tecnologia. Contudo, para que este desenvolvimento tecnológico possa ter utilidade para a sociedade, é necessário que ele seja desenvolvido em conjunto com o setor produtivo, para que possa ser aplicado para o bem social. Esta fase do desenvolvimento tecnológico envolve uma vasta gama de setores, financiadores, agentes de geração de inovação e difusão do conhecimento, além do usuário final e dos benefícios sociais. Uma forma de classificar estes agentes é a seguinte⁴⁵:

- Financiador do processo de geração de tecnologia;⁴⁶
- Produtor ou executor de conhecimentos tecnológicos;
- Incorporador da tecnologia em seus produtos e serviços;
- Consumidor ou usuário final desses produtos e serviços;
- Sistema de geração de transferência de tecnologia;

O que se apresenta com este sistema é exatamente o modelo de parceria onde todo o processo de conhecimento que leva à inovação tem que fluir com estreita conexão com a entidade incorporadora de tecnologia, para que no final deste processo esteja o atendimento ao usuário final (o consumidor).

Como apresentado por FONSECA (2005)⁴⁷:

⁴⁴ Entende-se por instituições públicas: Universidades públicas, os laboratórios públicos de pesquisa, centro de pesquisa, etc.

⁴⁵ Artigo: Tecnologia, Inovação e Sociedade – CAMPANÁRIO, Milton de Abreu.

⁴⁶ No que concerne a este trabalho, está se considerando somente pesquisas elaboradas por institutos públicos de pesquisa, laboratórios públicos e Universidades públicas, contudo em muitos casos o investimento são originários de instituições privadas que possuem também interesse na inovação das Biotecnologias.

⁴⁷ A Ciência Universitária como Fator essencial para o desenvolvimento da Tecnologia Industrial – FONSECA, José Wladimir Freitas. Artigo publicado no Jornal da Indústria e Comércio em 07/09/2005.

O problema da transferência da ciência para a tecnologia e depois para a indústria se caracteriza, portanto da seguinte forma: a) intensidade das transferências “varia em função dos setores e depende da importância da pesquisa do setor”; por exemplo, estas transferências são relativamente intensas nas ciências do ser vivo e nas biotecnologias e muito frágil no domínio dos transportes; b) a incidência da pesquisa sobre a tecnologia “varia com o tempo”, fazendo com que a tecnologia “chame a engenharia da produção”, o que supõe “o acesso aos métodos de pesquisa, aos instrumentos e os conhecimentos não codificados”; c) as transferências de conhecimento tomam-se um negócio de indivíduos, “de contatos pessoais, de deslocamentos e da participação das redes.

A gestão do processo de inovação requer desta maneira, uma grande parceria tecnológica, envolvendo diferentes agentes num processo interativo de construção de meios e fins comuns. O principal resultado que se espera desta interação é a obtenção de uma sinergia técnica, financeira e comercial e conseguir reduzir riscos e custos deste processo associado à inovação entre as entidades que desempenham diferentes papéis na estrutura de conhecimento da sociedade. A distância que separa o pesquisador e seus laboratórios do consumidor final, que em última instância é o beneficiário do processo de inovação, deve ser reduzida, ou pelo menos é o que se espera nessa dinâmica.

3.2 O CASO DAS CÉLULAS-TRONCO

3.2.1 O Trabalho de Pesquisa

A Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), vinculada ao Ministério da Saúde, é a mais destacada instituição de ciência e tecnologia em saúde da América Latina. Os conceitos que pautam a atuação da Fundação são promover a saúde e o desenvolvimento social, gerar e difundir conhecimento científico e tecnológico e ser um agente da cidadania.

A Fiocruz nasceu com a missão de combater os grandes problemas da saúde pública brasileira. Para isso, moldou-se ao longo de sua história como um centro de conhecimento da realidade do País e de valorização da medicina experimental. Ela

desenvolve o Programa de Desenvolvimento Tecnológico de insumos para a Saúde, que inclui a pesquisa em fármacos, medicamentos, vacinas e Kits para Diagnóstico, e o Programa de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação em Saúde Pública, que busca melhorias contínuas neste aspecto.

A partir da manipulação em laboratório de genes humanos, pesquisas realizadas por cientistas da Fiocruz tem tornado possível o tratamento de doenças como Chagas, Diabetes, Hepatite e ainda outras que estão sendo pesquisadas a eficácia do tratamento. A terapia inovadora, através das células-tronco é apenas um dos benefícios das Biotecnologias na saúde. São mais de 7.500 servidores e profissionais com vínculos variados

Além das unidades fixas, a Fiocruz está presente em todo o território brasileiro, seja através do suporte ao Sistema Único de Saúde (SUS), na formulação de estratégias de saúde pública, nas atividades de seus pesquisadores, nas expedições científicas ou alcançando serviços e produtos para saúde. Também existem muitas outras instituições que são vinculadas e trabalham num processo de parceria com a fundação para a obtenção dos objetivos finais de melhoria da saúde.

