

UNIDADE	BC
N.º CHAMADA:	T/UNICAMP
	H271c
V.	Ex.
TOMBO BC/	44536
PROC.	16-392101
C	<input type="checkbox"/>
D	<input checked="" type="checkbox"/>
PREÇO	R\$ 11,00
DATA	17/05/01
N.º CPD	

CM00156276-0

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DO IG - UNICAMP

H271c Hasegawa, Mirian
A criação, circulação e transformação do conhecimento em redes de inovação: o programa de melhoramento genético da cana-de-açúcar do IAC / Mirian Hasegawa.- Campinas,SP.: [s.n.], 2001.

Orientador: André Tosi Furtado
Dissertação (mestrado) Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências.

1.Inovação Tecnológica. 2.Pesquisa Agrícola. 3.Cana-de-açúcar - Melhoramento Genético. 4.Instituto Agrônômico de Campinas. I. Furtado, André. II. Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências III. Título.



UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

PÓS-GRADUAÇÃO EM POLÍTICA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

AUTOR: MIRIAN HASEGAWA

**A CRIAÇÃO, CIRCULAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO DO CONHECIMENTO EM REDES DE
INOVAÇÃO: O PROGRAMA DE MELHORAMENTO GENÉTICO DA CANA-DE-AÇÚCAR
DO IAC**

ORIENTADOR: Prof. Dr. André Tosi Furtado

Aprovada em: 23/02/01

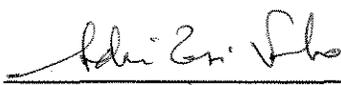
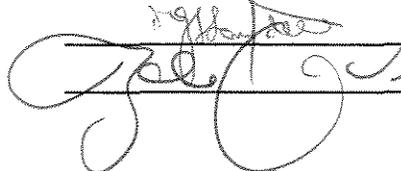
PRESIDENTE: Prof. Dr. André Tosi Furtado

EXAMINADORES:

Prof. Dr. André Tosi Furtado

Dr. Marcos G. Andrade Landell

Prof. Dr. Ruy de Quadros Carvalho

 - Presidente



Campinas, 23 de Fevereiro de 2001

AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar, ao Professor André Furtado pelo cuidado e paciência com que me orientou, estando sempre atento e disponível para conversar, esclarecer dúvidas e trocar idéias. Agradeço a ele pela generosidade com que empregou longas horas do seu tempo em incontáveis reuniões, nas quais a sua capacidade de ensinar, as suas percepções e seus questionamentos me colocaram sempre novos desafios, necessidade de reflexões mais profundas e me guiaram na construção deste trabalho.

Agradeço ao CNPq pelo apoio financeiro concedido durante os dois anos de duração deste curso.

Agradeço ao Professor Sérgio Salles pela oportunidade de participar do projeto Metodologia de Avaliação de Impactos da Pesquisa, cujas reuniões me mostraram um novo campo de pesquisa e inspiraram algumas das questões que originaram esta dissertação e, além disso, me colocaram em contato com o Procana e os pesquisadores do IAC.

Agradeço aos professores do DPCT pelo cuidado com que ministraram as disciplinas e por terem se mostrado sempre atenciosos e disponíveis para responder dúvidas e transmitir seus conhecimentos.

Ao Professor Ruy Quadros e ao Marcos Landell, agradeço os apontamentos e contribuições valiosas que fizeram durante o exame de qualificação.

Agradeço aos pesquisadores do IAC pela simpatia, interesse, atenção e pela generosidade com que me receberam, forneceram informações e responderam às minhas infindáveis perguntas, permitindo a construção desta dissertação.

Às secretárias Waldirene, Adriana, Edinalva e a todos os funcionários do Instituto de Geociências e da biblioteca, agradeço a boa vontade com que sempre atenderam aos meus pedidos e responderam às minhas dúvidas.

Agradeço aos amigos que encontrei no DPCT e no mestrado, os quais foram sempre companheiros, solidários e me ajudaram a prosseguir e a não desanimar. Obrigada pelos momentos muito agradáveis que passamos juntos.

Agradeço ao Tuca e ao Zé Maria pela amizade, pelo incentivo e, principalmente, pela ajuda fundamental que me deram no início desta jornada.

Ao amigo Gaspar, agradeço o apoio e a confiança em mim depositada.

Agradeço à minha família pelo apoio incondicional em todos os momentos da minha vida, sem o qual eu não poderia ter chegado até aqui e nem poderia ter vencido mais esta etapa.

Agradeço ao Rafael por estar sempre disposto a me ajudar, pela paciência, pelo carinho e pelo encorajamento, que me deram muita força para continuar.



UNICAMP

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS/
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS/DEPTO DE POLÍTICA
CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA**

PÓS-GRADUAÇÃO EM POLÍTICA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

**A CRIAÇÃO, CIRCULAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO DO CONHECIMENTO EM REDES DE
INOVAÇÃO: O PROGRAMA DE MELHORAMENTO GENÉTICO DA CANA-DE-AÇÚCAR
DO IAC**

RESUMO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Mirian Hasegawa

A inovação é o resultado de numerosas interações entre vários atores e instituições que, juntos, formam uma rede por onde o conhecimento circula e se transforma muitas vezes até chegar a um resultado econômico.

O objetivo do presente trabalho é tentar entender como o conhecimento circula e se transforma e como é criado e recriado durante o processo de gestão de uma inovação, no qual participam diversas organizações e atores heterogêneos. O intuito é abrir a caixa preta da criação da inovação.

A idéia é usar o modelo proposto por Nonaka e Takeuchi (1997) e complementá-lo com alguns conceitos propostos por Callon (1994) e com o modelo interativo de inovação (Kline & Rosenberg, 1986).

O modelo de Nonaka e Takeuchi se baseia no pressuposto de que o conhecimento humano é criado e expandido através da interação social entre os conhecimentos tácito e explícito. Primeiro, o conhecimento tácito passa da forma individual para a coletiva (socialização). É importante ressaltar que o conhecimento tácito requer aprendizado, interação social e experiência para ser transferido. Segundo, o tácito coletivo é explicitado (externalização). O conhecimento codificado é mais facilmente compartilhado, pois ele representa “informação” que pode ser transmitida a um grande número de pessoas através da infraestrutura de informação. Finalmente, os indivíduos internalizam o conhecimento explícito e, desta forma, ampliam seu estoque de conhecimento tácito. Assim, a “espiral do conhecimento” começa novamente.

Nesta dissertação, procura-se entender a criação do conhecimento dentro de redes de inovação, e não somente dentro dos limites de uma organização isolada. Assume-se que o processo inovativo é caracterizado por constantes interações e *feedbacks* entre pesquisa, desenvolvimento e mercado. Então, o conhecimento circula por estes pólos, que são formados por muitos atores (instituições de pesquisa, usuários, firmas, indivíduos externos, etc).

Estes atores são heterogêneos e formam uma rede onde cada um possui uma linguagem e um comportamento diferente. No estabelecimento das ligações sociais entre eles, muitas operações de tradução são necessárias antes que a comunicação e as trocas possam ocorrer de forma eficiente.

O modelo de criação do conhecimento de Nonaka e Takeuchi deu conta de explicar apropriadamente os fluxos de conhecimentos dentro de uma rede de inovação. Constatou-se, no estudo de caso, que o conhecimento passou das dimensões tácita para explícita, individual para coletiva e específica para geral, e também ficou claro que as traduções são muito mais difíceis dentro de uma rede de inovação heterogênea do que dentro de uma única organização.

Estudo de caso: Programa de Melhoramento Genético da cana-de-açúcar do IAC.

.....

.....

.....



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS/
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS/DEPTO DE POLÍTICA
CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

PÓS-GRADUAÇÃO EM POLÍTICA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

**THE CREATION, CIRCULATION AND CONVERSION OF KNOWLEDGE IN
INNOVATION NETWORKS: THE IAC SUGARCANE BREEDING PROGRAMME**

ABSTRACT

MASTER DISSERTATION

Mirian Hasegawa

Innovation is the result of numerous interactions among several actors and institutions that together form a network through which knowledge flows and is transformed until it reaches an economic result.

This dissertation aims at opening the “black box” of the innovation creation by studying how knowledge flows and is created and recreated during the innovative process.

The idea is to use the model proposed by Nonaka and Takeuchi (1997) and to extend it with some of the concepts used by Callon (1994), and with the interactive model of innovation (Kline & Rosenberg, 1986).

The model of Nonaka and Takeuchi is based on the assumption that human knowledge is created and expanded through the social interaction between tacit and explicit knowledge. First, tacit knowledge goes from an individual form to a collective form (socialization). It is worth emphasizing that tacit knowledge requires learning, social interaction and experience to be transferred. Second, collective tacit knowledge is converted into explicit knowledge (articulation). The codified knowledge is more easily made collective, because it is transformed into “information” which can be transmitted to a large number of individuals through information infrastructures. Finally, individuals internalize the explicit knowledge, which extends their tacit knowledge base. Thus, the “spiral of knowledge” starts all over again.

In this paper we want to understand the knowledge creation within innovation networks, and not only within a single organization. We recognize that innovation process is characterized by a constant interaction and feedback between research, design activities and market. Thus, the knowledge circulates through these poles, which are formed by many actors (research institutions, users, firms, external individuals, etc).

These actors are heterogeneous and constitute a network. Each actor acts and speaks in a different way. In the establishment of the social link between them many translation operations are necessary before the communication and exchanges could occur efficiently. However, the Nonaka & Takeuchi model of knowledge creation can explain appropriately the knowledge flows inside an innovation network. We found in our case study that knowledge is transformed from an individual to a collective dimension, from the tacit to the explicit form, and from the specific to the general dimension. Meanwhile, translation process is much more difficult inside a heterogeneous innovation network than inside a single organization.

Case study: Campinas Agriculture Institute Sugar-cane Breeding Programme.

SUMÁRIO

<i>INTRODUÇÃO</i>	1
<i>CAPÍTULO 1 - EM DIREÇÃO A UM MODELO DE CRIAÇÃO E CIRCULAÇÃO DO CONHECIMENTO EM REDES DE INOVAÇÃO</i>	5
1.1- INTRODUÇÃO: Situando o tema no debate atual	5
1.2- Algumas Definições	9
1.3- As interações do conhecimento e os seus processos de criação, circulação e transformação	17
1.4- Redes heterogêneas, tradução e homogeneização	23
1.5- A natureza do processo inovativo	28
1.6- Esquema analítico	32
CONCLUSÃO	35
<i>CAPÍTULO 2: O PROCANA</i>	47
INTRODUÇÃO	47
2.1- Histórico da pesquisa	49
2.2- O Procana e sua área de atuação	53
2.3- Objetivos do Procana	54
2.4- Forma de Organização do Procana e equipe envolvida	55
2.5- Fontes de financiamento e recursos envolvidos	57
2.6- Resultados alcançados e subprodutos do Procana	61
2.7- O estado da arte do Procana frente a outros programas de melhoramento da cana-de-açúcar	62
CONCLUSÃO	64
<i>CAPÍTULO 3: CRIAÇÃO, CIRCULAÇÃO E TRANSFORMAÇÕES DO CONHECIMENTO NAS INTERAÇÕES DO PROCANA</i>	67
INTRODUÇÃO	67
3.1- Grupo Fitotécnico de Cana-de-açúcar e Treinamento Procana	70
3.2- Planejamento dos cruzamentos e cruzamentos em Camamu	75
3.3- Estações experimentais	79
3.4- Ensaio Regional	82
3.5- Ensaio Estadual	87
CONCLUSÃO	89
<i>CONCLUSÃO GERAL</i>	97
<i>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</i>	101
<i>ANEXO</i>	105

.....

.....

.....

.....

.....

LISTA DE QUADROS

<i>Quadro 2.1:</i> Financiamento total recebido pelo Procana no ano de 2000.....	59
<i>Quadro 2.2:</i> Participação de recursos externos no financiamento total do Procana em 2000.....	60
<i>Quadro 2.3:</i> Recursos externos recebidos pelo Procana de 1995 a 2000.....	61

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1.1:</i> Modelo de cinco fases do processo de criação do conhecimento.....	37
<i>Figura 1.2:</i> Espiral do conhecimento.....	39
<i>Figura 1.3:</i> Criação do conhecimento através da interação inter-institucional.....	41
<i>Figura 1.4:</i> Conversões do conhecimento.....	43
<i>Figura 1.5:</i> Circulação dos conhecimentos tácito e explícito dentro do modelo interativo.....	45
<i>Figura 3.1:</i> Criação do conhecimento através das interações entre os atores participantes do Procana.....	93
<i>Figura 3.2:</i> Circulação dos conhecimentos tácito e explícito dentro da rede do Procana.....	95

INTRODUÇÃO

Na última década, autores de várias disciplinas, como sociologia, economia, administração e estratégia empresarial, passaram a dar maior atenção e importância ao papel do conhecimento na sociedade, na economia e para o sucesso econômico de países, firmas e indivíduos.

Muitos estudos começaram a ser feitos sobre tipos de conhecimento, sua criação, transferência, difusão, destruição, formas incorporadas e desincorporadas, etc.

Atividades econômicas, que eram analisadas segundo seus recursos materiais (tangíveis), como capital (dinheiro, máquinas, imóveis) e número de trabalhadores, passaram a ser consideradas, na última década, de acordo com seus ativos intangíveis, dentre os quais, o conhecimento é o mais importante.

O conhecimento sempre esteve no centro do desenvolvimento econômico, pois ele está embutido em máquinas, processos, tecnologias, formas de gestão e organização, trabalhadores, etc. Mas somente nos últimos anos a sua importância foi reconhecida e passou-se a dar atenção aos processos de criação, aprendizagem, transferência, circulação, acumulação e destruição do conhecimento, tanto dentro de firmas individuais quanto de países ou redes de atores.

Inovações (de produtos, processos, organizacionais, etc) são o resultado da criação e da combinação de muitos conhecimentos, incorporados em pessoas ou presentes em livros, descobertas científicas, opiniões de usuários, etc. Então, entender como o conhecimento é criado, circula e se transforma desde o início do processo inovativo até o final é uma maneira de esclarecer a própria criação da inovação.

O objetivo do presente trabalho é tentar entender como o conhecimento circula e se transforma e como é criado e recriado durante o processo de gestação de uma inovação, no qual participam diversas organizações e atores heterogêneos. O intuito é abrir a caixa preta da gestação da inovação. É importante ressaltar que os três processos (criação, circulação e transformação) não são independentes e com uma separação clara entre eles, pois se confundem, se completam e estão interligados. Como veremos, a criação do conhecimento se dá através da transformação e da circulação de outros conhecimentos; ao circular, o conhecimento se transforma e, desta transformação, cria-se um novo conhecimento. Então, os três processos são simultâneos e

interdependentes. Para interpretar estes processos durante o desenvolvimento de uma inovação, será criado um modelo de geração e transferência do conhecimento dentro de redes de inovação.

Como estudo de caso, foi escolhida uma rede voltada para a geração de tecnologia para a agricultura: o Programa de Melhoramento Genético da cana-de-açúcar (Procana) do IAC¹, que objetiva criar novas e melhoradas variedades de cana-de-açúcar, adaptadas ao seu ambiente de produção e acompanhadas de uma “bula” com instruções sobre manejo, técnicas de cultivo, doenças, adubação, etc. Este programa se configura como uma rede de inovação, pois é desenvolvido através da parceria entre o IAC e os usuários da tecnologia gerada (usinas de cana) e com a colaboração de universidades, da Copersucar² e de outras instituições.

Em 1997, a área colhida com cana-de-açúcar no mundo foi de quase vinte milhões de hectares, segundo dados da FAO-ONU. O Brasil e a Índia foram responsáveis por aproximadamente metade da cana produzida no mundo. A produtividade média mundial em 1997/98 foi de 64t cana/hectare, e o Brasil teve desempenho 8% superior (Fernandes, 1998). O principal fator responsável pelo aumento da produtividade da cana são as variedades melhoradas, ou seja, os programas de melhoramento genético da cana-de-açúcar são fundamentais para a competitividade e a sustentabilidade da agroindústria sucro-alcooleira.

Segundo dados do IBGE³, a cultura da cana-de-açúcar ocupou no Brasil, em 1999, 4.950.915 hectares de área plantada e teve uma produção de 337.165.474 toneladas. “Mesmo antes do PROÁLCOOL [Programa Nacional do Alcool⁴], São Paulo já era o maior produtor nacional de cana-de-açúcar, de seus derivados e subprodutos. Foi, porém, com o advento deste programa de incentivos financeiros e fiscais que a agroindústria canavieira paulista veio a adquirir sua atual importância na economia do País e do Estado. No âmbito da produção agrícola deste último, a exploração da cana-de-açúcar transformou-se, de longe, na sua principal lavoura, ocupando, desde a década de 80, aproximadamente um terço do total da área plantada com culturas” (Szmrecsányi, 1994, pg.73).

O desenvolvimento tecnológico é um fator essencial para a sustentação e competitividade da agroindústria canavieira. Para que este desenvolvimento seja possível, “a variedade melhorada

¹ Instituto Agronômico de Campinas. É um instituto de pesquisa pertencente ao Estado de São Paulo.

² Cooperativa dos produtores de cana, açúcar e álcool do Estado de São Paulo.

³ Fonte: www.ibge.gov.br

⁴ Este programa teve início em 1976/77.

de cana-de-açúcar é o fator de produção de maior importância, dado que dela depende a grande maioria das demais tecnologias agrícolas. Se o setor desfruta agora dos benefícios da disponibilidade de boas variedades, há que se lembrar que há pouco tempo viveu grande deficiência de opções varietais e ameaça de epidemias de graves doenças. Essa boa situação atual se deve ao sério trabalho de melhoramento genético dos programas atualmente em atividade, e a continuidade dessa disponibilidade em médios e longos prazos depende da própria continuidade de tais programas” (Matsuoka, 2000, pg.1).

O material e as fontes utilizadas na presente dissertação foram:

- Revisão de literatura sobre o referencial teórico deste trabalho, utilizando autores – de economia, sociologia, administração e filosofia – que abordam os temas: conhecimento, criação de conhecimento, aprendizado, inovação e redes de inovação.

- Realização de entrevistas com os pesquisadores do Procana para mapear as trocas de conhecimento internamente e também as trocas entre o IAC e os atores externos que formam a rede de inovação.

- Levantamento de documentos e materiais escritos sobre o Procana, tais como: atas de reunião, apostilas de treinamento, artigos e trabalhos publicados, etc. Foram também utilizados trabalhos sobre programas de melhoramento genético da cana nacionais e internacionais e sobre o contexto econômico da agroindústria canavieira.

A dissertação foi dividida em três capítulos.

No capítulo 1, é apresentado o referencial teórico que norteia este trabalho, a partir do qual, foi criado um esquema de análise para interpretar a criação, circulação e transformação do conhecimento em redes de inovação.

No capítulo 2, a rede de inovação escolhida como estudo de caso deste trabalho é apresentada e descrita. A rede escolhida foi um programa de pesquisa do Instituto Agrônomo (IAC): o Programa de Melhoramento Genético da cana-de-açúcar (Procana). O histórico, os objetivos, a forma de organização, a equipe, os parceiros envolvidos, as fontes de financiamento, o estado da arte e os resultados do Procana são explicados neste capítulo.