3.2.2 Do Objeto de Conhecimento ao Objeto Industrial: A Importância do Objeto Técnico.

Os conhecimentos sobre as células progridem à medida que as técnicas de investigação se aperfeiçoam. O aparecimento de um novo instrumento de trabalho, ou a aplicação mais engenhosa de um novo aparelho já existente, leva sempre a novas descobertas e à elucidação de algumas funções celulares. O estudo da célula começou com o microscópio óptico, que, já em 1896, atingia grande eficiência graças as primeiras lentes objetivas de grande resolução. O emprego conjunto das técnicas modernas, incluindo a cultura de células em meios nutritivos definidos, o emprego dos microscópios eletrônicos e das técnicas bioquímicas, veio ampliar de tal maneira o estudo das células, que se tornou usual designar essa nova abordagem sob a rubrica de Biologia Celular e

Molecular, que é o estudo integrado das células, através de todo o arsenal técnico disponível.

As modernas técnicas de análise e manipulação genética, associada a métodos de análise bioquímica de ácidos nucleicos e proteínas, estão permitindo que modificações sejam introduzidas nos genomas dos organismos. O conjunto de técnicas com essa finalidade, conhecida como tecnologia do DNA recombinante ou engenharia genética, consiste na introdução de genes de uma espécie em um organismo de outra espécie, de modo que os genes estranhos possam duplicar-se, ser transcritos e traduzidos no novo ambiente celular. No organismo adulto, muitas células diferenciadas, que não mais se dividem, são destruídas normalmente e devem ser substituídas. Todas as células morrem, como parte terminal do seu processo de diferenciação, e são substituídas pela proliferação de células precursoras denominadas células-tronco.

As células-tronco são pouco diferenciadas que se dividem continuamente durante a vida do ser vivo, produzindo células que podem evoluir para gerar células irreversivelmente diferenciadas. Todavia, um certo número de células-tronco, originadas por divisão preexistentes, permanecem como tais, não se diferenciando e assim mantendo o *pool* de células-tronco. Através de estudos, foi observado que as células-tronco da medula óssea vermelha podem produzir diversos outros tipos celulares, além das células sanguíneas. As células da medula óssea, além de seu uso já comum no tratamento de certas doenças do sangue, através dos transplantes de medula, começaram a ser usadas para produzir células cartilagosas, ósseas e de outros tecidos, abrindo a possibilidade de nova formação e reconstituição de tecidos destruídos por doenças hereditárias ou adquiridas.⁴⁸

A partir do momento em que as pesquisas passam a ser aplicadas a testes, o objeto de conhecimento que inicialmente se caracteriza pelo estudo das células, passa a se transformar em objeto técnico, para que então finalmente seja utilizado industrialmente,

⁴⁸ JUNQUEIRA, L. C. ; CARNEIRO, J. *Biologia Celular e Molecular* – 7ª Edição, Editora Guanabara Koogan .São Paulo, 2000.

na forma de objeto industrial. Os estudos e análises realizados sobre as células, em específico, as descobertas de diferenciação das células-tronco contidas na medula óssea, impulsionaram pesquisadores a testar as utilidades destas células-tronco, visto que através do conhecimento, a técnica passa a ser aplicada, como comprovação das hipóteses e como fase posterior para o processo de inovação.

Considerando os parágrafos acima, procura-se observar a transição entre o objeto de conhecimento (estudo da célula) e o objeto técnico (testes em laboratórios), na busca de inovações, que por fim, chegariam ao objeto industrial (aplicabilidade das células-tronco nos pacientes em grande escala). No caso específico deste estudo, trata-se das inovações nas biotecnologias voltadas a saúde, através do estudo, testes e por fim a aplicabilidade das células tronco.