No capítulo 3, é feita a análise da criação, circulação e transformação do conhecimento entre os atores participantes do Procana. A rede do Procana vai mudando sua configuração (os atores envolvidos, a participação e as trocas entre os três pólos: mercado, tecnológico e científico)

durante cada fase do processo de desenvolvimento de novas variedades de cana-de-açúcar. Este capítulo está dividido segundo as etapas do processo de desenvolvimento e, em cada etapa, é analisada a configuração da rede de inovação, as trocas de conhecimento entre os atores envolvidos e as conversões do mesmo.

Como resultado desta dissertação será possível compreender melhor a relação entre conhecimento e inovação, isto é, qual o papel desempenhado pelo conhecimento na criação de novos ou melhorados produtos ou processos. Esse estudo poderá ser usado como insumo para a compreensão da relação entre criação de conhecimento e performance econômica.

CAPÍTULO 1 - EM DIREÇÃO A UM MODELO DE CRIAÇÃO E CIRCULAÇÃO DO CONHECIMENTO EM REDES DE INOVAÇÃO

1.1- INTRODUÇÃO: Situando o tema no debate atual

Nos últimos tempos, diversos autores e correntes teóricas têm dado maior importância ao papel do conhecimento no desenvolvimento e performance econômicos. Essas teorias passaram a entender o conhecimento como peça chave para o sucesso econômico de indivíduos, organizações e países. Então, estudos sobre a relação entre conhecimento e desempenho econômico e sobre tipos de conhecimento e afins são cada vez mais freqüentes.

O conhecimento, embutido nos seres humanos (como capital humano) e na tecnologia, sempre foi central para o desenvolvimento econômico. Mas somente nos últimos anos a sua importância foi reconhecida, justamente no momento em que a mesma está aumentando devido às novas tecnologias de informação e comunicação, que possibilitam a transferência, a codificação, o armazenamento e o acesso a um volume cada vez maior de conhecimentos. Segundo Foray e Lundvall (1996), têm ocorrido grandes mudanças nos modos de produção e distribuição do conhecimento, aumento da importância relativa das redes de conhecimento e aceleração nos processos de aprendizagem, os quais afetam a economia como um todo e pedem por uma reavaliação das suas instituições fundamentais. Essas transformações podem ser vistas como parte de um processo de mudança sócio-econômica, que avança na direção de uma economia em rede e baseada no aprendizado, na qual a oportunidade e a capacidade de acessar e participar de redes intensivas em conhecimento e aprendizado determinam o sucesso de firmas e indivíduos.

A inovação é o resultado de numerosas interações entre uma comunidade de atores e instituições, que juntos formam o chamado Sistema Nacional de Inovação. Essencialmente, este consiste em fluxos e relações existentes entre indústrias, governo e academia no que tange ao desenvolvimento da ciência e tecnologia. As interações dentro desse sistema influenciam a performance inovativa das firmas e países. O “*poder de distribuição do conhecimento*” do sistema, ou sua capacidade de assegurar um acesso rápido dos inovadores aos estoques de conhecimentos relevantes, cumpre papel fundamental.

De acordo com David e Foray (1995), o “poder de distribuição” de um sistema de inovação é uma determinante chave da performance econômica, portanto as políticas devem ser direcionadas para fornecer aos potenciais inovadores condições de rápido e fácil acesso às bases de conhecimento relevantes. A difusão do conhecimento economicamente relevante é uma atividade socialmente construída, através da criação de instituições adequadas, que mantenham a característica da ciência como bem público, facilitem o acesso ao estoque de conhecimentos, capacitem agentes para recuperar e utilizar as informações disponíveis, etc.

Esforços na direção de quantificar e mapear os caminhos da difusão do conhecimento e da inovação estão apenas começando, mas são de fundamental importância, dado o papel atribuído ao conhecimento de peça chave da performance econômica (OCDE, 1996).

Lundvall e Nielsen (1999) se referem ao presente estágio de desenvolvimento econômico como economias baseadas no aprendizado. Segundo estes autores, o conhecimento tem sempre estado no centro do desenvolvimento econômico e não há evidências de que tenha ocorrido uma mudança radical no “montante de conhecimento economicamente útil” nos últimos tempos. Isto reflete que o estoque de conhecimento corrente não é a soma de todo conhecimento que já foi criado na história da humanidade. Uma porção do conhecimento foi perdida no processo de destruição criadora e a última década (90’) foi caracterizada por uma aceleração tanto no processo de criação quanto no de destruição de conhecimento. Por exemplo, as tecnologias da informação tornaram uma grande parcela das informações existentes mais facilmente acessível para um grande número de pessoas, mas estas tecnologias também tornaram muitas habilidades e competências obsoletas. Por isto, na última década, a capacidade de aprender novas habilidades e novos conhecimentos cumpre papel central na economia.

Como colocam Foray e Lundvall (1996), o conhecimento tácito têm se tornado mais importante que nunca para a performance e o sucesso econômico, pois são cada vez mais necessárias capacidades para selecionar informações relevantes e descartar irrelevantes, reconhecer padrões de informação, interpretar e decodificar informações, assim como aprender novas habilidades e esquecer as velhas. O conhecimento codificado pode ser considerado o material a ser transformado e o conhecimento tácito, particularmente o know-how, a ferramenta para lidar com esse material.

A economia baseada no aprendizado é caracterizada pelo fato de que o sucesso de indivíduos, firmas e regiões reflete a sua capacidade de aprender. O aprendizado envolve encontrar e definir os problemas a serem resolvidos – desenvolver uma agenda para a resolução de problemas – assim como construir o know-how necessário para capacitar os agentes a encontrarem soluções para os problemas.

É importante deixar claro que a economia baseada no aprendizado não é necessariamente uma economia *high-tech*. “O aprendizado é uma atividade que acontece em todas as partes da economia, incluindo os chamados setores tradicionais e de baixa tecnologia. Na realidade, mesmo nas economias muito desenvolvidas, o aprendizado nos setores tradicionais e de baixa tecnologia pode ser mais importante para o crescimento econômico que o aprendizado que ocorre em um pequeno número de firmas de alta tecnologia isoladas (Maskell, 1996). O potencial de aprendizado (oportunidades tecnológicas) pode diferir entre setores e tecnologias, mas em todos os setores sempre haverá nichos onde o potencial de aprendizado é alto. Finalmente, deve-se notar que todos os trabalhadores têm habilidades e capacidades a aprender, mesmo aqueles chamados, equivocadamente, de ‘trabalhadores sem qualificação’. Essas observações pretendem prevenir equívocos sobre a economia baseada no aprendizado que podem causar o negligenciamento do potencial de desenvolvimento de partes da economia menos intensivas no uso de conhecimentos formalmente adquiridos” (Lundvall e Borrás, 1997, pg. 35).⁵

Aprendizado e mudança são relacionados e a causalidade funciona em ambas as direções. Por um lado, o aprendizado é um insumo importante e necessário ao processo inovativo. Por outro lado, a mudança (inovação) impõe aprendizado a todos os agentes afetados por ela. Neste ambiente, as empresas e países passam a depender cada vez mais de investimentos em P&D para garantirem a sua competitividade e sobrevivência no longo prazo, isto porque esforços em pesquisa e desenvolvimento são uma importante fonte de aprendizado. A P&D cumpre um duplo

⁵ “Learning is an activity which takes place in all parts of the economy, including so-called low-tech and traditional sectors. As a matter of fact, even in highly developed economies the learning taking place in traditional and low-tech sectors may be more important for economic growth than the learning taking place in a small number of insulated hi-tech firms (Maskell, 1996). The learning potential (technological opportunities) may differ between sectors and technologies but in all sectors there will be niches where the potential for learning is high. Finally, it should be noted that all workers have some skills and capabilities to learn, even those misleadingly called ‘unskilled workers’. These remarks are intended to prevent misunderstandings of the learning economy hypothesis which might lead to neglect of the developmental potential of parts of the economy less intensive in their use of formally acquired knowledge” (Lundvall e Borrás, 1997, pg. 35).

papel: gerar inovações e aumentar a capacidade de absorção (capacidade de assimilar e explorar os conhecimentos existentes) das organizações que a executam (Cohen e Levinthal, 1989). Então, pode-se dizer que os projetos de P&D geram dois tipos de produtos: um mais direto e mensurável que se expressa na forma de inovações, e outro mais nebuloso e de difícil mensuração que se expressa na forma de capacitações, conhecimentos tácitos, *spillovers*⁶ e *spinoffs*⁷.

Neste contexto, em que as economias são caracterizadas pela necessidade de aprendizado contínuo, tanto de informações codificadas quanto de competências para usar estas informações, o papel central do aprendizado e do conhecimento coloca a necessidade de novos indicadores de:

- ◆ capital humano,
- ◆ estoques e fluxos de conhecimentos,
- ◆ taxas de retorno do conhecimento,
- ◆ redes de circulação do conhecimento.

No entanto, criar esses indicadores não é uma tarefa simples. Como OCDE (1996) coloca, há sistemáticos obstáculos à criação de medidas de capital intelectual que consigam se equiparar às convencionais medidas de capital fixo. O conhecimento é particularmente difícil de quantificar e “precificar”. Atualmente, existem somente indicadores indiretos e parciais do crescimento da base de conhecimento. Existe uma parte desconhecida de conhecimentos que são implícitos, não-codificados e estão armazenados somente na mente dos indivíduos. Assuntos como estoques e fluxos de conhecimento, distribuição de conhecimento e a relação entre criação de conhecimento e performance econômica são ainda pouco conhecidos e explorados.

Neste contexto, o presente trabalho se propõe a estudar como o conhecimento circula e se transforma durante o processo de desenvolvimento de uma inovação. Como resultado do trabalho será possível compreender melhor a relação entre conhecimento e inovação, isto é, qual o papel desempenhado pelo conhecimento na criação de novos ou melhorados produtos ou processos. Esse estudo poderá ser usado como insumo para a compreensão da relação entre criação de conhecimento e performance econômica.

⁶ Ganhos oriundos da inovação que “transbordam” uma organização e podem ser acessados por outras.

⁷ Resultados inesperados do programa ou projeto.

Então, como pôde-se perceber, algumas correntes teóricas mostram um reconhecimento crescente da importância do conhecimento e do aprendizado para o desenvolvimento econômico de firmas e países.

Assim, torna-se de fundamental importância estudar como o conhecimento circula e se transforma nos processos de inovação e como ele é criado dentro das organizações e, principalmente, dentro das redes de inovação.

1.2- Algumas Definições

O conhecimento tácito é um conceito amplo e difícil de ser definido e, normalmente, ele é explicado em termos de oposição ao conhecimento explícito. Em contraste ao conhecimento explícito, que é codificável, objetivo, desincorporado e exprimível de forma clara, normalmente em palavras faladas ou escritas, o conhecimento tácito é implícito, contextual e subjetivo.

A identificação do conhecimento tácito por muitos autores é baseada no trabalho seminal de Michael Polanyi.

Segundo Polanyi (1966), o conhecimento tácito pode ser expresso como uma capacidade de podermos saber mais do que podemos dizer. Por exemplo: quando olhamos para uma pessoa, nós somos capazes de reconhecê-la entre milhares devido às suas peculiaridades (boca, nariz, testa, forma do rosto, etc), mas se nos perguntarem qual é a forma do rosto (ou do nariz) da mesma pessoa, provavelmente não saberemos dizer. Isto porque não nos atentamos para estas particularidades, mas sim para o todo. Então pode-se dizer que tomamos consciência das particularidades quando atentamos para o todo, mas o nosso conhecimento das mesmas permanece tácito. É assim que conhecemos as particularidades: sem nos tornarmos aptos a identificá-las. Polanyi (1966) define, então, uma *relação funcional* entre dois termos do conhecimento tácito: ao focarmos a atenção no segundo termo (todo), nós passamos a estar cientes também do primeiro termo (particularidades), mas somente de forma intuitiva⁸. Como não prestamos atenção especificamente às particularidades, não conseguimos identificá-las, mas podemos entender esta integração das particularidades como uma interiorização. Nós lançamos mão do primeiro termo (interiorizamos) para compreender o segundo, então o primeiro é chamado

de próximo e o segundo, distante. Ou seja, nós interiorizamos os detalhes ou o termo próximo no qual não estamos prestando atenção e, a partir desta interiorização, conseguimos identificar o termo distante. Para compreendermos o todo, precisamos internalizar os detalhes (particularidades)⁹.

Para resolvermos um problema matemático, lançamos mão de algumas teorias. O problema pode ser visto como o termo distante e a teoria como o termo próximo (que é conhecido tacitamente), pois um verdadeiro conhecimento da teoria só pode ser estabelecido depois desta ser interiorizada e utilizada para interpretar experiências¹⁰.

Então, mesmo conhecimentos considerados explícitos, codificados, como fórmulas matemáticas, leis da física, teorias científicas, não são independentes do conhecimento tácito. Isto pode ser explicado por dois motivos: primeiro, para construir uma nova teoria, o pesquisador lança mão do seu conhecimento tácito (sua percepção da realidade, as teorias e crenças internalizadas, etc); segundo, para utilizar uma teoria ou fórmula para resolver ou entender problemas da realidade, é preciso internalizar ou incorporar a teoria ao conhecimento tácito do indivíduo. Pode-se concluir, então, que o conhecimento tácito e o explícito são interdependentes e indissociáveis.

Aprofundando-se ainda mais na natureza do conhecimento tácito, Polanyi (1958) coloca que as habilidades (como andar de bicicleta, jogar tênis, nadar) são a “arte de fazer” e o ‘expertise’ possuído por especialistas é a “arte de saber”. No exercício tanto da habilidade quanto do expertise, o indivíduo segue um conjunto de regras sem perceber que o faz.

Habilidades, como andar de bicicleta, nadar, manusear instrumentos e outras, que utilizam faculdades motoras (físicas), são aprendidas com a imitação e a prática, sendo que, geralmente tanto o “mestre” quanto o “aprendiz” não sabem (e não precisam saber) as leis e regras científicas que possibilitam a prática destas habilidades. Aprende-se diretamente o *know-how*.

Quando alguém é um expert em algo, possui expertise, seu conhecimento é também fortemente tácito. Por exemplo: fazer um diagnóstico médico, classificar plantas, animais, solos,

⁸ “we know the first term only by relying on our awareness of it for attending to the second” (Polanyi, 1966, pg. 10).

⁹ “It brings home to us that it is not by looking at things, but by dwelling in them, that we understand their joint meaning” (Polanyi, 1966, pg. 18).

etc. Todas estas atividades utilizam um conhecimento difícil de ser verbalizado, que depende da arte de quem o aplica. Mas para se tornar um expert (um médico, cientista...), é preciso aprender muitos conhecimentos codificados, como conceitos, teorias, fórmulas (o *know-what e know-why*¹¹) e internalizá-los, e isto se faz através da prática. Essas “ferramentas teóricas”, ao serem internalizadas, tornam-se um “prolongamento” da pessoa, por isso esta as utiliza de forma automática, inconsciente, tácita. Após aprender os conceitos, é preciso praticar muito e observar o mestre para criar o expertise (*know-how*). Por exemplo, para ensinar nas universidades como identificar doenças, espécies de pedras, plantas e animais, o meio que se tem é a demonstração prática e, como Polanyi (1958) coloca, essa demonstração depende da cooperação inteligente do aluno, que precisa ser capaz de captar o significado da demonstração e descobrir o que não foi dito. Isto porque o mestre sabe mais do que pode dizer, portanto, ele ensina sem exatamente descrever o que sabe.

Polanyi (1958) expande a idéia de conhecimento tácito para a integração de qualquer ato do conhecer humano, e não apenas para as habilidades físicas ou para o expertise. O autor amplia a idéia da internalização de conceitos, teorias, etc, e coloca que um quadro referencial interpretativo é também uma ferramenta, uma ferramenta intelectual. Ele é composto de suposições e pressuposições que subjazem o método ou o formalismo através do qual chegamos às afirmações científicas. Assimilamos essas pressuposições quando aprendemos a falar das coisas em uma certa língua, a qual utiliza certos nomes para tipos de objetos, que os classifica de uma determinada forma, como por exemplo em vivos ou mortos, passados ou presentes. Não temos, em geral, um conhecimento claro de quais são nossas pressuposições, é difícil formulá-las explicitamente. Por serem nosso quadro referencial interpretativo são essencialmente não-articuladas. O estudante de ciência assimila esse referencial e, através dele, dá sentido à experiência que vivencia ou observa. Como diz Polanyi, esse dar sentido à experiência é um ato que envolve talento, habilidade e é um ato pessoal. É, portanto, um ato que envolve um coeficiente tácito (Polanyi, 1958).

Nonaka e Takeuchi (1997) adotam a definição de conhecimento como “crença verdadeira justificada”, mas fazem algumas observações. “Primeira, o conhecimento, ao contrário da

¹⁰ “Thus the ideal of a comprehensive mathematical theory of experience which would eliminate all tacit knowing is proved to be self-contradictory and logically unsound” (Polanyi, 1966, pg. 21).

¹¹ Esses conceitos serão explicados e explorados mais à frente.

informação, diz respeito a *crenças e compromissos*. O conhecimento é uma função de uma atitude, perspectiva ou intenção específica. Segunda, o conhecimento, ao contrário da informação, está relacionado à *ação*. É sempre o conhecimento “com algum fim”. E terceira, o conhecimento, como a informação, diz respeito ao *significado*. É específico ao contexto e relacional.” (pg. 63). Podemos perceber, então, que para estes autores a definição de conhecimento se baseia na dimensão tácita do mesmo, pois diz respeito a crenças e compromissos, é contextual e direcionado para um objetivo.

Nonaka e Takeuchi (1997) baseiam-se na distinção estabelecida por Polanyi (1966) entre conhecimento tácito e conhecimento explícito. O tácito é pessoal, específico ao contexto e difícil de ser comunicado e formulado, já o explícito é transmissível em linguagem formal e sistemática. Os autores expandem a idéia de Polanyi em uma direção mais prática. “O conhecimento tácito é altamente pessoal e difícil de formalizar, o que dificulta sua transmissão e compartilhamento com outros. Conclusões, insights e palpites subjetivos incluem-se nessa categoria de conhecimento. Além disso, o conhecimento tácito está profundamente enraizado nas ações e experiências de um indivíduo, bem como em suas emoções, valores ou ideais. Para ser mais preciso, o conhecimento tácito pode ser segmentado em duas dimensões. A primeira é a **dimensão técnica**, que abrange um tipo de capacidade informal e difícil de definir ou habilidades capturadas no termo “*know-how*”. Um artesão, por exemplo, desenvolve uma riqueza de habilidades, suas “mãos maravilhosas” depois de anos de experiência. Mas, freqüentemente, é incapaz de articular os princípios técnicos ou científicos subjacentes ao que sabe. Ao mesmo tempo, o conhecimento tácito contém uma importante **dimensão cognitiva**. Consiste em esquemas, modelos mentais, crenças e percepções tão arraigadas que os tomamos como certos. A dimensão cognitiva do conhecimento tácito reflete nossa imagem da realidade (o que é) e nossa visão do futuro (o que deveria ser). Apesar de não poderem ser articulados muito facilmente, esses modelos implícitos moldam a forma com que percebemos o mundo à nossa volta” (Nonaka e Takeuchi, 1997, pg. 7).

A dimensão cognitiva pode ser relacionada ao quadro referencial interpretativo explicado por Polanyi, que é formado por todas as pressuposições, crenças, etc que vão se acumulando e vão formando a maneira como o indivíduo vê e interpreta o mundo à sua volta. A dimensão técnica, expressa no termo *know-how*, engloba a arte de fazer e a arte de saber (Polanyi, 1958), pois adquire-se *know-how* tanto em habilidades “físicas” quanto em habilidades “intelectuais”

(expertise). Porém, no âmbito do presente trabalho, é importante especificar a divisão em dois tipos de *know-how* – habilidades e expertise – para que a circulação e transformação desse tipo de conhecimento seja mais facilmente apreendida no estudo de caso.

Alguns autores foram além da distinção entre tácito e codificado e criaram tipologias do conhecimento para mostrar as formas em que este se apresenta e quais as características de cada tipo.

Foray e Lundvall (1996) distinguem o conhecimento em: informação mais ou menos complexa (codificado) e conhecimento como um conjunto de qualidades e competências (tácito). Eles utilizam a tipologia de Lundvall e Johnson (1994) para definir quatro tipos de conhecimento:

- ◆ *Know-what* – (codificado) refere-se a informações sobre fatos
- ◆ *Know-why* – (codificado) refere-se a conhecimentos sobre as leis e fenômenos da natureza
- ◆ *Know-how* – (tácito) refere-se à capacidade ou habilidade de fazer algo
- ◆ *Know-who* – (tácito) refere-se à habilidade relacional, de saber quem conhece o quê e quem sabe como fazer algo

Segundo Foray e Lundvall (1996), aprender e transferir as quatro formas de conhecimento (*know-what*, *know-why*, *know-how* e *know-who*) é um processo diferenciado em cada um dos casos. Enquanto *know-what* e *know-why* podem ser obtidos através da leitura de livros, estudando, assistindo cursos e acessando bases de dados, as outras duas categorias são adquiridas principalmente na experiência prática. O *know-how* só poderá ser plenamente desenvolvido depois de anos de experiência e prática no dia-a-dia – através do *learning-by-doing* (aprender através da prática) e do *learning-by-interacting* (aprender através da interação com outros). O *know-who* é aprendido através do convívio social e, algumas vezes, dentro dos cursos de graduação e pós-graduação, cujos alunos mantêm um contato informal, ou seja, este tipo de conhecimento se aprende através do contato e da interação (*learning-by-interacting*).

Como já foi explicado, o *know-how* pode ser dividido em habilidades e expertise.

Nesta tipologia de Lundvall e Johnson, não está incluída a dimensão cognitiva do conhecimento tácito. Na verdade, as pressuposições, crenças, visões de mundo e modelos mentais de cada pessoa (o quadro referencial interpretativo) formam um conjunto de conhecimentos muito particular que não pode ser transferido, mas que constitui a base que possibilita a transferência e o

aprendizado dos outros tipos de conhecimentos. Dentro do conhecimento tácito cognitivo, existe também uma “sub-dimensão” constituída pela percepção do ambiente ao redor do indivíduo, as sensações, sutilezas captadas (com os cinco sentidos) no dia-a-dia do local, dos objetos e do espaço que compõem o “campo de circulação rotineira da pessoa”. As percepções diárias de um ambiente e de tudo que faz parte dele, suas pequenas modificações, as diferentes sensações experimentadas em cada lugar formam um conhecimento tácito espacial, locacional, que corresponde à “visão” pessoal, intuitiva (e não consciente) que um indivíduo possui de um ambiente e das coisas que o habitam. É claro que essa percepção será diferente para cada pessoa, pois depende das pressuposições e da capacidade de interpretar a realidade construída por cada um. Por exemplo: quando Nonaka e Takeuchi analisam o desenvolvimento de uma carro da Nissan (o Primera) para o mercado europeu, enfatiza-se a necessidade de enviar pessoas da equipe de desenvolvimento à Europa para experimentarem a sensação de dirigir numa estrada européia, “...as explicações verbais e os esboços tinham suas limitações. Uma pessoa que nunca dirigiu um carro em uma *Autobahn* jamais conhecerá as implicações dessa experiência. [a Nissan enviou quase 1500 pessoas dos departamentos de planejamento, projeto, produção e marketing à Europa] para que elas pudessem ver e experimentar a sensação de dirigir em uma *Autobahn*” (Nonaka e Takeuchi, 1997, pg. 234); um agricultor percebe as mudanças diárias na sua plantação, mesmo as mais sutis, pois ele as capta e sente pessoalmente. Esse conhecimento criado ao experimentar a sensação de estar num local, ao captar e sentir um ambiente (e as coisas que o compõem) rotineiramente, constitui um conhecimento tácito, pessoal, adquirido por uma experiência, mas é diferente de uma habilidade ou de um expertise. Isto porque este tipo de percepção, que faz parte do conhecimento tácito cognitivo de cada um, não forma um *know-how* (um saber fazer algo), mas apenas uma impressão ou sensação a respeito de algo.

O conhecimento tácito cognitivo forma as impressões, opiniões, sensações percebidas com os cinco sentidos pelas pessoas que experimentam no seu dia-a-dia produtos, bens, serviços, tecnologias, inovações, etc. Por exemplo: as vantagens e desvantagens percebidas por um agricultor ao trocar a tração animal por um trator na sua fazenda, a sensação de dirigir o mesmo carro numa estrada européia ou numa estrada japonesa, a sensação de ter uma geladeira barulhenta numa casa de 800 metros quadrados ou num apartamento de 40 metros quadrados, etc. Todos estes conhecimentos não formam *know-how* algum, mas são percepções sutis que servem

como um importante feedback (informações dos usuários a respeito dos produtos) para os produtores de bens e serviços. Porém, para descobrir esses conhecimentos incorporados nos usuários, é preciso interagir com os mesmos e fazer “as perguntas certas” para trazer à tona (para o consciente) percepções e sensações que, muitas vezes, estão no subconsciente. É claro que o usuário especializado, que possui muitos conhecimentos sobre o produto, pode fornecer um tipo de feedback mais técnico, objetivo e preciso, mas o feedback constituído pelas percepções intuitivas (tácito cognitivo) também pode contribuir muito para o desenvolvimento e a melhoria de produtos e tecnologias.

Atualmente, as tecnologias da informação e comunicação estão mudando o ritmo e os incentivos à codificação do conhecimento. Foray e Lundvall (1996) colocam que os novos passos na codificação do conhecimento mudam constantemente a divisão (o limite) entre o tácito e o codificado. Estas tecnologias tornam economicamente atrativo e tecnicamente possível codificar tipos de conhecimentos que têm sempre estado na forma tácita. Entretanto, é importante notar que isto não reduz a importância relativa do conhecimento tácito na forma de habilidades, competências, percepções, intuições ou outras. O acesso à informação mais fácil e menos custoso torna as habilidades e competências para lidar com essas informações ainda mais crucial.

O conhecimento tácito e o codificado são complementares, ou seja, a codificação nunca é completa, portanto, alguma forma de conhecimento tácito desempenhará sempre papel importante. Mas a divisão e as formas de complementaridade entre os dois tipos de conhecimento estão em constante mutação.

A codificação não pode ser considerada como uma simples transferência do domínio tácito para o codificado. Ela implica transformações fundamentais, e a base de conhecimento codificado que surge para substituir a base de conhecimento tácito nunca contém exatamente o mesmo conteúdo. Neste sentido, a codificação é um processo irreversível: uma vez que o conhecimento foi transformado em informação, não é possível retornar ao estado tácito original (Foray e Lundvall, 1996).

Uma outra tipologia do conhecimento foi criada por Cohendet e Llerena (1999), que definem quatro tipos:

- ◆ conhecimento *objetivado* (leis da física, lógica...) é explícito, codificável, transmissível sem viés através da linguagem.

- ◆ conhecimento *coletivo* (rotinas, regras de conduta, etc) é partilhado entre agentes e tem natureza principalmente tácita.
- ◆ conhecimento *consciente* é constituído pelo “saber formal” possuído pelo indivíduo, é o conhecimento detido pelos profissionais que sabem as maneiras de agir e de utilizar os métodos formais da sua profissão.
- ◆ conhecimento *automático* é aquele pessoal, tácito e não consciente que permite ao indivíduo compreender e desenvolver o conhecimento explícito.

A definição de conhecimento coletivo como principalmente tácito pode ser contestada pelo fato de que muitas organizações ocidentais possuem regras explícitas sobre comportamentos e rotinas. É claro que algumas rotinas e hábitos vão sendo adquiridos tacitamente durante a convivência com a cultura da empresa, mas boa parte do conhecimento coletivo está na forma explícita.

Cohendet e Llerena (1999) criaram uma tabela que sintetiza as principais tipologias do conhecimento propostas recentemente e coloca em evidência as dimensões do conhecimento (tácito/codificado de um lado e individual/social de outro).

Conhecimento	Individual	Social
Codificado	consciente gravado na memória <i>know-what</i>	objetivado codificado <i>know-why</i>
Tácito	automático incorporado <i>know-how</i>	coletivo cultural <i>know-who</i>

Fonte: Cohendet e Llerena (1999)

Então, todas as abordagens possuem algumas definições em comum: o conhecimento tácito é incorporado em pessoas, implícito, contextual, automático (ou inconsciente) e difícil de explicitar, transferir e aprender. O conhecimento explícito é objetivo, codificável, desincorporado, consciente, não-rival (pode ser utilizado por muitas pessoas ao mesmo tempo) e fácil de transferir para muitos indivíduos e a longas distâncias.

As características de cada tipo de conhecimento determinam as formas de transferência, circulação, criação e aprendizado dos mesmos, assim como as interações e transformações que ocorrem entre eles.

Neste trabalho estaremos utilizando tácito e codificado como duas entidades distintas para efeito de operacionalização, mas é muito importante ressaltar que as duas formas de conhecimento explicadas não são formas independentes, com uma separação clara entre elas. O conhecimento é relacional, dinâmico, móvel e instável e, como colocou Polanyi, é sempre uma combinação dos termos próximo (tácito) e distante (consciente). Portanto, na realidade, o conhecimento pode ser diferenciado apenas em termos de grau (mais codificado ou mais tácito) e não de forma radical.

Vamos agora fazer uma síntese dos tipos de conhecimento apresentados aqui, os quais serão utilizados no estudo de caso:

- Codificados: *know-what* (informação) e *know-why*.
- Tácitos: *know-how* (habilidades e expertise), *know-who*, tácito cognitivo.

1.3- As interações do conhecimento e os seus processos de criação, circulação e transformação

O conhecimento está constantemente fluindo, se transformando e sendo criado e recriado dentro de empresas, instituições de pesquisa, universidades e outros agentes. Mas este processo não ocorre só internamente a uma determinada organização. Normalmente, ele ultrapassa os limites das organizações e se dá ao nível das redes formadas por muitos atores diferentes, como empresas, institutos de pesquisa, universidades, consultores, laboratórios, usuários, etc.

Para entender os processos de criação, transformação e circulação do conhecimento, vamos nos basear principalmente no modelo proposto por Nonaka e Takeuchi (1997). Este modelo é focado na criação do conhecimento dentro da empresa mas, para o propósito deste trabalho, ele será complementado por outras abordagens e ampliado para explicar os processos de criação, transformação e circulação do conhecimento dentro de redes de inovação.

Nonaka e Takeuchi (1997) centram sua análise no processo de criação e transformação do conhecimento dentro da organização e propõem uma nova abordagem para este processo, baseados na experiência japonesa. Os autores colocam que os observadores ocidentais partem da visão da organização como uma máquina para “processamento de informações”, e o conhecimento

é visto como sendo necessariamente explícito – algo formal e sistemático. “Essa visão está profundamente enraizada nas tradições administrativas ocidentais, de Frederick Taylor a Herbert Simon” (pg. 7). Por outro lado, as empresas japonesas vêem o conhecimento como sendo basicamente tácito – algo dificilmente visível e exprimível.

É enfatizada a importância do aprendizado tanto a partir da experiência direta quanto por tentativa e erro. Aprende-se não só com a mente, mas também com o corpo, “é preciso sentir”. “Criar novos conhecimentos não é apenas uma questão de aprender com outros ou adquirir conhecimentos externos. O conhecimento deve ser construído por si mesmo, muitas vezes exigindo uma interação intensiva e laboriosa entre os membros da organização.... As empresas no Japão acreditam que o conhecimento novo não pode ser criado sem uma interação intensiva entre externo e interno. Para criar conhecimento, o aprendizado que vem dos outros e as habilidades compartilhadas com outros precisam ser internalizados – isto é, modificados, enriquecidos e traduzidos de modo a se ajustarem à identidade e auto-imagem da empresa. ” (Nonaka e Takeuchi, 1997, pg. 10).

O modelo de criação do conhecimento de Nonaka e Takeuchi está apoiado no pressuposto de que o conhecimento humano é criado e expandido através da interação social entre o conhecimento tácito e o conhecimento explícito.

O conhecimento tácito se transforma em explícito (codificado) e o explícito se transforma em tácito de uma forma dinâmica e interativa. Existem quatro modos de conversão (transformação) do conhecimento:

- ◆ socialização – quando o conhecimento tácito é coletivizado e absorvido por outros indivíduos
- ◆ externalização – quando o conhecimento tácito é explicitado, codificado
- ◆ combinação – é a sistematização de conjuntos diferentes de conhecimento explícito
- ◆ internalização – é a incorporação do conhecimento explícito no conhecimento tácito individual

Nesta abordagem, o conhecimento está constantemente se transformando, se difundindo e sendo criado e recriado.

“Em primeiro lugar, o modo da socialização normalmente começa desenvolvendo um “campo” de interação. Esse campo facilita o compartilhamento das experiências e modelos

mentais dos membros. Segundo, o modo de externalização é provocado pelo “diálogo ou pela reflexão coletiva” significativos, nos quais o emprego de uma metáfora ou analogia significativa ajuda os membros da equipe a articularem o conhecimento tácito oculto que, de outra forma, é difícil de ser comunicado. Terceiro, o modo de combinação é provocado pela colocação do conhecimento recém-criado e do conhecimento já existente proveniente de outras seções da organização em uma “rede”, cristalizando-os assim em um novo produto, serviço ou sistema gerencial. Por fim, o “aprender fazendo” provoca a internalização” (Nonaka e Takeuchi, 1997, pg. 80).

“Cada um dos quatro modos de conversão do conhecimento gera um conteúdo de conhecimento distinto dos outros. ... a socialização gera conhecimento “compartilhado”, como modelos mentais e habilidades técnicas. A externalização gera conhecimento “conceitual” [criação de conceitos através de metáforas e analogias]... A combinação gera conhecimento “sistêmico”, como um protótipo ou uma nova tecnologia de componente. A internalização gera conhecimento “operacional” sobre gerenciamento de projetos, processos de produção ou implementação de políticas.” (Nonaka e Takeuchi, 1997, pg. 278).

Como já foi dito, esse processo não é linear, mas sim interativo e circular.

Uma organização não pode criar conhecimento sozinha, então a base do processo é o conhecimento tácito dos indivíduos. “A organização tem de mobilizar o conhecimento tácito criado e acumulado no nível individual. O conhecimento tácito mobilizado é ampliado “organizacionalmente” através dos quatro modos de conversão do conhecimento e cristalizado em níveis ontológicos [níveis organizacionais] superiores. Chamamos isso de “espiral do conhecimento”, na qual a interação entre o conhecimento tácito e o conhecimento explícito terá uma escala cada vez maior na medida em que subirem os níveis ontológicos. Assim, a criação do conhecimento organizacional é um processo em espiral, que começa no nível individual e vai subindo, ampliando comunidades de interação que cruzam fronteiras entre seções, departamentos, divisões e organizações” (Nonaka e Takeuchi, 1997, pg. 82).

Para que o conhecimento flua e se difunda entre indivíduos é preciso que a conversão do mesmo se efetue de maneira eficaz segundo duas dimensões: tácito/codificado e individual/coletivo.

O modelo de Nonaka e Takeuchi (1997) apresenta quatro modos de conversão do conhecimento:

- ◆ tácito para tácito: socialização
- ◆ codificado para tácito: internalização
- ◆ tácito para codificado: externalização
- ◆ codificado para codificado: combinação

Essas são as transformações passadas pelo conhecimento na dimensão tácito/codificado. Outra dimensão considerada é a individual/coletivo, ou seja, deve-se analisar também se o conhecimento pertence a um indivíduo apenas ou se ele é dividido com mais pessoas.

Na socialização, o conhecimento tácito passa da forma individual para a coletiva. Mas o conhecimento tácito exige esforços de aprendizagem, interação e experiência para ser transferido. Ele exige o contato e o convívio pessoal entre o “mestre” e o “aluno”. O processo de socialização do conhecimento tácito pode ser comparado à formação dos artesãos da Idade Média, os quais começavam como aprendizes dos mestres artesãos e aprendiam desde as regras básicas até as sutilezas e os “macetes” do ofício através da observação, imitação, experiência e convívio durante vários anos.

Nonaka e Takeuchi dão exemplos de como o conhecimento tácito foi socializado em várias empresas japonesas, e este é um processo que ocorre com a aproximação das pessoas, como em finais-de-semana compartilhados, jantares informais, etc.

O conhecimento tácito é mais facilmente compartilhado dentro de uma organização do que entre indivíduos de organizações diferentes, pois ele depende de elementos culturais, específicos a um ambiente ou a uma visão de mundo – os quais estão ligados ao tácito cognitivo – que podem ser melhor compreendidos pelas pessoas que convivem no mesmo ambiente.

Já o conhecimento codificado é mais facilmente coletivizado, pois ele tem a característica de ser não-rival e pode ser utilizado por muitos indivíduos ao mesmo tempo, e a transferência do conhecimento explícito exige poucos esforços e implica baixos custos.

Então, para que o conhecimento possa ser transferido para muitos indivíduos e com rapidez, ele precisa ser codificado. Ou seja, o conhecimento codificado passa da forma individual para a coletiva pela simples e rápida transferência, já o conhecimento tácito passa do individual para o coletivo somente pela socialização (convivência, interação).

O conhecimento flui e passa por transformações não somente dentro da organização, pois esta é um sistema aberto que está interagindo com o meio. Portanto, vamos incorporar à análise a dimensão interno/externo, pois o conhecimento também está circulando entre as organizações, instituições, usuários, indivíduos externos, etc. Existem duas transferências possíveis nesta dimensão:

- transferência de conhecimento codificado de uma organização para outra
- transferência de conhecimento tácito de uma organização para outra

Ao circular ou ser transferido, o conhecimento se transforma em maior ou menor grau, pois cada ator interage de forma diferente com o novo conhecimento. O tácito, ao passar da forma individual para coletiva ou da interna para externa (ambas através da socialização, convivência), sofre grandes transformações, pois ele possui uma característica fortemente pessoal e não pode ser simplesmente transferido, deve ser aprendido, recriado e incorporado. Já o conhecimento codificado, ao circular, de interno para externo e de um indivíduo para outros, sofre poucas transformações, pois ele é facilmente transferível através de livros, manuais, etc.

Incorporação do conceito de hardware

Até aqui, mostramos que o conhecimento pode circular ou ser transferido sob duas formas: tácito ou codificado. O tácito é incorporado em pessoas e transferível somente de um indivíduo para outro(s), já o codificado é desincorporado e pode assumir a forma de livros, palavras, desenhos, fórmulas, bancos de dados, softwares, etc.

Então, os suportes do conhecimento, isto é, os elementos que incorporam e transportam o conhecimento no seu “corpo” são: pessoas, livros, fitas, artigos, bancos de dados, etc.