O tratamento com as células-tronco, desenvolvido no Brasil, principalmente pela Fiocruz, consiste em retirar as células-tronco da medula óssea e conduzi-la até o local onde as células originais se encontram lesadas pelas doenças. O transplante de células-tronco inicia o processo de reparo. A célula-tronco se funde à célula doente e esta tem sua função restaurada. Embora a medula óssea seja rica em células-tronco, estas podem ser encontradas em qualquer órgão. Quando ocorre uma pequena lesão no órgão, as células-tronco locais entram em ação e fazem os reparos necessários. É o que ocorre, por exemplo, quando a pessoa se corta: a cicatrização é fruto do trabalho das células-tronco existentes na pele. No entanto se o órgão apresenta uma lesão extensa, as células-tronco locais não vão ser suficientes para sanar o problema. Então as células-tronco da medula óssea talvez precisem ser recrutadas. Mas, como elas estão ancoradas em uma matriz esponjosa, poucas conseguem se soltar e migrar espontaneamente até o órgão lesado. A hipótese da pesquisa efetuada pelo grupo da Fiocruz é de que o uso de células-tronco para

reparos no organismo é um processo natural, que, no caso de lesões mais graves, precisa de uma “empurrãozinho” externo.⁴⁹

Este “empurrãozinho” consiste em retirar as células-tronco da medula óssea e conduzi-las até o órgão lesado, ou o mais próximo possível, pois a inflamação originada pela lesão, tem o poder de atrair as células-tronco. Já se sabe também que as células-tronco diminuem a inflamação porque produzem hormônios que induzem a morte programada das células inflamatórias (é importante notar aqui que esta etapa se trata do objeto técnico).

Os estudos com as células-tronco em pacientes com doença de Chagas foram iniciados em 2003 pela equipe chefiada pelo imunologista Ricardo Ribeiro dos Santos. Na ocasião, foram utilizados camundongos chagásticos por apresentarem lesões no coração semelhante aos casos humanos. Os resultados de experiência com camundongos apresentaram redução da inflamação e das lesões do coração, o que resultou também na melhoria das condições de vida destes animais. A aplicação do procedimento com seres humanos foi desenvolvida pelo Hospital Santa Izabel, na Bahia, com parceria do Instituto do Milênio de Bioengenharia Tecidual.⁵⁰

O Instituto do Milênio de Bioengenharia Tecidual é uma das instituições que em muitas pesquisas tem trabalhado em conjunto com a Fundação Oswaldo Cruz, na busca do desenvolvimento da aplicação das células-tronco. Este instituto reúne trabalhos sobre terapias realizados em diferentes estados brasileiros. Na lista das enfermidades estudadas estão o infarto, derrame, diabetes, doenças auto-imunes, doenças degenerativas, cirrose, fibrose e epilepsia. O instituto recebe verbas do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), do National Institutes of Health (NIH), vinculado ao governo Americano e também do Ministério da Saúde, para o financiamento dos projetos de pesquisa.

⁴⁹ Todas as informações, apresentadas neste capítulo, com relação às células-tronco e a forma de aplicação destas, foram retiradas de www.fiocruz.br, site da Fundação Oswaldo Cruz, que conforme apresentado no item 3.2.1 deste capítulo, é o principal instituto de pesquisa do Brasil que se dedica a pesquisa e aplicação das Células-tronco.

⁵⁰ www.fiocruz.br/ces/novidades/nov04_coletiva_lusp.htm Novembro/2004 por SILVA, Luciana.

Com o avanço das pesquisas em células-tronco, houve uma mudança de conceitos, quanto a capacidade regenerativa dos órgãos. Sabe-se atualmente que existem dois tipos de células-tronco: as embrionárias e as não-embrionárias.

Após a fecundação do óvulo, pelo espermatozóide, forma-se uma célula que começa a se multiplicar, após uma semana já existe um grupo de células chamado blastócito, que por sua vez a camada externa já apresenta um grau de diferenciação, enquanto a camada interna é ainda totalmente indiferenciada: elas têm a capacidade de se dividir nelas mesmas e de se transformar em qualquer outra célula que constitui o organismo; estas células são chamadas de células embrionárias.

Já as células-tronco não embrionárias são encontradas, principalmente na medula óssea, na placenta e no cordão umbilical. Como elas são isoladas do próprio paciente, não há o risco de rejeição. Todo o trabalho do Instituto do Milênio de Bioengenharia tem sido feito com células-tronco não-embrionárias.

O tratamento com as células-tronco, como qualquer outro, não funciona sempre. Contudo, seu índice de sucesso chama a atenção, sobretudo quando se leva em consideração que, caso nada tivesse sido feito, não haveria esperança para nenhum paciente.

Após anos de dedicação ao estudo, pesquisa e utilização para fins terapêuticos com células-tronco adultas, a recente aprovação da Lei de Biossegurança⁵¹, pelo Congresso, a expectativa da Fundação Oswaldo Cruz, é de que com a liberação para iniciar as pesquisas com células-tronco embrionárias, em breve cientistas estejam dedicados à essa “causa científica”.

O novo texto da Lei de Biossegurança, sancionado pelo presidente Luiz Inácio Lula da Silva, prevê a liberação das pesquisas com embriões humanos no Brasil, a

⁵¹ LEI Nº 11.105, DE 24 DE MARÇO DE 2005: Regulamenta os incisos II, IV e V do § 1º do art. 225 da Constituição Federal, estabelece normas de segurança e mecanismos de fiscalização de atividades que envolvam organismos geneticamente modificados – OGM e seus derivados, cria o Conselho Nacional de Biossegurança – CNBS, reestrutura a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança – CTNBio, dispõe sobre a Política Nacional de Biossegurança – PNB, revoga a Lei nº 8.974, de 5 de janeiro de 1995, e a Medida Provisória nº 2.191-9, de 23 de agosto de 2001, e os arts. 5º, 6º, 7º, 8º, 9º, 10 e 16 da Lei nº 10.814, de 15 de dezembro de 2003, e dá outras providências.

exemplo do que já acontece na maioria dos países europeus, como Dinamarca, Espanha, Finlândia, Reino Unido, Bélgica, Itália, Holanda, Suécia, entre outros. A utilização de embriões em pesquisa deverá obedecer a critérios legais, dentre eles: ser oriundos de clínicas de Reprodução Assistida e estar congelados há pelo menos três anos. Segundo especialistas, é nesta fase que o embrião começa a perder as suas características e a chance de se adaptar ao útero materno diminui. Para ter acesso a este material genético, pesquisadores, terão que obter autorização por escrito dos genitores. A Lei proíbe a criação de embriões para fins industriais e de pesquisa e veta a comercialização de material genético humano para qualquer fim.

Segundo o diretor da Fiocruz-BA, Mitermayer Galvão dos Reis, a idéia principal é que estejam todos engajados nas pesquisas com as células-tronco e biotecnologia, pois atualmente, as pesquisas tem sido feitas com as células-tronco adultas, e o grande desafio é saber exatamente como orientar as células-tronco embrionárias in vitro para que elas formem células de um órgão determinado. Como ainda não se tem o domínio completo destas células a necessidade de pesquisa se intensifica para que então possa atender as necessidades específicas. Assim é preciso investigar qual a técnica capaz de fazer com que uma célula-tronco se transforme, em condições ideais, em células para o coração ou rins, por exemplo.

O que se espera em benefícios para no futuro, justifica anos de pesquisa: recompor as células produtoras de insulina nos diabéticos, recompor feridas causadas em membros inferiores, causadas por alguma outra patologia complicada, tratar o mal de Parkinson e patologias cardíacas. Além disso, as descobertas poderão tratar uma ampla gama de doenças degenerativas. Contudo após a Lei de Biossegurança, as células-tronco a serem utilizadas nas pesquisas serão aquelas congeladas em clínicas de fertilização e reprodução. O uso autorizado pelo casal reprodutor, por não desejar mais dar a vida a outro indivíduo, seria a opção salvadora.

A importância do objeto técnico, no caso das células-tronco, se caracteriza fundamentalmente pelo papel desempenhado pelos laboratórios públicos de pesquisa,

universidades públicas e centros públicos de pesquisa. Trata-se portanto de um objeto que se encontra como lugar de passagem obrigatória entre o objeto de conhecimento (portando o estudo da célula no contexto da biologia molecular) e o objeto industrial. Estes órgãos aplicam o objeto de conhecimento, adquirido pelo estudo dos cientistas, acadêmicos, pesquisadores, etc., através de testes e continuação das pesquisas de acordo com os resultados que são obtidos durante a trajetória, para que por fim, o objeto que inicialmente era apenas de conhecimento, passe a ser desenvolvido e por fim transformado em objeto industrial, podendo ser comercializado e conseqüentemente trazendo benefícios a toda a sociedade.

Quanto a padronização e a realização de transplantes de células-tronco no tratamento de doenças, principalmente a doença de Chagas, pelo Sistema Único de Saúde (SUS), os pesquisadores da Fiocruz, acreditam que isso deve começar a ser efetuado em no máximo três anos (aproximadamente em 2008). Um chagástico que receba o transplante de células-tronco e todo o acompanhamento médico até um ano depois custaria R\$ 8 mil para o SUS. A outra opção para o chagástico – o transplante de coração – tem um custo anual de R\$ 50 mil, sem considerar a dificuldade de se encontrar doadores compatíveis, e as enormes filas de espera para a conquista de um transplante.⁵² Este projeto está sendo financiado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), juntamente com pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (Fapesb), pela Fiocruz e também pelo Ministério da Saúde (MS), visando, portanto que o incentivo a pesquisa e desenvolvimento desta nova técnica no longo prazo possa favorecer não somente a redução nos custos do tratamento, mas também proporcionar o acesso a uma maior população, sobretudo a população carente que passará a ter acesso ao tratamento com as células-tronco, brevemente proporcionado pelo SUS, com tudo isso gerando assim uma melhoria do bem estar social.