Nelson e Romer (1996) chamaram a atenção para um outro suporte do conhecimento: os objetos. O conhecimento também pode ser encontrado incorporado a máquinas, instrumentos, bens de consumo, produtos, etc.

Esses objetos também representam uma explicitação do conhecimento e, portanto, poderiam entrar na categoria dos conhecimentos codificados. Mas, para que a análise das transformações do conhecimento seja mais detalhada e mais fiel às formas reais que o mesmo incorpora, vamos acrescentar esta última categoria ao nosso estudo.

Os autores acima focam sua análise em três tipos de insumos duráveis na produção. A nomenclatura desses insumos é inspirada na linguagem digital: *hardware*, *wetware* e *software*. “O *hardware* inclui todos os objetos não humanos usados na produção – tanto bens de capital, como equipamentos e estruturas, quanto recursos naturais, como terra e matérias-primas. O *wetware* – coisas que estão armazenadas na mente humana – engloba o capital humano, que os economistas do *mainstream* têm estudado, e o conhecimento tácito, que os evolucionistas, cientistas cognitivos e filósofos têm enfatizado. O *software* representa conhecimento ou informação em um formato que pode ser armazenado fora da mente humana. Pode ser um texto no papel, dados num disquete, imagens no filme, desenhos num projeto, música na fita ou até um discurso humano, no entanto, todo *software* possui a característica em comum de poder ser copiado, comunicado e reaproveitado” (Nelson e Romer, 1996, pg. 59)¹².

Os autores ressaltam uma importante distinção entre diferentes tipos de *software*, pois este pode ser tanto os conhecimentos gerados na física pura quanto a aplicação destes princípios na produção de novos materiais ou novas tecnologias. O primeiro tipo está longe do usuário final, por isso é difícil mensurar o seu resultado econômico; o segundo tipo está mais perto do consumidor final e da realização do seu retorno econômico.

As várias combinações possíveis dos três insumos estão constantemente gerando novos conhecimentos (incorporados em uma das três formas). Ou seja, uma determinada combinação de *hardware* mais *software* mais *wetware* pode gerar um novo objeto, ou uma nova idéia explícita ou uma nova habilidade.

“O papel do *hardware*, *wetware* e do *software* pode ser percebido em uma ampla variedade de atividades econômicas. Juntos, eles podem produzir novos *software*, como quando um escritor usa seu talento, um computador e um programa Word para escrever um livro. Eles podem produzir um novo *hardware*, por exemplo, quando um engenheiro usa um *software* e um *hardware* especiais para produzir a máscara fotográfica que é usada para marcar as linhas em um

¹² “Hardware includes all the nonhuman objects used in production – both capital goods such as equipment and structures and natural resources such as land and raw materials. Wetware, the things that are stored in the wet computer of the human brain, covers the human capital that mainstream economists have studied and the tacit knowledge that evolutionary theorists, cognitive scientists, and philosophers have emphasized. Software represents knowledge or information that can be stored in a form that exists outside of the brain. Whether text on paper, data on a computer disk, images on film, drawings on a blueprint, music on tape – even thoughts expressed in human speech – software has the unique feature that it can be copied, communicated, and reused” (Nelson e Romer, 1996, pg. 59).

chip semiconductor. Quando um simulador de vôo e um programa de treinamento são usados para ensinar novas habilidades aos pilotos, produz-se um novo *wetware*” (Nelson e Romer, 1996, pg. 59)¹³.

Assim como estas, muitas combinações podem ser feitas nos processos de transformação e circulação do conhecimento.

Pode-se perceber que os conceitos de software e wetware propostos por Nelson e Romer são muito semelhantes aos conceitos definidos aqui como codificado e tácito, respectivamente. O fato de terem ressaltado a criação de conhecimento como a combinação de insumos, que também são formas de conhecimentos, os aproxima da teoria de Nonaka e Takeuchi. A novidade importante trazida por estes autores é o papel do hardware na criação de novos conhecimentos e como suporte do conhecimento.

1.4- Redes heterogêneas, tradução e homogeneização

Neste trabalho, estamos preocupados em analisar a criação e as transformações do conhecimento dentro do processo de inovação e, mais especificamente, num contexto de redes formadas por atores heterogêneos. Portanto, trataremos agora das redes heterogêneas e, a seguir, da natureza do processo inovativo.

A inovação surge de um processo de interação entre diversos atores heterogêneos, como pesquisadores, técnicos, usuários, laboratórios, capitalistas, etc. Cada ator possui uma linguagem própria, modelos mentais, visões de mundo, interesses e outras características particulares que dificultam a comunicação e a compreensão mútua entre eles. Então, para que estes atores possam se comunicar e trabalhar juntos são necessárias muitas traduções, que são difíceis e trabalhosas. É necessário um processo de homogeneização (coordenação e alinhamento) da linguagem dos

¹³ “The roles of hardware, wetware, and software can be discerned in a wide variety of economic activities. Together they can produce new software, as when a writer uses his or her skills, word processing software, and a personal computer to write a book. They can produce new hardware, for example, when an engineer uses special software and hardware to produce the photographic mask that is used to lay down the lines in a semiconductor chip. When an aircraft simulator and training software are used to teach pilots new skills, they produce new wetware” (Nelson e Romer, 1996, pg. 59).

participantes da rede para que as traduções se tornem mais fáceis e imediatas, facilitando a comunicação e o trabalho conjunto.

Este item se baseia principalmente no trabalho de Michel Callon para explicar as redes de inovação e os processos de tradução e homogeneização.

Para explicar o processo de inovação, Callon (1994) introduz o conceito de rede tecno-econômica, que é formada por um conjunto de atores heterogêneos que participam coletivamente na concepção, desenvolvimento, produção e distribuição de novos produtos e serviços.

O ator é qualquer entidade capaz de transformar e de criar (através de combinações, misturas, etc) um conjunto de intermediários.

O intermediário é qualquer elemento que passa de um ator para outro, e que constitui a forma e a substância da relação criada entre eles. Podem ser classificados em quatro tipos:

- ◆ textos;
- ◆ artefatos técnicos (instrumentos científicos, máquinas, robôs, bens de consumo, etc);
- ◆ habilidades ou capacidades incorporadas em seres humanos;
- ◆ dinheiro.

O ator tem um papel ativo e o intermediário um papel passivo.

A rede tecno-econômica engloba três pólos:

- ◆ Pólo científico: constituído de universidades e outros centros de pesquisa independentes (públicos ou privados).
- ◆ Pólo tecnológico: desenvolve ou transforma artefatos destinados a servir propósitos específicos. São modelos, projetos piloto, protótipos, testes, patentes e padrões. Os membros deste pólo são laboratórios de empresas, centros de pesquisa cooperativos e plantas piloto.
- ◆ Pólo de mercado: constituído de usuários.

As trocas e interações entre esses pólos envolvem atividades de intermediação e tradução.

Um ator A traduz um ator B (ou A define B) através de um intermediário, portanto, este cumpre um papel fundamental no estabelecimento das ligações sociais entre atores, para as quais ele dá existência e consistência.

Na rede tecno-econômica, devido à sua heterogeneidade, cada ator participante tem a sua linguagem própria (pesquisadores científicos, técnicos, vendedores, usuários, etc), e para que esta

rede possa funcionar, os atores precisam se comunicar e trocar conhecimentos, daí a necessidade da tradução. Quanto melhor os atores se compreenderem (boa tradução), mais informações corretas serão trocadas, mais benefícios eles tirarão destas ligações, portanto, mais forte e efetiva será esta rede (mais convergente).

A alta *convergência* significa um alto grau de *alinhamento* e de *coordenação*. O alinhamento é a fidelidade na tradução, é quando a definição do intermediário é amplamente aceita e não sofre contestações. Se a tradução é perfeitamente alinhada, o que A diz sobre A, I (intermediário) e B é o mesmo que B diz sobre A, I e B, ou seja, a equivalência é total e não há qualquer ambigüidade.

A coordenação é o conjunto de regras e convenções que regulam, restringem e codificam as traduções. Ela possui variados graus de durabilidade, restrições, abertura para mudanças, abrangência (escopo) e aceitação. A coordenação de uma rede é forte quando as suas regras e procedimentos tornam-se convenções amplamente aceitas e, portanto, conseguem restringir o universo de traduções possíveis, o que melhora a comunicação entre os atores e fortalece as ligações dentro da rede, tornando-a mais preditiva. Quando a coordenação é fraca, o universo de traduções é mais amplo e a rede pode se desenvolver de maneiras imprevisíveis e criar outras associações.

O grau de convergência de uma rede é o resultado do seu grau de alinhamento e de coordenação. Quanto mais convergente é uma rede, mais os seus atores trabalham juntos em empreendimentos comuns, sem ambigüidades na comunicação, possibilitando retirar a máxima eficiência de cada ator. Podemos entender que o alinhamento e a coordenação da rede promovem a homogeneização da linguagem dos atores, pois possibilitam que eles se comuniquem e troquem conhecimentos. Mas estes conceitos dizem respeito à criação de uma linguagem comum e ao estabelecimento da comunicação eficiente, porém, não fazem referência à necessidade da confiança entre os atores para que eles possam trabalhar juntos e cooperar. A confiança é um elemento fundamental no estabelecimento de redes, pois, sem ela, os atores vão tentar se proteger do comportamento oportunista uns dos outros e vão reter conhecimentos e informações para si, impossibilitando a troca de conhecimentos e os ganhos mútuos.

Neste sentido, o conceito de redes convergentes pode ser associado e complementado pelo conceito de capital social, o qual implica o desenvolvimento da confiança entre parceiros e a

disposição de cooperar e trabalhar em conjunto. “Capital Social é o estoque de confiança ou boa vontade mútuas resultante de relações de cooperação, o qual pode ser acessado pelos participantes para garantir recursos e resultados desejados (Nahapiet and Ghoshal, 1998). Níveis mais elevados de capital social significam que os participantes estão interagindo com maior confiança, o que reduz custos de transação e melhora a eficiência da interação” (Kingsley e Melkers, 1999, pg. 166).¹⁴

Cabe aqui uma interrogação: qual o incentivo para que os atores dividam o seu conhecimento com outros ao invés de reterem-no para si?

De acordo com Davenport e Prusak (1998), as trocas e as transferências de conhecimento são essencialmente uma relação de mercado. As pessoas dividem conhecimentos por três motivos: reciprocidade, ou seja, para ganhar algo em troca; reputação – para ganhar ou aumentar sua fama de conhecedor de algum assunto; altruísmo (menos comum).

Nas redes convergentes, nas quais os atores estão dispostos a trabalhar juntos em cooperação, a reciprocidade é um elemento chave e necessariamente presente na base de sustentação das mesmas, uma vez que cooperar não é uma decisão individual e independente, mas sim uma atitude conjunta: “eu coopero porque/desde que todos cooperem”. Os atores começam a participar de redes com o objetivo de ganhar algo (conhecimentos, dinheiro, contatos importantes, etc) ou porque não são capazes de (ou não estão dispostos a) realizar algum empreendimento sozinhos, então buscam parceiros, pois percebem que vão ganhar com isso. E a rede só será efetiva e terá uma vida longa se os participantes estiverem satisfeitos com os ganhos obtidos nesta cooperação. Neste caso, eles se sentirão incentivados a dividir os seus conhecimentos, pois percebem que a troca é vantajosa (há reciprocidade). Caso os participantes não se sintam recompensados pela cooperação, então eles deixarão de dividir os seus conhecimentos e sairão da rede e, se muitos se sentirem assim, a rede se desfará.

A reciprocidade é fundamental para a confiança, para confiar é preciso saber que “eu posso dividir o meu conhecimento com o outro pois ele está cumprindo a parte dele”. Se não houver reciprocidade, não haverá confiança, portanto não haverá criação de capital social.

¹⁴ Social capital is the stock of mutual trust or goodwill accruing from cooperative relationships which can be called upon by participants to secure resources and desired outcomes (Nahapiet and Ghoshal, 1998). Higher levels of social capital mean that participants are interacting with greater trust, which reduces transaction costs and improves the efficiency of interaction” (Kingsley e Melkers, 1999, pg. 166).

Para saber se uma rede que trabalhou em cooperação num projeto obteve como resultado um aumento ou diminuição no estoque de capital social, Kingsley e Melkers (1999) sugerem alguns indicadores:

- O projeto gerou outros trabalhos em cooperação?
- houve aumento no montante de informações divididas entre os participantes?
- houve aumento na disposição de trabalharem juntos no futuro?
- os membros da rede relatam um aumento/diminuição na confiança que eles depositam na habilidade dos participantes do projeto para trabalharem com uma tecnologia?

Se esses indicadores mostrarem que houve um aumento no estoque de capital social, isto também significará a elevação no grau de convergência de uma rede. Mas é importante ressaltar que o estoque de capital social existente anteriormente ao projeto ou à rede que se quer avaliar pode ser considerado um dos fatores que afetará o desenvolvimento desta rede.

Numa rede convergente, qualquer ator pertencente a ela consegue identificar e mobilizar todas as qualificações da rede sem ter custos de adaptação, tradução ou decodificação. Quanto mais convergente é uma rede e quanto maior o seu estoque de capital social, maior é a sua irreversibilidade, pois mais fortes e duradouras serão as ligações entre os atores que a constituem.

Podemos perceber que existe uma forte relação entre a rede convergente e o *know-who* dos atores. Esta habilidade significa que o indivíduo é capaz de acessar pessoas que possuam o conhecimento que ele precisa e que estejam dispostas a ajudá-lo, ou seja, possuir *know-who* significa participar de uma ou várias redes convergentes. Se um ator participa de uma rede com baixo grau de convergência, ele terá dificuldade em acessar e se beneficiar do conhecimento dos outros participantes, isto significa que este ator não desenvolveu o *know-who*, não possui capacitação relacional.

Na teoria das redes tecno-econômicas, o conhecimento poderia ser visto como um intermediário, pois ele é o principal elemento trocado entre as pessoas que participam de uma rede. Os atores combinam várias formas de conhecimento, como textos e capacitações, e os transformam em novos intermediários (produtos, artigos, habilidades, etc). A tradução transforma conhecimentos tácitos em codificados ou codificados em outros codificados, de maneira que todos

os atores compreendam a linguagem; e o alinhamento e a coordenação possibilitam o processo de homogeneização da linguagem.

Nonaka e Takeuchi (1997) colocam que a cultura organizacional pode ser vista como um conjunto de crenças e conhecimentos compartilhados pelos membros da organização. Indivíduos de culturas diferentes levam tempo para compartilhar o conhecimento tácito, por isso é necessário uma fase prolongada de socialização e externalização entre eles para promover os ajustes necessários e também para desenvolver a confiança. Nesta fase da socialização, o tipo de conhecimento tácito compartilhado é o cognitivo, o quadro referencial interpretativo, ou seja, são visões de mundo, maneiras de pensar que vão se tornando claras durante o diálogo informal e a convivência. É este contato informal e a externalização do tácito cognitivo que possibilitam a um ator conhecer, compreender e confiar no outro. Segundo os autores acima, então, para promover a homogeneização da linguagem de diferentes organizações e possibilitar a comunicação e a troca de conhecimentos é necessário alguma convivência e troca de experiências. O alinhamento, a coordenação e a criação da confiança se dariam através da convivência e da socialização.

Então, dentro das redes de inovação, as quais envolvem atores heterogêneos, são necessárias muitas traduções, interações, socialização, compartilhamento de experiências e confiança mútua antes que os atores consigam se comunicar eficientemente e possam trocar conhecimentos.

1.5-A natureza do processo inovativo

Até aqui, temos tratado de redes de inovação sem nos ater ao significado deste conceito. Vamos agora tratar da natureza do processo inovativo e apresentar algumas definições e conceitos importantes.

“Essencialmente, inovação diz respeito à busca, descoberta, experimentação, desenvolvimento, imitação e adoção de novos produtos, novos processos de produção ou novas formas organizacionais” (Dosi, 1988, pg. 222).

Durante quase três décadas, o pensamento sobre ciência e tecnologia foi dominado por um modelo linear de inovação. Neste modelo, o desenvolvimento, a produção e a comercialização de novas tecnologias seguia uma seqüência temporal bem definida que se originava nas atividades de

pesquisa, passava por uma fase de desenvolvimento de produto, então chegava à produção e eventual comercialização. Estudos posteriores passaram a argumentar que a influência da demanda e do mercado eram fundamentais na determinação da direção e da taxa de mudança técnica. Atualmente, o processo de inovação foi finalmente reconhecido como sendo caracterizado por interações e *feedbacks* contínuos. O modelo iterativo de inovação diverge significativamente do modelo linear, pois enfatiza o papel central do design, os constantes *feedbacks* do mercado para a tecnologia e as numerosas interações entre ciência, tecnologia e usuários em todas as fases do processo de inovação (Kline e Rosenberg, 1986, OCDE, 1992).

No presente trabalho, o processo inovativo é visto como um processo iterativo, repleto de *feedbacks* tanto entre os diversos estágios do desenvolvimento (fases de design) da inovação quanto entre os pólos científico, tecnológico e de mercado. Além dos pequenos *feedbacks* durante o desenvolvimento da inovação (entre estágios de design e entre estes e o mercado), existem os grandes *feedbacks* entre o pólo tecnológico (de desenvolvimento) e o pólo científico (geração de novos conhecimentos científicos). O pólo científico fornece informações para a solução de problemas no desenvolvimento, e o pólo tecnológico alimenta o científico com novos conhecimentos.

A inovação não é resultado de um processo linear que se inicia com a pesquisa básica, passa pela pesquisa aplicada e termina com o desenvolvimento de um novo produto ou processo que é ofertado ao mercado. O processo inovativo não é determinista e não segue uma fórmula pronta, ele é socialmente construído pelos atores envolvidos ou interessados na geração da inovação. Neste sentido, a inovação não é consequência de desenvolvimentos da ciência e da tecnologia exógenos ao sistema econômico e social, como coloca a abordagem “technology push”, mas tampouco é resultado exclusivamente de uma demanda revelada, como defende a teoria “demand pull”. O processo inovativo deve ser entendido, do começo ao fim, como uma série de interações e trocas entre pesquisadores, usuários, técnicos, cientistas, governo, empresas, etc, que constituem a rede de inovação. Então, o conceito de rede de inovação surge com a percepção de que o desenvolvimento de novos produtos ou processos não acontece apenas dentro dos limites de uma organização isolada, mas envolve muitos atores e trocas constantes entre eles.

Na teoria das redes tecno-econômicas o caminho seguido pelo processo inovativo depende dos desdobramentos da rede, ou seja, depende da forma e do conteúdo das relações estabelecidas

entre os atores participantes. Assim, a geração da inovação não pode ser um processo linear, uma vez que é construído por interações entre diferentes atores e em diferentes contextos. Nesta teoria, então, o processo inovativo pode ser entendido como algo interativo, repleto de *loops* e socialmente construído. Portanto, a abordagem do modelo interativo de inovação e a abordagem das redes tecno-econômicas podem ser consideradas convergentes e até complementares para explicar o processo de inovação.

Uma interação muito importante dentro das redes de inovação, e que se destaca no estudo de caso que será apresentado à frente, é a relação usuário/produtor. Esta interação é fundamental para se obter sucesso no desenvolvimento e na difusão da inovação. Como coloca Lundvall, “A cooperação não acontece em apenas uma fase. Ao contrário, ela ocorre em diferentes estágios do processo. Primeiro, o usuário pode apresentar ao produtor necessidades específicas que devem ser satisfeitas pelo novo produto. Segundo, o produtor instala o produto (processo, equipamento, etc) e dá início à cooperação com o usuário. Neste estágio, o produtor pode oferecer um treinamento específico ao usuário. Depois que o produto foi adotado, pode transcorrer um período em que o produtor teria obrigações referentes a reparos e atualização do equipamento. A incerteza envolvida neste tipo de transação será considerável. O usuário não está somente comprando um produto com características desconhecidas. Ele está comprando também a cooperação de um grupo externo durante um período futuro. Se um usuário tem a escolha entre um produtor conhecido pelo produto tecnicamente avançado e a preço baixo, mas que possui um histórico fraco em termos de performance moral e, do outro lado, há um produtor bem conhecido pela confiabilidade, o primeiro será passado para trás” (Lundvall, 1988, pg. 353). Mais uma vez, constatamos que o desenvolvimento da confiança é um fator decisivo para o sucesso da cooperação, ou seja, a criação de capital social é fundamental.

E a incerteza citada acima é apenas uma das incertezas envolvidas no processo de inovação. Como esclarece Dosi (1988), a inovação envolve um elemento fundamental de incerteza, devido essencialmente a : a) existência de problemas tecno-econômicos cuja maneira de solucionar é desconhecida, b) impossibilidade de traçar precisamente quais serão as conseqüências das ações.

No modelo de Nonaka e Takeuchi (1997), a inovação é o resultado de diversas transformações do conhecimento, principalmente de tácito em explícito. Todo o processo de

criação do conhecimento dentro da organização, tanto na forma de novos produtos e processos quanto na forma de novas práticas gerenciais e rotinas organizacionais, é baseado na interação e na convivência entre os indivíduos da organização.

Estes autores propõem a figura 1.1 (no final do capítulo, pg. 37) para explicar o processo de criação do conhecimento (criação da inovação) dentro da empresa. Este processo não é linear e com sentido único, mas sim composto por movimentos circulares e feedbacks durante toda a criação e desenvolvimento da inovação.

O processo descrito por Nonaka e Takeuchi pode ser identificado com os loops descritos na fase de desenvolvimento (*design*) do modelo interativo de inovação.

Os autores acima focam sua análise na criação de conhecimento dentro da organização, portanto, não analisam as interações entre o pólo tecnológico (desenvolvimento) e o pólo científico (universidades, instituições de pesquisa, etc).

Um elemento novo trazido pelo modelo de criação do conhecimento é a percepção da crescente explicitação e coletivização do conhecimento no decorrer do processo de desenvolvimento da inovação. O início do processo é marcado pela utilização de formas tácitas e individuais de conhecimento, mas no seu decorrer (com a socialização e externalização) o conhecimento coletivo e explícito passa a predominar cada vez mais até chegar à inovação. Ou seja, o conhecimento se transforma de tácito individual em social codificado, gerando a inovação, que é uma combinação de conhecimentos que foram sendo explicitados. Mas, durante todo o processo, há retroalimentações, e o explícito recém-criado é internalizado pelos atores através do *learning by doing* e transformado em tácito individual, dando continuidade à espiral do conhecimento.

As contribuições do modelo interativo, das redes tecno-econômicas, do modelo de criação do conhecimento e do conceito de hardware (de Nelson e Romer) serão agregadas e formarão o instrumental de análise deste trabalho, segundo o qual serão analisados os processos de criação, circulação e transformação do conhecimento dentro de redes de inovação.

1.6- Esquema analítico

Neste item, vamos juntar as teorias expostas anteriormente para formar um referencial analítico que se propõe a explicar como o conhecimento é criado, circula e se transforma dentro de redes heterogêneas durante o processo de gestação de uma inovação.

As redes são formadas por muitos atores heterogêneos, que possuem diferentes linguagens, visões de mundo, interesses, culturas empresariais, etc. Como vimos em Callon (1994), estas redes podem ser mais ou menos convergentes, dependendo do seu grau de alinhamento e coordenação, os quais indicam se as traduções (comunicações) entre os atores são boas ou ruins.

O primeiro passo para que os atores possam trabalhar juntos é possibilitar a comunicação entre eles. Para isto, o processo de homogeneização da linguagem é fundamental. E como se dá esta homogeneização?

Através da convivência, de constantes interações e da troca de experiências, ou seja, socialização. O tipo de conhecimento tácito socializado aqui é aquele denominado por Nonaka e Takeuchi como **cognitivo**, isto é, modelos mentais, crenças, visões de mundo, maneiras de encarar os problemas. São percepções e pensamentos tão arraigados e implícitos que o próprio indivíduo não pode explicitá-los, mas, através da convivência, vão sendo revelados aos poucos, o que vai ampliando a compreensão mútua entre os indivíduos. Durante o convívio, os atores expressam sua visão de mundo, compartilham idéias, opiniões e desenvolvem a confiança mútua, o que propicia um ambiente de cooperação e cria um estoque de capital social. Neste ambiente, é possível criar regras que limitam as traduções, ou seja, a coordenação se torna possível.

Nesta primeira fase, que possibilita que os atores se comuniquem e possam trabalhar juntos, as traduções não ficam perfeitas e sem ambigüidades. Durante o trabalho em cooperação, as traduções vão melhorando aos poucos e tornam a rede mais convergente. Algumas redes podem chegar a ser muito convergentes e ter uma vida longa, outras podem ser pouco convergentes e se desfazerem logo.

Ao trabalharem juntos, os atores trocam muitos conhecimentos tácitos e explícitos, mas, para criarem novos conhecimentos, precisam explicitar o tácito que foi coletivizado e combiná-lo com o conhecimento codificado existente. “Como já explicamos, a socialização tem como objetivo

compartilhar o conhecimento tácito. Isoladamente, contudo, constitui uma forma limitada de criação do conhecimento. A não ser que se torne explícito, o conhecimento compartilhado não pode ser facilmente alavancado pela organização como um todo. Além disso, a mera combinação de diferentes informações explícitas em um todo novo, na realidade, não amplia a base de conhecimentos existentes da empresa. Porém, quando há interação entre o conhecimento explícito e o conhecimento tácito... surge a inovação.” (Nonaka e Takeuchi, pg. 79).

Os participantes da rede iniciam a espiral do conhecimento (proposta por Nonaka e Takeuchi) com a socialização, desenvolvendo um “campo” de interação. Através do diálogo e da reflexão coletiva, provocam a externalização, isto é, articulam o conhecimento tácito oculto e criam conceitos. Estes conceitos recém criados são combinados aos conhecimentos explícitos existentes e geram um novo produto, serviço ou sistema gerencial (conhecimento sistêmico). Os novos conceitos e novas idéias que foram criados são internalizados pelos atores através da participação neste processo, ou seja, através do “aprender fazendo”. Ver figura 1.2 no final do capítulo (pg. 39).

Essa espiral do conhecimento acontece incessantemente atingindo vários níveis de interação e englobando diferentes atores. Por exemplo, na primeira fase de desenvolvimento de um novo produto, vários atores participam, na segunda fase entram novos atores e permanecem somente alguns, na terceira fase mudam novamente e assim por diante. Mas o conhecimento criado em cada fase vai se cristalizando nos níveis seguintes e sendo ampliado até chegar à inovação. Esta, por sua vez, será difundida por todos os atores que participam do processo e estes a internalizarão. Desta internalização surge o conhecimento tácito do usuário da inovação, que será compartilhado por toda a rede e desencadeará um novo ciclo de criação de conhecimento, cujo resultado pode ser uma melhoria incremental no mesmo produto ou um produto (processo ou serviço) completamente novo.

Mas isso tudo acontecerá apenas se a rede funcionar de forma eficiente e vantajosa para todos, ou seja, com um bom grau de convergência e confiança. Se os atores não conseguirem se entender e a rede não atingir um mínimo de convergência, então esta se desintegrará antes mesmo de chegar a um primeiro resultado.

Vejamos na figura 1.3 (na página 41) como se dá a criação do conhecimento dentro de redes de inovação.

Ao passar de uma fase de desenvolvimento para outra, uma parte do conhecimento transferido está incorporado em hardware (objetos, produtos, instrumentos, etc), e não apenas em pessoas ou livros e artigos.

Dentro das várias espirais, o conhecimento está constantemente passando por conversões e circulando entre os atores, pois é isto que possibilita que novos conhecimentos sejam criados.

Numa rede de inovação, constituída por várias organizações, o conhecimento pode passar por seis tipos de conversões. Além daquelas quatro, propostas por Nonaka: socialização, externalização, combinação e internalização, é preciso acrescentar mais duas conversões para dar conta das interações entre organizações. A transferência de conhecimento explícito de uma organização para outra será chamada de **transferência**, e a transferência do tácito de uma organização para outra será chamada de **socialização inter-institucional**.

Na figura 1.4 (pg. 43) estão esquematizadas as seis conversões aqui tratadas.

O conhecimento explícito, devido à sua característica de ser muito facilmente transferido, é tratado como um conhecimento de natureza coletiva, por isso não é feita sua separação em individual/coletivo. Já o conhecimento tácito, por ser incorporado em pessoas, possui uma natureza individual, mas, através da socialização, pode se transformar em coletivo. O conhecimento tácito transferido de uma organização para outra pode ser individual ou coletivo dentro da emissora, mas como essa transmissão é uma “coletivização externa”, em qualquer caso ela será chamada sempre de socialização inter-institucional.

Mesmo com essas duas novas conversões, a espiral do conhecimento não se modificaria, pois a socialização inter-institucional cumpre papel semelhante à socialização (criação de um campo de interação) e estariam no mesmo quadrante; e a transferência ficaria no quadrante da combinação, uma vez que aquela representa o fluxo de conhecimentos explícitos que serão combinados com outros.

A circulação do conhecimento entre os atores participantes da rede inclui interações com os usuários, pois no processo de desenvolvimento de uma inovação, o feedback do usuário tem papel chave. Então, um (ou vários) dos atores da rede é o usuário, e ele troca muitos conhecimentos com os produtores. Além do pólo de mercado (usuários) e do pólo tecnológico (produtores da tecnologia), a gestação de uma inovação envolve interações com o pólo científico.

No desenvolvimento da tecnologia, é preciso acessar muitas vezes a base de conhecimento científico e tecnológico (livros, artigos, escalas...), e se esta não responder às dúvidas, será necessário promover pesquisas junto às universidades ou instituições públicas. Assim, também participam da rede atores do pólo científico. Eles transferem conhecimentos codificados para o pólo tecnológico (teorias, conceitos, fórmulas) e recebem conhecimentos codificados na forma de novas descobertas (patentes, artigos). Quando há necessidade de realizar pesquisas em parceria com universidades, a interação com os pesquisadores pode propiciar também o compartilhamento do tácito.

Então, como coloca a teoria das redes tecno-econômicas, no processo de criação de inovações participam atores dos pólos científico, tecnológico e de mercado. Estes atores trocam muitos conhecimentos, de uma forma interativa e repleta de feedbacks.

Vejamos como se dá a circulação do conhecimento tácito e explícito dentro do modelo interativo de inovação (figura 1.5, pg. 45).

CONCLUSÃO

Neste capítulo, foi apresentado o quadro conceitual que forma o instrumental de análise deste trabalho. O conhecimento circula e se transforma muitas vezes dentro da rede formada por empresas, institutos públicos, usuários, universidades e outros atores que participam da geração de uma inovação. Mas essa troca de conhecimentos não ocorre de forma natural e sem problemas, ela exige disposição de cooperar, contato pessoal, coordenação e confiança.

O primeiro passo para se estabelecer a rede é a homogeneização da linguagem dos atores, que se dá pela convivência, troca de experiências e socialização do tácito cognitivo. Durante o desenvolvimento da inovação, há muitas trocas de conhecimentos codificados e tácitos e muitas conversões do conhecimento em vários níveis de interação. O usuário compartilha informações (*know-what*), conhecimentos tácitos cognitivos e também o *know-how* que ele possui, o pólo científico e o tecnológico compartilham conhecimentos codificados e tácitos (expertise e habilidades), e os atores dos três pólos utilizam o *know-who* para acessar conhecimentos da rede e se beneficiar deles.

Como resultado dessas interações surge a inovação e, além disso, criam-se muitas competências e capacitações, *spillovers* e *spin-offs*.

Figura 1.1:

Modelo de cinco fases do processo de criação do conhecimento

(Nonaka e Takeuchi, 1997, pg. 96)

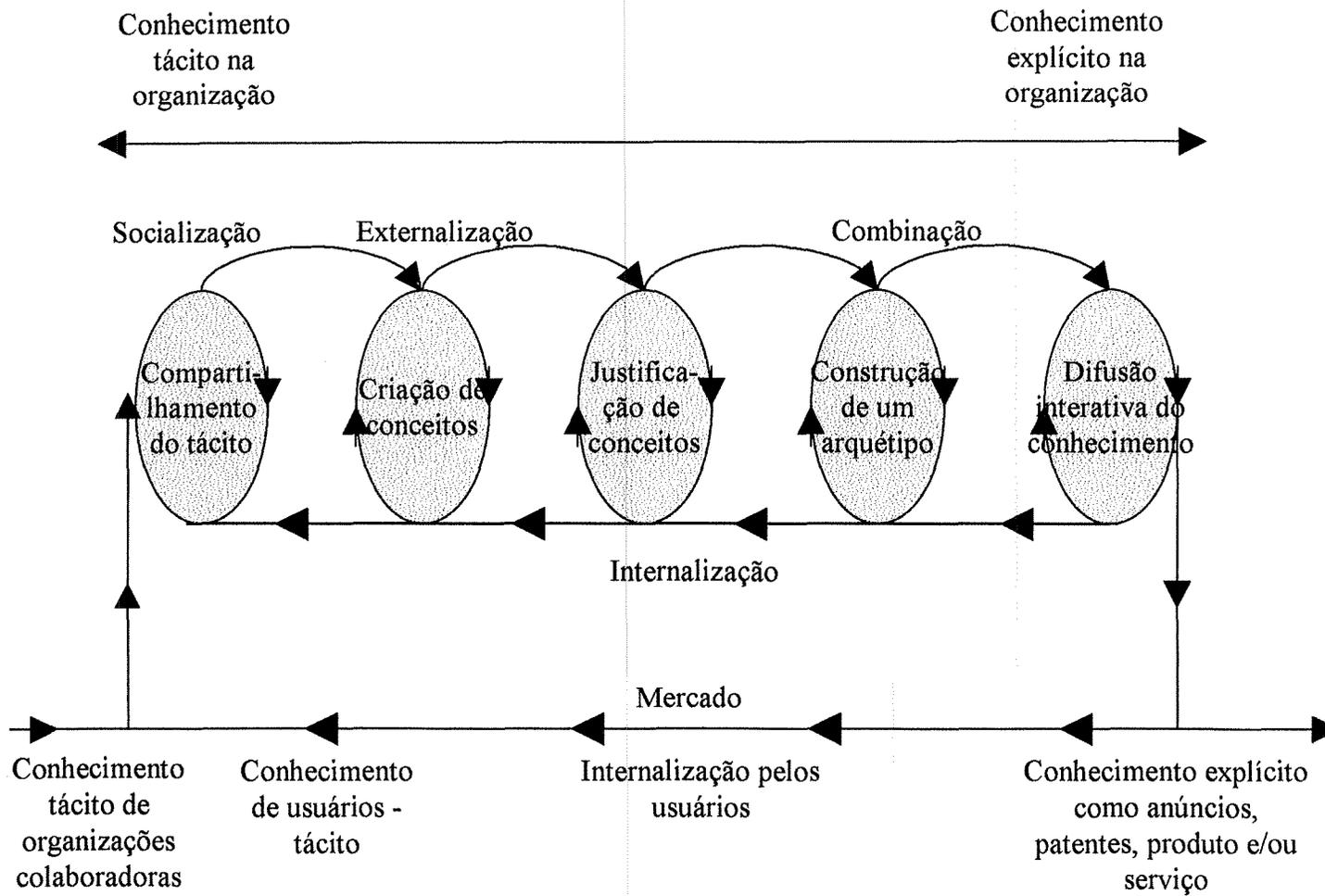


Figura 1.2: Espiral do conhecimento

(Nonaka e Takeuchi, 1997, pg. 80)