A partir de Agosto de 2005, ocorreram os primeiros transplantes do mundo com a utilização de células-tronco de medula óssea para pacientes com problemas no fígado

⁵² www.fiocruz.br/ces/novidades_jan05_ctronco4_fcrp.htm Janeiro/2005 por MARQUES, Fernanda.

(cirrose crônica), em Salvador. Esta aplicação é resultado de um estudo iniciado a dois anos pela equipe do Laboratório de Engenharia tecidual e Imunofarmacologia (leti) da Fiocruz. Este tipo de transplante não trás a cura da doença e não substitui a necessidade de transplante do órgão, mas poderá auxiliar centenas de pessoas que estão à espera de um fígado sadio para transplante, ou seja, melhorando a qualidade de vida dos doentes.

Assim o objetivo desta pesquisa, é tratar casos de pacientes com doenças crônicas que estão na fila de transplantes de fígado. Com a coordenação dos Serviços de Gastro-Hepatologia do Hospital Universitário Professor Edgard Santos, da Universidade Federal da Bahia (UFBA), do Hospital São Rafael (HSR) e a participação do Centro de Pesquisa Gonçalo Moniz, unidade da Fiocruz na Bahia, este projeto tem sido desenvolvido, unindo os esforços em pesquisa científica e a aplicabilidade da técnica em pacientes inicialmente que apresente casos mais graves da doença e que já não respondem ao tratamento convencional, para que posteriormente possa atender a uma população maior que se beneficie deste tratamento, ou seja, chegando finalmente ao consumidor final deste serviço. A intenção dos pesquisadores é tentar melhorar a qualidade de vida do indivíduo e aumentar a sobrevida até o paciente receber um fígado sadio, até então a única solução definitiva para a cura da doença.

Os Ministérios da Saúde e da Ciência e Tecnologia financiarão 41 projetos de pesquisa com células-tronco adultas e embrionárias, onde o objetivo principal é verificar o potencial de uso terapêutico das células-tronco. Mas o governo também pretende ampliar o conhecimento dos sistemas biológicos, otimizar o uso da infra-estrutura de pesquisa já instalada no país para desenvolvimento de temas relevantes para a medicina e investir na formação de pessoal capacitado nessas áreas de pesquisa. Outra proposta é conhecer os mecanismos de diferenciação e expansão das células retiradas de embriões. A oferta de recursos, feita por meio de concorrência pública lançado em abril/05, destina-se também a financiar estudos com células-tronco derivadas da medula óssea, de cordão umbilical e de outros tecidos. Estas pesquisas devem ser realizadas em até 24 meses, e os recursos serão usados para custear as chamadas pesquisas básicas (experimentações in

vitro), em fase pré-clínica (experimentos com animais) e clínica (experimentos em seres humanos).⁵³

Em todo este processo de tratamento com as células-tronco, fica visível a importância da união do objeto de conhecimento, sendo representado pelos centros públicos de pesquisa, ao objeto técnico, que é representado pelos testes de aplicabilidade e análise dos resultados das pesquisas efetuadas nos laboratórios, unindo-se finalmente ao objeto industrial, que neste caso é representado pelo tratamento efetivo à pacientes que se beneficiam com o tratamento com as células-tronco em grande escala. O processo de pesquisa, testes e aplicação, têm como objetivo final, uma melhoria da qualidade de vida da população através do trabalho em conjunto de institutos públicos, laboratórios e universidades públicas, para que os custos destes processos de tratamentos sejam reduzidos e conseqüentemente atingindo a um maior numero da população.

Conforme apresentado no capítulo anterior, na sociedade atual, que se baseia cada vez mais na absorção e aprimoramento dos conhecimentos, se torna cada vez mais importante e necessário o investimento em centros de pesquisas e no ensino, considerando que no Brasil a maioria das pesquisas é gerada a partir de universidades públicas. Portanto, o investimento no ensino, é um investimento que em longo prazo proporciona uma vantagem competitiva e também uma melhoria da qualidade de vida de toda a população que se beneficia com a melhoria dos sistemas de saúde, que passam a atender em melhores condições e a custos menores, podendo desta forma atender um número maior de pacientes.

Desta forma, como apresentado através do caso das células-tronco, a passagem do objeto de conhecimento ao objeto industrial, está completamente atrelado ao objeto técnico, pelo qual, possibilita que um conhecimento possa ser transmitido e, além disso, proporcionar uma inovação nas biotecnologias. Com o desenvolvimento de novas técnicas que posteriormente, através da passagem para o objeto industrial, podem ser

⁵³ www.mct.gov.br : Agência CT/ Ministério da Ciência e Tecnologia – CNPq - 06/09/05, AZEVEDO, Roberta Baptista.

aplicadas e comercializadas, gerando benefícios tanto sociais como financeiros, visto que o tratamento com as células-tronco, além de melhorarem o bem estar dos pacientes, ainda visa uma redução nos custos do tratamento para os pacientes e futuramente redução dos gastos do Sistema Único de Saúde (SUS).

3.3 CONCLUSÃO PROVISÓRIA

O que se pretendia neste capítulo era apresentar como se dá o processo de inovação nas biotecnologias, através do caso das células-tronco. Assumindo a Teoria do Conhecimento como base inicial para esta análise, procurou-se apresentar como o conhecimento se apresenta como ponto de partida para o processo de inovação, e através da análise do caso das células-tronco, pretendia-se apresentar a relação entre os objetos de conhecimento, técnico e industrial, para a apresentação de forma mais objetiva e clara de como ocorre o processo de inovação nas biotecnologias.

Desta forma, o processo de inovação nas biotecnologias, pode ser visto como uma transição entre o objeto de conhecimento ao objeto industrial, destacando a importância do objeto técnico para tal transição. Assim, como visto nos dois primeiros capítulos deste estudo, o conhecimento tem fundamental importância no processo de inovação, seja nas biotecnologias, ou em qualquer outro tipo de inovação. É necessário que se dê especial atenção à difusão do conhecimento e da mesma forma aos institutos públicos de pesquisa, sejam eles laboratórios, universidades ou centros de pesquisa, pois estes, que caracterizam o objeto técnico, são de condição necessária no processo de inovação.

A ciência como objeto de conhecimento, serve como ponto de partida ao processo de inovação nas biotecnologias, em especial no caso das células-tronco, onde a partir de estudos científicos, foi constatado a possibilidade de um novo tipo de tratamento.

Estas hipóteses foram testadas nos laboratórios, tais como a Fiocruz, para que desta forma, o tratamento com as células-tronco possa chegar aos consumidores finais (pacientes) e chegando atingindo o objetivo final do processo de inovação, ou seja, se tornando um objeto industrial.

CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho foi analisar de que forma a ciência funciona como ponto de partida para o processo de inovação nas biotecnologias, mais especificamente no caso das células-tronco.

Para tanto, foram utilizados fundamentos teóricos e dados de pesquisas relacionadas ao assunto. Desta forma, no primeiro capítulo, foi apresentado a Teoria Neoclássica como uma teoria introdutória ao processo de inovação, contudo esta teoria não trata precisamente o processo de inovação, e assim como a teoria Schumpeteriana, ela considera que este processo existe, mas não explica como ele ocorre, a técnica é revelada apenas como um dado.

Posteriormente foi apresentada a Teoria Evolucionista onde a técnica passa a fazer parte do processo de inovação. Contudo, a teoria evolucionista apresenta o fator científico como um fator exógeno, que ocorre externamente a empresa, apresentando a relação que a economia tem sobre as mudanças técnicas, mas não considera a influência que a empresa apresenta com o desenvolvimento científico e deste com as mudanças técnicas. A empresa através de seu processo de aprendizagem de “rotinas”, se bastaria, não considerando a importância, por exemplo, dos centros de pesquisa para a geração de conhecimento fundamental. Na verdade o processo de inovação na teoria evolucionista parte da empresa onde a pesquisa realizada é a pesquisa aplicada/técnica e, portanto não a pesquisa fundamental. Considerando o que o objeto deste trabalho é compreender como a ciência participa do processo de inovação nas biotecnologias, esta teoria apesar de apresentar a técnica como parte do processo de inovação, ela exclui um fator de grande importância, não sendo, portanto, a melhor teoria a ser tida como base para a compreensão do processo de inovação nas biotecnologias.

No segundo capítulo foi apresentada a Teoria do Conhecimento, que por apresentar a ciência como ponto de partida ao processo de inovação, é a teoria que mais se aproxima do processo de inovação nas biotecnologias. Esta teoria aborda a importância do

conhecimento e do aprendizado ao processo de inovação, através dos conceitos de economias baseadas no conhecimento, ela aborda a importância do conhecimento tácito como fator de diferenciação concorrencial, visto que as informações são facilmente distribuídas, o conhecimento que se adquire ao longo da vida, é o que serve de diferencial, pois de nada adianta ter muitas informações se não se sabe como utilizá-las. Desta maneira, os recursos humanos passam a caracterizar um importante fator econômico.