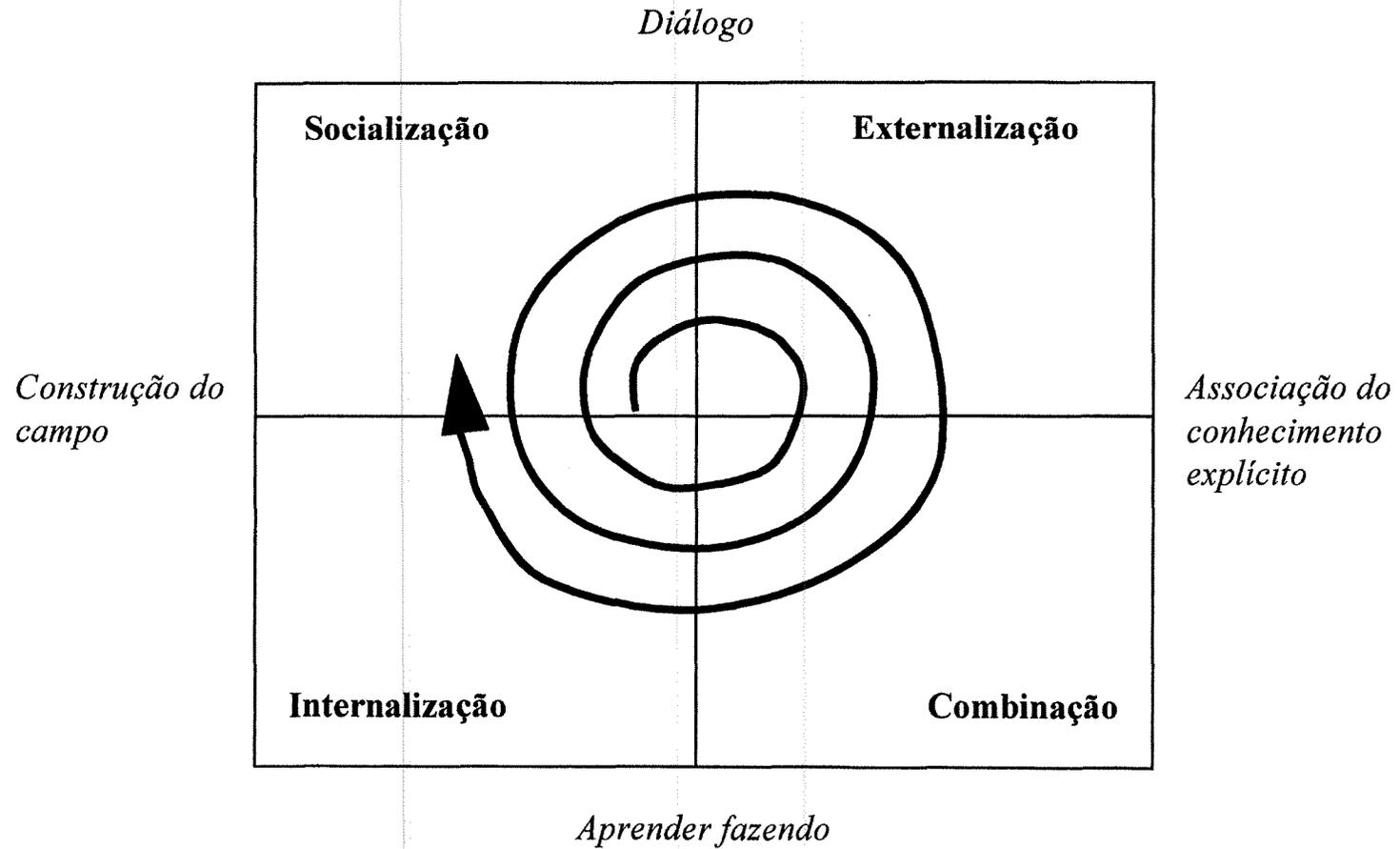


Figura 1.3:
Criação do conhecimento através da
interação inter-institucional

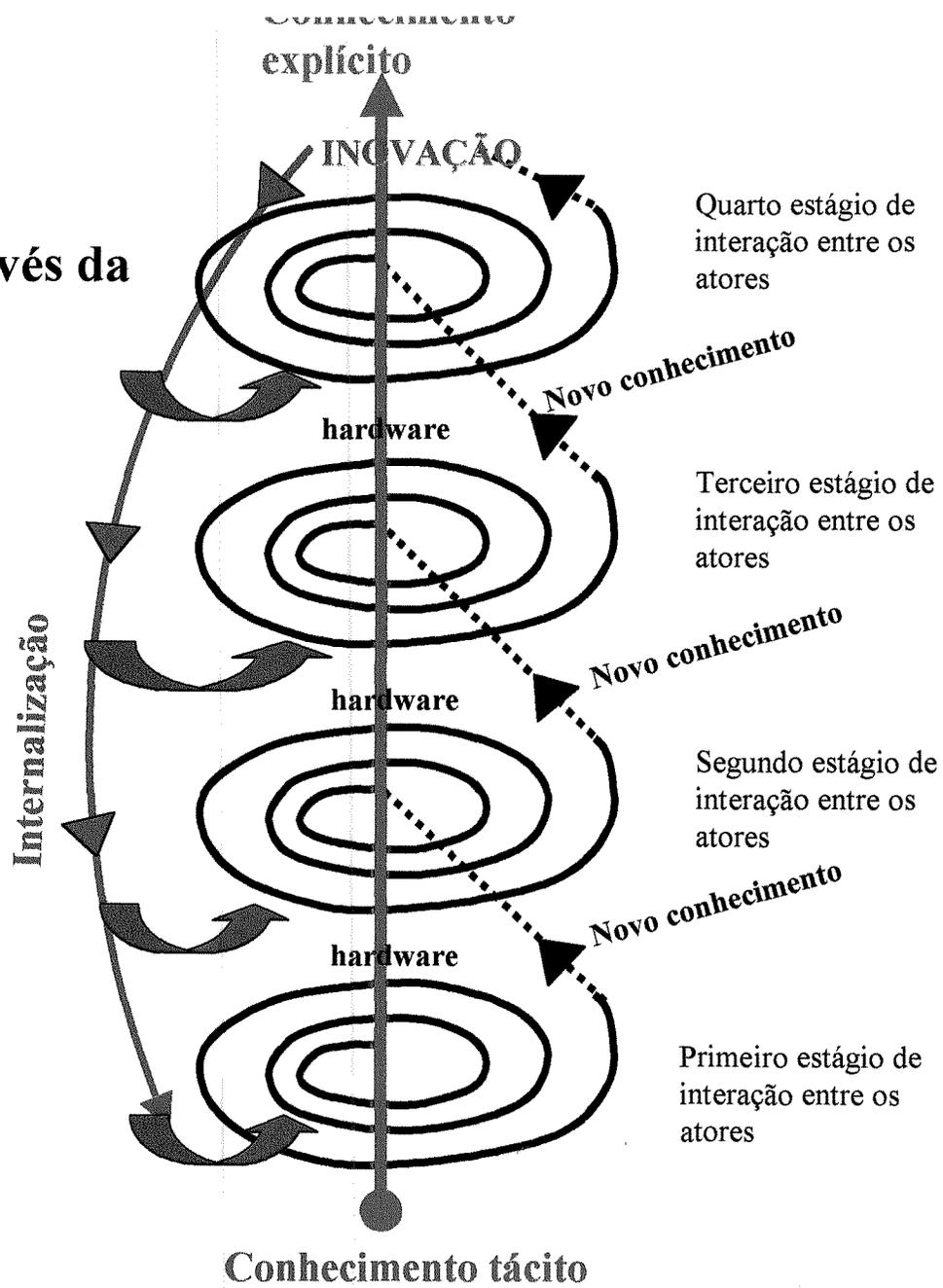
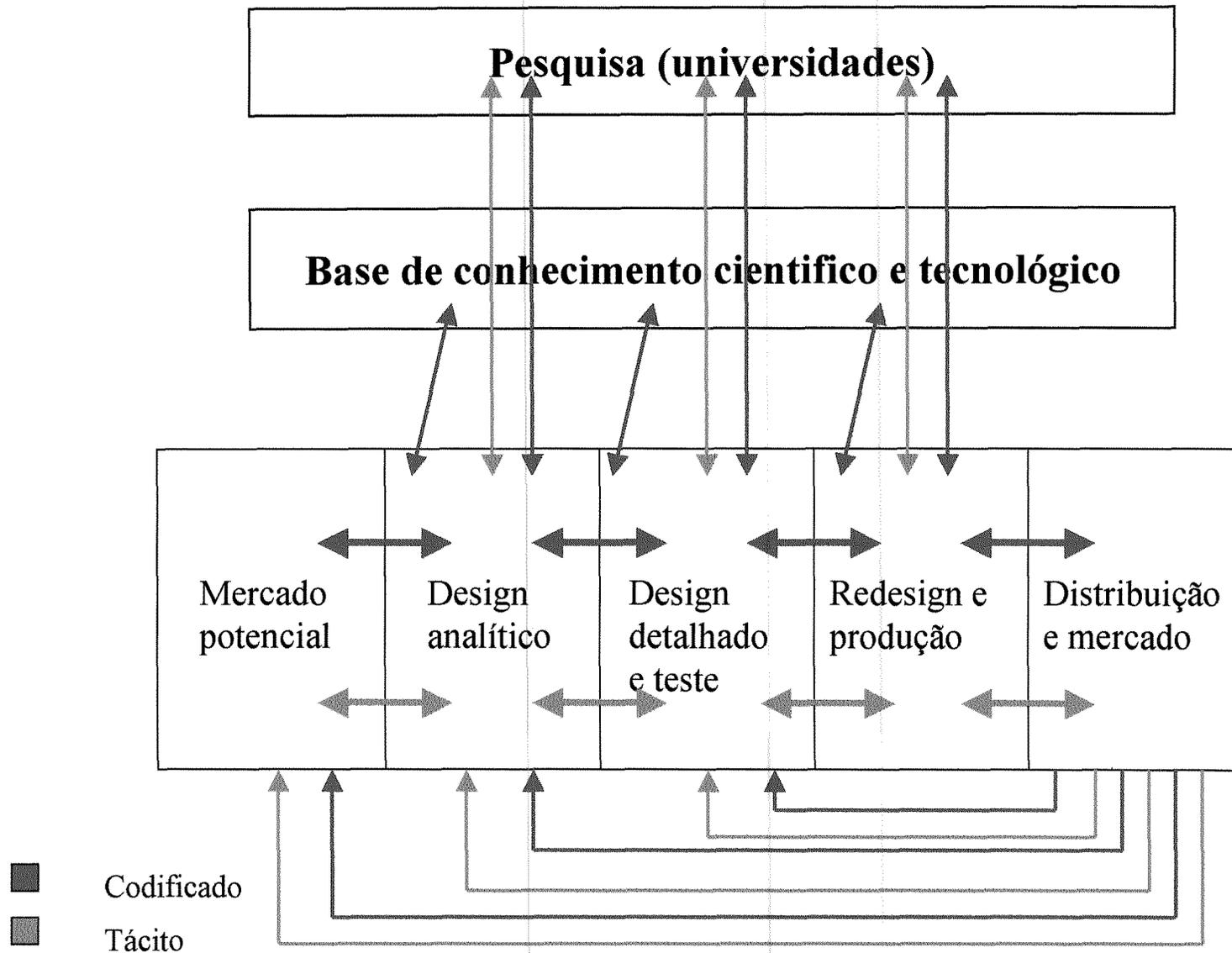


Figura 1.5: Circulação dos conhecimentos tácito e explícito dentro do modelo interativo (adaptado de Kline e Rosenberg, 1986)



CAPÍTULO 2: O PROCANA

INTRODUÇÃO

No capítulo anterior foi apresentado o referencial teórico deste trabalho e foi proposto um esquema para interpretar a criação, circulação e transformação do conhecimento em redes de inovação. Neste capítulo, será apresentada a rede de inovação a ser analisada no presente trabalho.

A importância de se tomar como objeto de análise uma **rede** voltada para o desenvolvimento de uma inovação é o fato de que “novas tecnologias são cada vez menos o resultado de esforços isolados de um indivíduo ou uma firma individual. Elas são, cada vez mais, criadas, desenvolvidas, lançadas nos mercados e difundidas através de complexos mecanismos baseados em ligações e relações inter-organizacionais... No caso das atividades de P&D e de inovação, a necessidade de cooperação resulta de particulares aspectos da “informação” científica e tecnológica e da forte tendência de fusão de disciplinas e de campos técnicos anteriormente separados” (OCDE, 1992, pg. 68).

A forma e o conteúdo da rede de inovação depende das circunstâncias da sua formação e dos objetivos para os quais as ligações foram estabelecidas.

O caso que será estudado aqui é o de uma rede voltada para a geração de tecnologia para a agricultura: o Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-açúcar do IAC (PROCANA). Este programa, realizado em parceria com usuários, universidades e outras instituições, objetiva criar novas e melhoradas variedades de cana-de-açúcar, adaptadas ao seu ambiente de produção e acompanhadas de uma “bula” com instruções sobre manejo, técnicas de cultivo, doenças, adubação, etc.

O melhoramento genético é feito através da hibridação intervarietal e seleção das plantas que vão apresentando desempenho superior ao longo de um período de tempo.

“ O melhorista de cana-de-açúcar busca, em última instância, a elevada produtividade. Porém, para isso, ele terá que considerar uma série muito grande de fatores isolados ou interativos, desde aspectos morfológicos e fisiológicos, até resistência/tolerância a pragas e doenças. A mensuração de todas as características que determinam o potencial produtivo final é

bastante difícil, especialmente porque muitos deles não se manifestam isoladamente, mas sim por efeitos interativos... Toda experimentação é feita para que esse complexo efeito interativo do ambiente, que leva à variabilidade na produção, seja captado a um nível tal que dê um mínimo possível de informações sobre o comportamento da variedade sob as variadas condições que poderão influir na sua produtividade ao longo do tempo de seu cultivo. Como a cana-de-açúcar é cultivada em muitas condições edáficas, climáticas e geográficas, não se pode dispensar a seleção e experimentação num número razoável daquelas condições, inclusive em anos distintos” (Matsuoka, 2000, pg.7).

Resumidamente, o desenvolvimento de variedades pelo Procana pode ser dividido em quatro etapas:

1) Realização de cruzamentos entre diversas variedades de cana-de-açúcar (que estão depositadas num banco de germoplasmas da Copersucar) e posterior produção de sementes.

2) Germinação das sementes numa estação experimental do IAC; envio das mudas para plantio em sete estações experimentais do IAC. As plantas são observadas e selecionadas durante quatro anos.

3) Envio das plantas selecionadas para várias usinas conveniadas que participam dos ensaios de competição regionais (experimentos montados em usinas da mesma região em que foram selecionadas as plantas). As plantas serão observadas e comparadas às variedades padrão (variedades comerciais) e, durante quatro anos, aquelas que apresentarem um desempenho igual ou superior às variedades padrão serão selecionadas.

4) As plantas selecionadas nos ensaios regionais são consideradas pré-variedades, pois tiveram um ótimo desempenho nas regiões em que foram selecionadas. A última etapa é chamada de Ensaios de competição estaduais, os quais têm o propósito de avaliar o desempenho das pré-variedades em várias usinas com diferentes contextos edafoclimáticos e validar a utilização das mesmas num âmbito maior. Após este teste das plantas em âmbito estadual, aquelas de desempenho igual ou superior às variedades padrão serão lançadas como variedades.

De acordo com Evenson (1974), variedades de plantas incorporam tecnologias genéticas na forma de resistência a doenças, resposta ao uso de fertilizantes, adaptação a diferentes ambientes e outras características. Este autor coloca que o princípio da especificidade tecnológica deve ser enfatizado antes de se discutir a criação e difusão de tecnologias para a agricultura. Este

princípio significa que uma técnica ou conjunto de técnicas é economicamente superior a uma técnica alternativa somente sob determinadas condições de solo, clima e aspectos econômicos. Ou seja, as tecnologias geradas são específicas a um determinado ambiente. Por isto, cada sistema de pesquisa agrícola é organizado em uma base regional, em estações experimentais. A tecnologia criada em uma estação é transferida para outras estações para ser testada em outras condições edafoclimáticas. Posteriormente, ela será transferida aos produtores para que seu desempenho seja testado frente ao desempenho das tecnologias existentes. Assim, “há um forte incentivo ao desenvolvimento de uma rede de estações de pesquisa, onde o germoplasma possa ser intercambiado e, também, onde possa ocorrer uma comunicação científica ativa” (Evenson, 1974, pg. 59)¹⁵, e existe também um estímulo à formação de parcerias com os produtores agrícolas para que a tecnologia (variedade) possa ser testada em mais ambientes e para que esta seja comparada às tecnologias existentes.

O PROCANA foi criado nesta forma de rede descrita acima, com uma cultura organizacional totalmente voltada às demandas da agroindústria canavieira e com uma característica fortemente multidisciplinar (integrando várias áreas do conhecimento) na condução dos projetos em cana-de-açúcar, como veremos mais à frente.

Este capítulo visa apresentar o PROCANA, explicando o contexto de seu surgimento, os seus objetivos, a forma de organização, a equipe que participa na execução do programa, as fontes de financiamento e os resultados obtidos.

2.1- Histórico da pesquisa

O melhoramento genético da cana-de-açúcar passou a se desenvolver no final do século passado e começo deste, principalmente em razão da preocupação em obter materiais resistentes a sérias doenças da época, especialmente “sereh” e escaldadura das folhas. Posteriormente, epidemias severas de Mosaico, Carvão e outras doenças induziram o aparecimento de vários programas de melhoramento genético no mundo todo. Hoje, uma cultura de tamanha dimensão, e

¹⁵ “there are a strong incentive for the development of a network of research stations in which germplasm is exchanged and where active scientific communication is undertaken” (Evenson, 1974, pg. 59).

ainda por ser semipermanente, não teria condições de sobrevivência se não contasse com híbridos resistentes à grande maioria dessas doenças (Matsuoka, 2000).

A introdução e estudo de coleções de germoplasma originários de outros centros mundiais consiste na maneira mais rápida e econômica de obter acréscimos na produção agrícola, via melhoramento genético de plantas. Esse método, muito utilizado no desenvolvimento inicial de uma cultura, deve ser acompanhado de estudos que avaliem a adaptação desses germoplasmas às novas condições edafoclimáticas. Outro modo, mais eficiente e seguro, é a criação de variedades próprias, por meio de técnicas de hibridação e seleção. Esses foram os principais métodos utilizados no decorrer dos estudos com cana-de-açúcar no Instituto Agrônomo, visando ao melhoramento da cultura no Estado de São Paulo.

O Instituto Agrônomo iniciou a pesquisa com cana-de-açúcar em 1892 com Franz W. Dafert, cientista austríaco contratado para implantar a Estação Imperial em 1887, com um ensaio de 42 variedades de cana nobre, em duas condições de cultivo. No final do século passado, a gomose nas lavouras do sul da Bahia e de Pernambuco preocupava o setor canavieiro paulista devido à susceptibilidade da cana caiana. No final da década de 20, a crise (devida ao mosaico) incentivou a criação de programas de melhoramento genético, que eram feitos através da introdução de variedades importadas e da adaptação das mesmas ao ambiente. Em 1930, Frederico de Menezes Veiga liderou, em Campos-RJ, o programa de melhoramento que resultou nas variedades CB. Concomitantemente, em Piracicaba-SP, José Manuel de Aguirre Jr. começou com a introdução de genótipos e, a partir de 1934, instalou o primeiro programa de melhoramento genético da cana-de-açúcar do Estado de São Paulo no IAC, juntamente com as primeiras experimentações de métodos de cultivo da cultura.

Variedades de cana importadas de Java (POJ) e Índia (Co) vieram nessa época a substituir as variedades plantadas em São Paulo susceptíveis ao mosaico. Nas décadas de quarenta e cinquenta, também foram avaliados genótipos desenvolvidos em Campos (RJ), que posteriormente foram muito plantados no Estado de São Paulo, juntamente com as variedades IAC48-65, IAC50-134, IAC51-205 e IAC52-150. A partir desta época, os estudos de adubação, calagem e uso de vinhaça na cana-de-açúcar também tiveram grande desenvolvimento.

A contribuição também se estendeu com a participação dos pesquisadores Carlos Arnaldo Krug e Hermindo Antunes Filho na formação dos programas de melhoramento da Planalsucar e

Copersucar no final dos anos sessenta. A criação destes dois programas dinamizou a pesquisa canavieira no País; por outro lado, o IAC passou a priorizar outros ramos da agricultura, trazendo grande desmotivação interna na área de cana-de-açúcar. Mesmo assim, neste período, o IAC manteve vinte projetos na Seção de Cana-de-Açúcar. Em 1972, foi firmado um convênio entre a Copersucar e o IAC para a introdução de material vegetal, possibilitando, até 1983, a introdução de 678 genótipos de vários países. A partir de 1976, tem sido possível a utilização dos campos de cruzamentos de Camamu, BA, pertencentes à Copersucar, por especial deferência desta ao IAC. Esses campos apresentam condições climáticas para a hibridação da cana-de-açúcar superiores às aquelas de Ubatuba (SP), onde eram realizados os cruzamentos do IAC até então.

Na década de oitenta, o pesquisador Raphael Alvarez iniciou o projeto de regionalização do melhoramento. No final desta década, o recuo dos programas Planalsucar e Copersucar permitiu que o programa do IAC se reposicionasse, eliminando a forma administrativa estanque de seção e se incorporando à Divisão de Estações Experimentais, aumentando a interface regional com a agroindústria sucroalcooleira de forma descentralizada¹⁷.

Com relação à história recente do Instituto Agrônômico, segundo Mello (2000), o que mais se destaca é a relativa dificuldade em internalizar as alterações do ambiente externo, adaptando as áreas técnicas para atuar nas novas tecnologias e buscando formas que permitam maior flexibilidade na administração dos recursos e do quadro de pessoal. As origens dessas dificuldades se encontram no modelo de atuação do Estado e na forma de organização da pesquisa que tem prevalecido desde o pós-guerra.

Desde este período até a década de oitenta, aproximadamente, a concepção do processo de inovação que subjazia as políticas e instituições de ciência e tecnologia era o modelo linear de inovação, segundo o qual as inovações surgem de um processo linear que tem início em conhecimentos científicos (pesquisa básica), que passam por uma fase de aplicação (pesquisa aplicada) e, finalmente, geram novos produtos ou processos, que poderão ser posteriormente difundidos. A atuação do Estado, neste caso, deveria se dar preferencialmente nas fases de pesquisa básica, admitindo-se que a aplicação e o desenvolvimento de inovações seriam feitos “espontaneamente” pelo setor privado. Este modelo de atuação do Estado é chamado de ofertista,

¹⁷ As informações sobre o histórico da pesquisa em cana realizada pelo IAC foram obtidas em Landell e Alvarez (1993) e em Rossetto et. al. (2000).

pois oferta (financia) a pesquisa básica à sociedade e deixa os desdobramentos (aplicação, inovação, difusão) por conta do mercado.

“O paradigma institucional que prevaleceu nos últimos 35 a 40 anos quase desobrigava as organizações e seus membros a planejarem a captação e a geração de recursos financeiros fora do âmbito da dotação pública (estatal). Mesmo naquelas organizações cujas atribuições implicavam a prática de venda de serviços, era raro encontrar metas de autonomia financeira. Hoje, a situação se inverteu, sendo raras as organizações que não estejam buscando alternativas para diversificar suas fontes de financiamento” (Mello, 2000, pg.30).

Nos anos oitenta e noventa, nota-se em diferentes países uma busca de novos modelos de atuação do Estado na área de ciência e tecnologia. O modelo linear de inovação foi contestado por muitos pesquisadores que estudam novas alternativas e políticas para a área de ciência e tecnologia, como Kline e Rosenberg (1986), OCDE (1992). Como foi explicado no item 1.5, estes autores colocam que o processo de inovação é caracterizado por muitas interações entre diferentes atores, é repleto de feedbacks (efeitos de retroalimentação) e não tem uma seqüência linear, pois seus desdobramentos dependem dos atores que participam do processo, da relação entre eles e com o ambiente, da natureza da inovação em questão e outros fatores.

“Em 1996, foi iniciado no IAC um processo de reorganização baseado nos procedimentos de planejamento estratégico, que permitiu a avaliação da missão, diretrizes, pontos fracos e fortes do Instituto. Em 1997 novo projeto é iniciado, o qual, dando continuidade aos trabalhos realizados no período anterior, buscou elaborar um amplo projeto para os principais problemas do Instituto... [Porém] na verdade, pode-se afirmar que os resultados até o momento alcançados são mais importantes para estimular projetos futuros mais ousados de mudança institucional, visto que se criou um clima mais favorável à mudança, especialmente quando são levados em conta os resultados alcançados por alguns grupos e/ou programas de pesquisa” (Mello, 2000, pg.135).

O Procana é um dos programas que conseguiu maior flexibilidade, buscou financiamento externo (como veremos nas fontes de financiamento) e construiu uma forte interação com os atores participantes do processo inovativo (setor privado, usuários, universidades).

2.2- O Procana e sua área de atuação¹⁸

Nesta nova realidade do final dos anos oitenta e início dos anos noventa, surgiu o Procana. A criação deste programa foi resultado da conjunção de vários fatores. Por um lado, houve uma reorganização institucional dentro do IAC que, no final da década de oitenta, extinguiu a Seção de Cana e criou o Programa Cana, incorporando-o à Divisão de Estações Experimentais e envolvendo a infra-estrutura das diversas estações. Havia também uma forte vontade de fortalecer a pesquisa em cana-de-açúcar por parte dos pesquisadores Marcos Landell (lotado em Ribeirão Preto), Mário Campana (lotado em Jaú) e Pery Figueiredo (lotado em Campinas). Em final de 1993, a estrutura do Programa Cana foi redefinida e uma nova estratégia para captação de recursos foi planejada. Em 1994 foram contratados três pesquisadores para este programa, sendo um especialista em melhoramento genético, uma especialista em solos e nutrição de plantas e uma especialista em fitopatologia e entomologia.

Por outro lado, havia um interesse demonstrado pelos agrônomos das usinas da região de Ribeirão Preto, os quais eram amigos de Marcos Landell e o incentivaram a formar um programa de cooperação junto aos produtores de cana, visando a obtenção de recursos que dotassem o IAC de uma melhor estrutura para atingir suas metas na canavicultura. Pode-se perceber, então, a importância da capacidade relacional (o *know-who*) do pesquisador do IAC para o surgimento da rede de cooperação do programa.

Então, por um lado, houve uma reorganização institucional e uma vontade interna de revitalizar a pesquisa em cana-de-açúcar, por outro lado, houve uma demanda por parte dos usuários “puxando” a criação de um programa de cooperação para o desenvolvimento de novas variedades. Assim, em outubro de 1994, se efetivou o PROCANA - um convênio de cooperação entre o IAC, as empresas da agroindústria do açúcar e do álcool e a Fundação de Apoio à Pesquisa Agrícola (FUNDAG).

O programa integra em suas atividades várias áreas da pesquisa sobre cana-de-açúcar (multidisciplinaridade). O projeto principal é o de melhoramento genético visando a obtenção de cultivares de cana-de-açúcar mais produtivos, com maior riqueza em açúcar e com adicionalidades que proporcionem vantagem econômica. Assessoram e complementam o estudo de melhoramento

¹⁸ As informações sobre o surgimento do Procana foram obtidas em entrevista realizada com Marcos Landell

genético vários outros projetos que visam estudar o manejo desses cultivares antes e também depois da sua liberação comercial. São os projetos da área de fitotecnia que envolvem estudos de fisiologia, fitopatologia, entomologia, pedologia, fertilidade, adubação, climatologia e matologia.

O convênio de pesquisa Procana abrange extensas regiões do estado de São Paulo, expandindo-se para os estados de Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e Goiás. Os trabalhos de melhoramento genético incluem cerca de 120 experimentos de campo anuais, distribuídos entre as Estações Experimentais do IAC e as 27 empresas conveniadas, o que reflete a preocupação do IAC em analisar o desempenho e caracterizar o material genético desenvolvido em cada ambiente de produção. Anualmente são feitos cruzamentos genéticos na Estação da Copersucar em Camamu (Convênio IAC/Copersucar) e, posteriormente, sementes desses cruzamentos irão compor experimentos de campo básicos, que iniciam-se nas Estações Experimentais do IAC a cada ano.

As Estações Experimentais representam regiões do Estado cultivadas com a cana-de-açúcar e com grande variabilidade de clima e solo, a saber: Piracicaba, Ribeirão Preto, Jaú, Pindorama, Assis, Mococa e Adamantina. Após alguns anos de seleção, os clones promissores são cultivados em experimentos de competição regionais nas usinas conveniadas e, depois de mais alguns anos, são testados em usinas conveniadas localizadas nas mais diversas regiões do Estado de São Paulo e também em Goiás, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais.

Então, o desenvolvimento do Procana ocorre em ciclos, iniciando anualmente um novo ciclo, que se estende por oito anos (no mínimo) para seleção local, regional e estadual, avaliando o potencial dos clones daquela série como possíveis variedades.

2.3- Objetivos do Procana

- Obter variedades produtivas, ricas em sacarose, resistentes a pragas e doenças e que apresentem adicionalidades que representem vantagens econômicas;
- Desenvolver pacote tecnológico (caracterização ambiental ou regionalização de variedades, técnicas de cultivo, sistemas de produção) que acompanha a variedade melhorada;

(coordenador geral do Procana).

- Validar a tecnologia ou acompanhar o desempenho da variedade nos locais onde é introduzida;
- Gerar tecnologia fitotécnica;
- Difundir as tecnologias geradas.

2.4- Forma de Organização do Procana e equipe envolvida

A organização do Procana baseia-se em um **programa** de pesquisa, configurado como uma rede, e não num **centro** de pesquisa, por isto não tem sede própria, é descentralizado e seus pesquisadores estão lotados em três Estações Experimentais nas regiões de Piracicaba, Ribeirão Preto e Jaú. A relação entre os pesquisadores do programa não é hierárquica, mas sim horizontal, e as atividades são coordenadas de forma consensual e participativa. Numa visão bastante moderna, poderia se dizer que o programa possui um centro virtual, no qual a programação definida em conjunto e a disciplina de trabalho fazem com que seus pesquisadores estejam sempre em contato, mesmo não trabalhando no mesmo local sede. Dessas três estações as ações se multiplicam para outras regiões do Estado, através do deslocamento constante dos pesquisadores para outras quatro Estações Experimentais do IAC e para as vinte e seis empresas parceiras do programa.

O Procana se organiza na forma de uma rede, que engloba as sete Estações Experimentais, as empresas conveniadas, a Copercana (cooperativa dos fornecedores de cana de Sertãozinho), a Copersucar e universidades (principalmente UNESP). As atividades e as pessoas não estão concentradas em um único local, elas estão dispersas, e as ações se realizam em diversos locais, com os pesquisadores circulando entre eles durante cada ciclo do programa.

Vejamos agora a equipe que participa da execução do Procana e, no próximo item, veremos quais organizações participam do financiamento do programa.

Pesquisadores científicos do IAC em dedicação integral ao Procana

Dr. Marcos G. de Andrade Landell – PqC VI, diretor do Centro de Cana-de-Açúcar, Coordenador geral do Programa Cana-de-Açúcar, especialista em Melhoramento Genético

Dra. Raffaella Rossetto – PqC V, Vice diretora do Centro de Cana-de-Açúcar, especialista em Solos e Nutrição de Plantas

Dra. Leila Luci Dinardo Miranda - PqC V, especialista em Fitopatologia e Entomologia

Dr. Roberto Arévalo – PqC V, especialista em Matologia e Fisiologia Vegetal

Dr. Marcelo A. Silva - PqC III, especialista em Melhoramento Genético

Pesquisadores científicos contratados pelo Procana através da FUNDAG¹⁹

Dr. Mário Persio Campana - especialista em Melhoramento Genético

Dr. Pery Figueiredo - especialista em Fitopatologia

Serviços especializados contratados através da FUNDAG

Márcio Aurélio Pitta Bidóia – agrônomo, presta apoio técnico na área de fitotecnia

Mauro Alexandre Xavier – agrônomo, presta apoio técnico na área de fitotecnia

Pesquisadores científicos do IAC em dedicação parcial ao Procana

Dr. Hélio do Prado – PqC V, especialista em Pedologia

Dr. Oriwaldo Brunini – PqC VI, especialista em Climatologia

Dr. Antônio Lúcio M. Martins – PqC VI, especialista em Fitotecnia

Dr. Paulo Boller Gallo – PqC V, especialista em Fitotecnia

Dr. Heitor Cantarella – PqC VI, especialista em Solos e Nutrição de Plantas

Pesquisadores da UNESP/ Jaboticabal que participam do Procana

Dr. Dilermando Perecin – professor da UNESP, colabora na sistematização dos dados estatísticos do Procana

Antonio C. M. Vasconcellos – agrônomo, cursando doutorado com bolsa concedida pela FAPESP, presta apoio técnico na área de fitotecnia

Daniela G. Marques – estatística, cursando doutorado com bolsa concedida pela FAPESP, colabora na parte estatística

¹⁹ Fundação de Apoio à Pesquisa Agrícola

Servidores de Nível Técnico do IAC em dedicação exclusiva ao Procana

Angela Maria C. da Silva – Técnica Química

Benedito Mota - Técnico Agrícola

Waldir A. Lotti - Técnico Agrícola

Servidores de Nível Técnico do IAC em dedicação parcial ao Procana

Aparecido Valdir Cabrera - Técnico em Computação

Marcelo A. Gil - Técnico Agrícola

Empresas conveniadas participantes

As empresas conveniadas ao Procana também fazem parte da equipe que executa o programa, uma vez que os agrônomos destas empresas participam ativamente e opinam durante o desenvolvimento das variedades. As usinas e destilarias conveniadas são consideradas co-autoras das variedades IAC. É claro que as empresas são diferentes umas das outras, algumas têm uma estrutura própria para a condução de experimentos e conseguem aprender rápido, participar ativamente e, por isso, se sentem parte do Procana. Outras não têm uma boa estrutura para conduzir os ensaios (falta de agrônomos), precisam da presença constante dos pesquisadores do IAC para tocarem os experimentos e não opinam sobre o programa. Tudo depende de fatores históricos, econômicos, conjunturais e culturais das usinas, os quais as tornam mais inovadoras e dispostas a investir em pesquisas ou mais conservadoras. Mas no geral, segundo um pesquisador do IAC, o convívio com as empresas tem sido muito frutífero.

Atualmente, são 27 as empresas conveniadas mais a Copercana, que é uma grande cooperativa de produtores/fornecedores de cana. Ver, em anexo, a lista das empresas conveniadas.

2.5- Fontes de financiamento e recursos envolvidos

No período 1995 a 2000, as usinas e destilarias que firmaram convênio com o PROCANA contribuíram com o montante de R\$ 652.512,00.

Além desta contribuição financeira, existe também grande participação das usinas, fornecendo mão-de-obra para instalação, manutenção e colheita dos ensaios, máquinas e insumos

agrícolas necessários, hospedagem em alguns casos, refeições esporádicas, e técnicos ou agrônomos para assessoramento.

No período 1997-2000 houve suporte financeiro da EMBRAPA ao Procana, com o montante de R\$ 92.700,00.

A Copersucar tem participação fundamental no Procana, uma vez que as hibridações que originarão as futuras variedades são feitas na estação de cruzamentos de Camamu (BA) da Copersucar, utilizando os germoplasmas pertencentes a esta. Este convênio para a utilização da estação de Camamu foi informal desde 1976 até 1993, quando firmou-se um contrato para utilização destas instalações, o qual estabelece que as variedades lançadas pelo Procana a partir desta data deverão levar a sigla IACSP, e não mais apenas IAC. A Copersucar empresta sua infraestrutura (física e humana) de Camamu (BA) durante uma semana por ano para que os melhoristas do IAC escolham e realizem os cruzamentos que iniciarão um novo ciclo do Procana. Os recursos envolvidos são o banco de germoplasmas, mão-de-obra especializada para realizar os cruzamentos, o software da Copersucar que cataloga os germoplasmas, hospedagem, refeições e pesquisadores para assessoramento. O valor estimado desta contribuição ao Procana no ano de 2000 foi de R\$30.000,00 (quadro 2.1).

Vejamos, no quadro abaixo, as fontes de financiamento do Procana e o montante de recursos recebidos no ano de 2000.

Quadro 2.1: Financiamento total recebido pelo Procana no ano de 2000

(valores em R\$ correntes)

INVESTIMENTO IAC	
UNIDADES REGIONAIS	402.801,40
Salários PqCs	217.967,24
ADMINISTRATIVO	150.000,00
SUB-TOTAL IAC	770.768,64
CAPTAÇÃO EXTERNA	
<i>através da FUNDAG(2000)</i>	
PROCANA1 (convênios)	215.040,00
PROCANA2 (serviços)	150.000,00
G.FITOTÉCNICO	23.100,00
EMBRAPA	20.000,00
OUTROS	5.000,00
SUB-SUB-TOTAL(1)	413.140,00
APOIO INFORMAL EXPERIMENTOS	
140 ENSAIOS EM USINAS	168.000,00
COPERSUCAR	30.000,00
SUB-SUB-TOTAL(2)	198.000,00
SUB-TOTAL EXTERNO	611.140,00
TOTAL	1.381.908,64

Fonte: Marcos Landell – Coordenador do Procana

As unidades regionais são as sete estações experimentais do IAC onde são conduzidos os ensaios, ou seja, toda a infraestrutura para se montar os testes com os clones, na primeira fase, é fornecida pelo IAC. O valor dos serviços prestados por esta infraestrutura, em 2000, foi estimado em R\$402.801,40. Além desta infraestrutura, o IAC investiu R\$367.967,24 no Procana, correspondendo ao pagamento dos salários dos pesquisadores e às despesas administrativas.

A principal parte dos recursos externos provem da anualidade paga pelas usinas conveniadas (Procana 1) e dos serviços prestados pelos pesquisadores às usinas conveniadas ou não-conveniadas (Procana 2). São computados também os aportes da Embrapa e do Grupo Fitotécnico, o qual é financiado por empresas fornecedoras de insumos para a agroindústria canavieira. Grande parte dos recursos do grupo fitotécnico é utilizada para melhorar a infraestrutura e tornar mais eficiente a comunicação do grupo, mas são os pesquisadores do Procana

que organizam as reuniões e administram os recursos²¹. Do financiamento total de 2000, 56% corresponde a recursos do IAC e 44% corresponde a recursos externos (ver quadro 2.2).

Quadro 2.2: participação de recursos externos no financiamento total do Procana em 2000. (valores em R\$ correntes)

Financiamento total	1.381.908,64	100%
Recursos do IAC	770.768,64	55,8%
Recursos Externos	611.140,00	44,2%

Fonte: Marcos Landell

Como podemos perceber no quadro 2.1, as usinas contribuem com o Procana tanto de maneira formal (pagando convênios e serviços) quanto de maneira informal (montando ensaios e fornecendo toda a infra-estrutura física e humana). Somando a contribuição monetária das usinas (Procana 1 e Procana 2: R\$365.040,00) e os recursos empregados nos experimentos que elas instalam em suas propriedades (R\$168.000,00), temos o valor de R\$533.040,00 (no ano de 2000), o que corresponde a 87,2% do total de recursos externos investidos no Procana. Ou seja, as usinas tem uma participação fundamental no Procana e são as principais parceiras do IAC no desenvolvimento de novas variedades de cana, por este motivo, são chamadas de co-autoras das variedades geradas pelo IAC.

Vejamos, no quadro 2.3, os recursos recebidos pelo IAC de 1995 a 2000, englobando o total recebido de empresas conveniadas, de empresas de insumos (financiadoras do Grupo fitotécnico) e de outros, dos quais o principal é a Embrapa. Devido à falta de alguns dados sistematizados, nesta tabela, não estão incluídos os valores do Procana 2, os recursos das usinas empregados nos experimentos e a contribuição da Copersucar com a sua infraestrutura. Assim mesmo, fica claro o papel chave das usinas conveniadas no financiamento do Procana desde o seu início.

²¹ O Grupo Fitotécnico será explicado com detalhes no item 3.1.

Quadro 2.3: Recursos externos recebidos pelo Procana de 1995 a 2000

(valores em R\$ correntes)

Anos	No Empresas conveniadas	Valor do convênio	Total Procana 1	G.Fitotécnico	OUTROS	TOTAL/ANO
1995	17	4.000,00	68.000,00	0	5.000,00	73.000,00
1996	19	4.320,00	82.080,00	15.000,00	15.000,00	112.080,00
1997	18	5.112,00	92.016,00	17.000,00	25.000,00	134.016,00
1998	17	6.192,00	105.264,00	18.000,00	25.000,00	148.264,00
1999	16	5.632,00	90.112,00	18.600,00	25.000,00	133.712,00
2000	24	8.960,00	215.040,00	23.100,00	25.000,00	263.140,00
Total	Recebido nos 6 anos		652.512,00	91.700,00	15.000,00	864.212,00

Fonte: Marcos Landell

2.6- Resultados alcançados e subprodutos do Procana

Resultados alcançados (aqueles que eram previstos nos objetivos iniciais):

- Lançamento e disponibilização de quatro variedades em 1997. Destas, duas variedades ocuparão 10% da área a ser plantada em 2000/2001 no Estado de São Paulo com cana-de-açúcar.
- Pré-lançamento de cinco variedades em março de 2000.
- Viabilidade do uso de resíduo industrial como fonte de nutrientes. Pesquisas realizadas pelo IAC em convênio com a ESALQ/USP, indicaram que o uso do resíduo da produção do glutamato monossódico (Indústria Ajinomoto Inc.) é altamente conveniente para a cultura canavieira, uma vez que representa fonte muito mais econômica que os fertilizantes nitrogenados e não causa qualquer dano ao solo em termos de poluição ou queda de fertilidade.
- Foi realizada a caracterização das principais variedades comerciais em relação às principais espécies de nematóides que atacam a cultura, bem como a resposta de cada variedade aos nematicidas registrados comercialmente.
- Foram avaliados os danos provocados pelas cigarrinhas das raízes a alguns cultivares comerciais e diversos clones promissores.