A Teoria do Conhecimento apresenta a importância da ciência no processo de inovação. Através das mudanças proporcionadas pela ciência e tecnologia, as instituições públicas de pesquisa e as empresas podem dispor de um maior número de informações e com maior facilidade. Além disso, este desenvolvimento, exige um maior nível de capacitação dos trabalhadores, exigindo conseqüentemente uma melhoria do conhecimento, não só profissional, mas também do estudo de base.

Desta forma, no terceiro e último capítulo foi desenvolvido um estudo de caso baseado na Teoria do Conhecimento, principalmente nos estudos desenvolvidos por Foray. Através do estudo de caso das células-tronco, procurou-se situar a ciência no processo de inovação nas biotecnologias.

Com a passagem do objeto de conhecimento que se origina através dos institutos públicos de pesquisa, universidades e etc., para o objeto industrial, ou seja, a chegada ao consumidor final, procurou-se destacar o papel desempenhado pela técnica, através dos laboratórios. Desta forma, no processo de inovação nas biotecnologias, especificamente no caso das células-tronco, a ciência é um fator primordial, pois é através dela que se iniciam as pesquisas científicas (objeto de conhecimento liberado), para que posteriormente sejam testadas em laboratórios (objeto técnico) e finalmente aplicadas nos pacientes em grande escala (objeto industrial).

REFERÊNCIAS

ARROW, 1993, ROMES, 1993 in QUERE, Michel e RAVIX, J. L. Op.cit.

BIOTECNOLOGIA – FONTES, E.P., Universidade Federal de Viçosa (UFV-MG)
Disponível em: <http://www.bioteecnologia.com.br> Acesso em: 05 de Maio de 2005.

CALLON, M. *Les figures de l'irréversibilité en Économie, sous la direction de Boyer, Chavance et Godard*. Ed de l'Ehess. Paris, pp. 196.

CAMPANÁRIO, M.A. **Tecnologia, Inovação e Sociedade**. Setembro, 2002. Disponível em: <http://www.campus-oci.org/salactsi/milton.htm> acesso em: 07 de Maio de 2005.

CNPq/PRE/AEI – **Diretório dos Grupos de Pesquisa no Brasil**. Censo 2002.

DEZA, X. V. *Economía de la Innovación y del Cambio Tecnológico – Una Revisión Crítica*. Ed Siglo Veintiuno, 1995.

DOSI G. *Technological paradigms and techno-logical trajectories*. *Research Policy*, 1982.

DOSI, G. *Technical Change Ah Industrial Transformation*. Londres, MacMillian Press, 1984.

DOSI, G.; ORSINEGO, L. *Macrodinamics and Microfoundations*. Ed. North Holand, 1994.

DOSI, G.; TECCE, D; WINTER, S G. *Les Frontières des Entreprises: Vers une Théorie de la Cohérence de la Grande Entreprise*. *Revue d'Économie Industrielle*, nº 51, 1990.

FONSECA, J. W. F.; MIGNOT, J. P. *Biotechnologie e Innovation: du national au local. Le cas de Midi-Pyrénées*. REM Vol. 50, nº 197 – 198 pp. 59-75, 2002.

FOSECA, J. W. F. ; MIGNOT, J. P. **La construction des relations Recherche-Industria dans les sciences du vivant : problèmes théoriques et pratiques**, Troisième chapitre pp105-147; Ed. L'Harmattan, 2003.

FONSECA, J. W. F. ; MIGNOT, J. P. *Changement Technique et Innovation dans les Sciences du Vivant : Une interprétation théorique*. Revista de Sociologia da USP, Tempo Social, 2004a.

FONSECA, J. W. F. **O Estudo da Mudança técnica e do Processo de Inovação na Economia : as dificuldades de integrar a ciência, a técnica, o tempo e a história.** Revista de Economia Política, 2004.

FONSECA, J. W. F. *L'industrialisation des connaissances dans les sciences du vivant : le rôle de la technique.* Thèse de doctorat. Université de Toulouse I, press, 2005.

FONSECA, J. W. F. **A ciência Universitária como Fator essencial para o Desenvolvimento da Tecnologia Industrial.** Artigo publicado no Jornal da Indústria e Comércio em 07 Ago. 2005.

FORAY, D. ; LUNDVALL, B-A., **The Knowledge-Based Economy : from the economics of knowledge to the learning economy.** In FORAY, D. ; LUNDUNVALL, B-A. (eds.) *Employment an Growth in the knowledge-based economy, OCDE Documents.* Paris : OCDE, 1996.

FORAY, D. *La transformation des systèmes de recherche: um point de voie d'économieste,* 1997.

FREEMAN, C. *La teoria Economica de la Innovati6n Industrial.* Ed. Madrd, 1974.

FREEMAN, C. *The Economics of Industrial Innovation,* 2ème édition. London, 1982.

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ (FIOCRUZ). Disponível em:
<http://www.fiocruz.br> diversos acessos.

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. **Especialistas explicam uso de células-tronco em pacientes com doença de Chagas.** Luciana Silva, Nov/2004. Dados disponíveis em: http://fiocruz.br/ccs/novidades/nov/coletiva_lusp.htm acesso em: 09 de Março de 2005.

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. **Diabetes um caso especial e As Mil e uma utilidades das células-tronco.** Fernanda Marques, Jan/2005. Dados disponíveis em: http://fiocruz.br/ccs/novidades/jan05/ctronco4_fcrp.htm acesso em: 09 de Março de 2005.

HICKS, J. R. *Value and Capital: An Inquiry Into Some Fundamental Principies of Economic Theory.* Oxford: Clarendon Press, 1939.

HICKS, J. R. **Valor e Capital.** Coleção: Os Economistas, 2ª ed Ed. Nova Cultural. São Paulo, 1987.

JUNQUEIRA, L. C. ; CARNEIRO, J. **Biologia Celular e Molecular** – 7ª Edição, Editora Guanabara Koogan .São Paulo, 2000.

LASTRES, H. M. M. – IBICT – Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia.

LASTRES, H. M. M. **Ciência Tecnologia na Era do Conhecimento: um óbvio papel estratégico?** Parcerias estratégicas, nº 09. Outubro, 2000.

LASTRES, H. M. M. **Indicadores da Era do Conhecimento: pautando novas políticas na América Latina.** Buenos Aires, 2004.

LASTRES, H. M. M.; CASSIOLATO, J. E. **Sistemas de Inovação: Políticas e Perspectivas.** Parcerias estratégicas, nº 08. Maio, 2000.

METCALFE J. *Impulse and diffusion in the study of technical change.* *Futures* 13 (October) , 1981.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA – Agência CT - CNPq. **Ministérios financiam 41 projetos de pesquisa de células-tronco.** Roberta Baptista de Azevedo, 06 Ago 2005. Disponível em: <http://www.met.gov.br> acesso em: 28 Ago de 2005.

NELSON, R. R.; WINTER, S. G. *An evolutionary Theory of Economic Change.* Cambridge, Harvard University Press, 1982.

ORGANIZATIONR FOR ECONOMIC CO-OPERATION AN DEVELOPMENT. **The Knowledge-Based Economy.** OCDE. Paris, 1982.

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

ORGANIZATIONR FOR ECONOMIC CO-OPERATION AN DEVELOPMENT. *Motiver les élèves : l'enjeu de l'apprentissage à vie,* Paris, OCDE (2000a).

ORGANIZATIONR FOR ECONOMIC CO-OPERATION AN DEVELOPMENT. *Société du savoir et gestion des connaissances,* Paris, OCDE (2000B).

PARETO, V. (1909). **Manual de Economia Política.** Trad. port. São Paulo, Abril Cultural, Col. "Os Economistas", 2 volumes, 1984.

REVISTA INTELIGÊNCIA EMPRESARIAL. **Recursos Humanos nas Economias Baseadas no Conhecimento,** LENHARI, L.; QUADROS, R. nº12. Julho 2002.

ROSENBERG, N. *The Economics of Technological Change.* Ed. Harmondworth, 1979.

ROSENBERG, N.(1982).*Inside the Black Box*.Cambridge University Press, New York,1994. *Exploring the Black Box*.Cambridge University Press, New York.

SCHMOOKLER, J. *Invention and Economic Growth*. Cambridg, harvard University Press, 1966.

SCHUMPETER, J. A. *Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung*. 1st ed. Berlin: München und Leipzig: Duncker & Humblot, 1911.

SCHUMPETER, J. A. **Capitalism, Socialism e Democracy**. Londres: George Allen & Unwin, 1942.

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

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

SOLOW, R. *Technical Change and the Aggregate Production Function*. *Review of Economics and Statistics*, (1957)

WALRAS, L. *Elements Of Pure Economics*. George Aleen & Unwin. London, 1874.

WALRAS, L. **Compêndio dos Elementos de Economia Política Pura**. Coleção: Os Economistas, 2ª ed Ed. Nova Cultural. São Paulo, 1986.