- Foi realizada a caracterização das principais variedades comerciais e clones IAC quanto a tolerância aos principais herbicidas comerciais.
- Caracterização de ambientes de produção da cana em São Paulo.
- Recomendação de adubação para a cana em São Paulo (Boletim 100 - IAC, 1996).
- Recomendações fitotécnicas para a cana em São Paulo (Boletim 200 – IAC, 1998).

Subprodutos do Procana

São chamados de subprodutos do programa de pesquisa os resultados inesperados que surgiram em decorrência da transferência de conhecimentos para outras aplicações. Esses subprodutos são denominados pela literatura americana de *spin-offs* (Griliches, 1979).

A noção de caracterização do ambiente de produção, muito enfatizada pelo Procana, cria a necessidade de um trabalho de base nas áreas de clima e solos.

O conhecimento dos solos e das condições climáticas são determinantes na previsão do potencial produtivo da cana-de-açúcar.

Nestas condições, o Procana passou a desenvolver trabalhos de levantamento de solos e medição dos parâmetros meteorológicos nas usinas conveniadas para serem correlacionados com o desempenho e a produtividade da cana nestes ambientes. Desses trabalhos surgiram dois subprodutos do Procana. Um software de climatologia, que foi desenvolvido utilizando muitas informações e conhecimentos criados no programa e que pode ser comercializado independentemente deste. Um projeto de prestação de serviços de levantamento de solos às empresas conveniadas ou não ao Procana, chamado AMBICANA. Este projeto surgiu dentro do Procana mas se desvinculou dele e passou a ser um serviço independente.

Então, o AMBICANA e o software de climatologia são derivados do Procana, mas não estavam previstos nos objetivos iniciais do mesmo, por isso são considerados sub-produtos.

27- O estado da arte do Procana frente a outros programas de melhoramento da cana-de-açúcar

Este item tem por objetivo situar o programa de melhoramento da cana do IAC em relação a outros programas similares, nacionais e internacionais. Em que estágio científico-tecnológico está o Procana relativamente a outros programas?

De acordo com Evenson (1974), a seleção de variedades de cana-de-açúcar passou por quatro estágios de desenvolvimento científico-tecnológico:

- Estágio I: seleção de variedades naturais ou selvagens. Até 1887 havia poucas variedades de cana em produção comercial. A planta cana-de-açúcar se reproduz assexuadamente (novas plantas crescem a partir de segmentos de um colmo de cana)²² e os produtores não sabiam como alterar a estrutura genética de qualquer variedade.

- Estágio II: reprodução sexuada. As variedades originais de cana surgem de um processo de reprodução sexuada, mas apenas em 1887-88 passou-se a utilizar deliberadamente sementes para se produzir novas variedades de cana. Nesta fase, os cruzamentos não eram planejados e aconteciam naturalmente entre as plantas que estavam próximas.

- Estágio III: hibridação interespecífica. Os cruzamentos passaram a ser planejados e específicos. Importantes variedades foram criadas em 1920 e 1921 e foram difundidas por todos os países produtores até o final da década de vinte.

- Estágio IV: teve início, aproximadamente, no final de 1930. Geração de variedades para condições específicas de solo e clima. Neste estágio, a geração de variedades torna-se uma complexa e moderna atividade, baseada em estações experimentais que buscam um programa de melhoramento planejado, com cruzamentos sistemáticos entre variedades (que possuem características conhecidas e desejáveis) para desenvolverem-se novas variedades, adaptadas a específicas condições de solo, clima, incidência de pragas, etc. Ou seja, neste estágio, o melhoramento passou a ser feito em bases regionais, para determinadas condições edafoclimáticas, e não mais em bases gerais que visavam difundir por todo o mundo uma única variedade.

O estágio IV é consideravelmente mais sofisticado que os anteriores. Neste, o desenvolvimento de novas variedades incorpora avanços no conhecimento sobre ciências biológicas, portanto o investimento necessário em educação científica dos pesquisadores aumenta muito.

Atualmente, todos os programas de melhoramento genético da cana no mundo são feitos de acordo com o estágio IV: através de estações experimentais, realizando cruzamentos específicos com o intuito de gerar variedades adaptadas a determinadas condições edafoclimáticas, testando os clones em diversas regiões diferentes para perceber onde eles se adaptam ou não,

²² Como as novas plantas possuem a mesma estrutura genética da “planta-mãe”, são chamadas de clones.

testando o desempenho dos clones com técnicas e tecnologias usadas no manejo da cultura naquela região, etc.

É claro que estão sempre surgindo novas máquinas e novos insumos para se usar na produção, e os programas de melhoramento vão criando novos testes e ensaios para desenvolverem variedades adaptadas às condições tecnológicas presentes, ou seja, introduzem melhorias incrementais no processo. Entretanto, o processo técnico-científico de produção de novas variedades continua sendo feito sobre as mesmas bases do estágio IV. Cada programa de melhoramento tem suas peculiaridades, suas maneiras de montar os ensaios, sua dimensão, etc, mas todos trabalham dentro do mesmo paradigma técnico-científico (do estágio IV)²³.

Nacionalmente, existem dois outros programas de melhoramento da cana; um pertencente à Copersucar e outro à Universidade Federal de São Carlos (UFSCar, antigo Planalsucar). Os dois programas possuem dimensões maiores que o PROCANA, uma vez que conseguem investir muito mais que este. A Copersucar investe 8 milhões de Reais por ano em melhoramento genético²⁴ e a UFSCar investe 4 milhões.²⁵

O fato do PROCANA contar com menos recursos que os dois programas concorrentes o obriga a buscar outras vantagens competitivas, como o relacionamento muito próximo com as usinas e a utilização das reuniões do Grupo Fitotécnico da Cana para perceber as necessidades e demandas da agroindústria sucroalcooleira (estes pontos serão explicados no Cap. 3).

É importante registrar que os conhecimentos em biotecnologia e engenharia genética têm avançado muito rapidamente nos últimos anos e, se os programas de melhoramento não capacitarem recursos humanos para trabalharem com este novo paradigma que aponta no horizonte, em pouco tempo poderão ficar marginalizados.

CONCLUSÃO

O Procana pode ser visto como um programa pioneiro dentro do IAC, visto que representa uma nova forma de organizar a pesquisa, de forma descentralizada, desburocratizada, baseada em

²³ Para ler sobre o melhoramento genético em Barbados e outros países, ver HANBOOK, 2000, West Indies Central Sugar Cane Breeding Station.

²⁴ Dado fornecido por Willian Burnquist, pesquisador da Copersucar

²⁵ Valor estimado por Marcos Landell.

parcerias e priorizando a demanda e a interação com o usuário no direcionamento dos trabalhos. Pode-se perceber que a forma de financiar a pesquisa dentro do Procana também é através do estabelecimento de parcerias, ou seja, através da busca de recursos no mercado e não apenas esperando financiamento do Estado. Para tanto, a grande mudança ocorrida na organização da pesquisa experimentada neste programa foi o rompimento com o modelo predominantemente ofertista que imperava na Instituição à época de sua idealização.

Os objetivos do Programa – obtenção de novas variedades, adaptadas ao ambiente de produção e acompanhadas de pacote tecnológico contendo informações sobre o manejo da cultura, adubação, doenças, etc. – colocam a forte necessidade da multidisciplinaridade na condução do mesmo.

Portanto, a especificidade tecnológica variedade/ambiente, a forma de organização descentralizada e próxima do usuário do Procana e a interação de várias áreas do conhecimento nas suas atividades tornam imperativa a formação de uma rede que integre usuários das mais diferentes regiões, pesquisadores de várias áreas do conhecimento, tanto do IAC quanto de universidades e outras instituições. Assim, o Procana é inerentemente uma rede voltada para o desenvolvimento de inovações, cuja dinâmica é dada pela circulação dos pesquisadores, dos clones e, essencialmente, pelo intenso fluxo de conhecimentos incorporados e desincorporados que enriquecem e transformam os atores participantes desta rede.

Devido a estas características, o Procana constitui um excelente estudo de caso para a análise da criação, circulação e transformação do conhecimento em redes de atores heterogêneos durante a gestação de uma inovação.

CAPÍTULO 3: CRIAÇÃO, CIRCULAÇÃO E TRANSFORMAÇÕES DO CONHECIMENTO NAS INTERAÇÕES DO PROCANA

INTRODUÇÃO

Nos capítulos anteriores foi explicado o quadro teórico-conceitual que norteia a interpretação da circulação, criação e transformação do conhecimento em redes de inovação, além disso, foi apresentada a rede de inovação que será estudada e analisada de acordo com a estrutura teórica proposta no capítulo 1. É importante deixar claro que os três processos (criação, circulação e transformação) não são independentes e com uma separação clara entre eles, pois se confundem, se completam e estão interligados. A criação do conhecimento se dá através da transformação e da circulação de outros conhecimentos; ao circular, o conhecimento se transforma e, desta transformação, cria-se um novo conhecimento. Então, os três processos são simultâneos e interdependentes.

O Programa de Melhoramento genético da cana-de-açúcar do IAC está configurado na forma de uma rede de inovação, como foi explicado no capítulo anterior. Esta rede vai mudando sua configuração (os atores envolvidos, a participação e as trocas entre os três pólos) durante cada fase do processo de desenvolvimento de novas variedades. Tal processo pode ser dividido em quatro etapas: Cruzamentos entre diferentes variedades (na estação da Copersucar, em Camamu), germinação das sementes e início do processo de seleção das melhores plantas (nas Estações Experimentais do IAC), ensaios de competição de clones selecionados para caracterizá-los e selecionar os melhores (nas usinas do Ensaio Regional), ensaios de competição dos melhores clones para caracterizá-los e validá-los em muitas regiões diferentes (nas usinas do Ensaio Estadual). Ao final das quatro etapas, apenas as plantas que apresentarem resultados iguais ou superiores às variedades padrão (variedades comerciais mais plantadas), segundo vários critérios, serão lançadas como variedades.

O melhoramento genético da cana-de-açúcar se baseia em dois processos principais, seleção e caracterização, que são aqui separados conceitualmente, mas na prática se encontram muito entrelaçados. A seleção corresponde, em grande parte, às “escolhas intuitivas” dos

melhoristas (especialistas em melhoramento genético), que se baseiam principalmente no seu conhecimento tácito, expertise adquirido com a experiência, para dizer que uma planta deve ser selecionada e outra não. O tipo de conhecimento usado na seleção é o mesmo que usamos para identificar um rosto entre milhares, é a capacidade explicada por Polanyi de reconhecermos o todo lançando mão das particularidades, mas sem podermos identificar estas particularidades. Os melhoristas observam o “jeitão” das plantas e selecionam, mas não são capazes de descrever totalmente em palavras aquilo que vêem e os critérios que usaram. Num dado momento, os melhoristas passam a considerar também conhecimentos explícitos sobre os clones para realizar a seleção, mas é a utilização do *expertise* que permite a interpretação e integração das informações. Cada melhorista possui um *expertise* particular, individual, específico ao contexto e à vivência de cada um, e é esse conhecimento tácito que possibilita a seleção de plantas com as características desejadas pelo programa.

A caracterização corresponde à criação de conhecimentos explícitos sobre as plantas, ou seja, caracterizá-las significa criar informações a seu respeito, como: definir a porcentagem de sacarose, o diâmetro do colmo, a resistência ou suscetibilidade a doenças, a adaptação a solos, climas, etc. O processo de caracterização engloba muitas áreas do conhecimento sobre agronomia: defesa fitossanitária, fertilidade do solo/pedologia, fitotecnia, matologia, climatologia, e utiliza também conhecimentos sobre estatística. Os pesquisadores envolvidos neste processo são especialistas em cada uma dessas áreas e criam conhecimentos sobre as plantas relativos à sua especialidade, ou seja, o conhecimento explícito vai surgindo de forma fragmentada. A caracterização de uma variedade (definição de suas principais características) é a união de todos estes conhecimentos que surgiram separadamente.

A seleção não pode ser dividida em várias partes conduzidas separadamente, pois ela consiste numa escolha que deve ser feita por pessoas que tenham uma visão geral e ampla das plantas. A caracterização é um processo que pode ser dividido em várias partes, cada especialista foca sua atenção em uma particularidade, lança mão de instrumentos de trabalho objetivos (análises de laboratório, medidas físicas, aparelhos de medição...) e, utilizando o *know-how* da sua especialidade, cria conhecimentos codificados fragmentados, relativos a um aspecto. No final, juntam-se todos os pedaços e tem-se uma planta caracterizada.

Polanyi (1966) diz que, ao focar a atenção em uma particularidade, é possível descrevê-la e explicitá-la, mas perde-se a noção do todo. Para compreender o todo, é preciso desfocar das particularidades e lançar mão do conhecimento tácito, que integra todos os detalhes mas não se atém a nenhum, dando a noção do todo. Essa integração é feita intuitivamente, por isso não é possível descrevê-la em palavras.

Os melhoristas precisam ter a noção geral, de todos os aspectos, da planta para poderem selecioná-la, por isso utilizam um conhecimento essencialmente tácito no seu trabalho. Aplicando esse mesmo conhecimento tácito (expertise), os melhoristas são capazes de interpretar os conhecimentos codificados gerados na caracterização e conseguem integrá-los à sua visão geral da planta e, dessa maneira, selecioná-la. Os especialistas focam a atenção a uma particularidade da planta, por isso podem descrevê-la, explicitá-la e utilizar conhecimentos explícitos e instrumentos para compreendê-la. É claro que estes especialistas possuem expertise e o utilizam no exercício do seu trabalho, pois, na criação de conhecimentos codificados (curva de maturação das plantas, produtividade, resistência a doenças, etc), é necessária a combinação de conhecimentos explícitos com as habilidades (*know-how*) do pesquisador. Como colocam Nelson e Romer (1996), é da combinação das habilidades com *softwares* (codificados) e *hardwares* que surgem novos conhecimentos.

Durante o processo de geração da inovação (variedades), a seleção e a caracterização acontecem simultaneamente e se complementam, assim como o conhecimento tácito e o codificado interagem e se complementam. No início, a seleção é o processo principal, portanto são utilizados primordialmente conhecimentos tácitos; no final, a caracterização é principal e são utilizados mais conhecimentos codificados. Mas a seleção utiliza as informações geradas pela caracterização, portanto os dois processos se misturam e se confundem. À medida que as características das plantas vão sendo explicitadas, os melhoristas passam a contar também com conhecimentos codificados para fazer a seleção.

Este capítulo está dividido segundo as etapas do processo de desenvolvimento e, em cada etapa, será analisada a configuração da rede de inovação, as trocas de conhecimento entre os atores envolvidos e as conversões do mesmo.

Antes de iniciarmos a análise e a interpretação de cada etapa, precisamos explicar quais são os fatores e os mecanismos institucionais que permitem a interação e a comunicação entre os

diferentes atores participantes do Procana. Estes mecanismos são o Treinamento Procana e os encontros do Grupo Fitotécnico de cana-de-açúcar, os quais permeiam todo o processo de inovação, melhorando as traduções entre os atores participantes da rede.

Como já foi explicado, o estabelecimento das ligações, da confiança e da comunicação eficiente entre os parceiros que iniciam uma cooperação não é um processo natural e simples. Para que possa haver uma boa comunicação e trocas de conhecimentos entre indivíduos da mesma organização e, principalmente, de diferentes organizações, é preciso criar uma homogeneização da linguagem, dos objetivos, da visão de mundo, etc. Segundo Nonaka e Takeuchi (1997), o obstáculo que impede a compreensão mútua, entre pessoas de diferentes culturas e organizações, não é apenas a barreira da linguagem, mas sim as diferenças nos valores, nas visões de mundo e nas abordagens aos problemas. Por isso, é preciso propiciar um compartilhamento do conhecimento tácito cognitivo (quadro referencial interpretativo) entre os parceiros para que se possa desenvolver a compreensão e confiança mútuas ou, em outras palavras, para que se crie o capital social.

Na criação do capital social, a existência de uma rede anterior ao estabelecimento da cooperação é um dos fatores que influencia os desdobramentos dessa cooperação (Kingsley e Melkers, 1999). Por isto, é importante analisarmos o Grupo Fitotécnico de cana-de-açúcar e a sua influência sobre a rede do Procana, uma vez que este grupo constitui uma rede anterior e mais abrangente que o Procana. Em seguida, analisaremos o papel do Treinamento Procana no estabelecimento da comunicação entre os parceiros.

3.1- Grupo Fitotécnico de Cana-de-açúcar e Treinamento Procana

Grupo Fitotécnico

O Grupo Fitotécnico de Cana-de-açúcar, que formou-se em abril de 1992, congrega fitotecnistas de usinas, destilarias e cooperativas, pesquisadores de universidades e instituições de pesquisa e pessoas de empresas que produzem e comercializam insumos, matérias-primas, máquinas e equipamentos, projetos e outros fatores de produção ligados à cultura da cana-de-açúcar. O grupo se reúne a cada dois meses, em instalações do IAC na regional de Ribeirão Preto, para discutir temas de relevância para a agroindústria do açúcar e do álcool. Foi uma iniciativa de

agrônomos de usinas da região de Ribeirão Preto e de Marcos Landell (pesquisador do IAC na estação de Ribeirão) com o intuito de criar um espaço para a troca de idéias (técnicas e de conjuntura) sobre a agroindústria sucroalcooleira.

As reuniões do Grupo levantam importantes questões com as quais os profissionais que trabalham com cana-de-açúcar se defrontam no dia-a-dia, como a lei sobre queimadas, manejo de variedades, cigarrinha, manejo ambiental, etc e visam a difusão de conhecimentos e tecnologia para a agroindústria açucareira.

Todos os eventos promovidos pelo Grupo Fitotécnico de Cana-de-açúcar são de freqüência aberta e a participação neles independe de convite, pois esta entidade é aberta e busca difundir conhecimentos e integrar o setor. Mesmo quem não é um técnico, mas trabalha na área de cana-de-açúcar, pode freqüentar as palestras.

Os custos operacionais do Grupo são reduzidos, restringindo-se a despesas administrativas (comunicação, impressos, viagens e estadias de palestrantes, etc.). A manutenção vem de pequena contribuição de algumas empresas produtoras de insumos e equipamentos voltados para o segmento cana-de-açúcar e, em troca, estas empresas recebem um pequeno espaço nas reuniões para divulgarem seus produtos.

“O Grupo realiza sete reuniões por ano, para as quais são convidados como palestrantes os técnicos com maior experiência no assunto-tema. Para escolha do palestrante não há preferência ou discriminação em relação à ligação profissional. Na maior parte das vezes, além do palestrante principal, mais dois ou três experts são convidados a analisar o tema abordado, sob a ótica da utilidade para o setor sucroalcooleiro, adoção, custos, benefícios, concorrência no mercado e outros”²⁸.

O Grupo Fitotécnico é uma rede que funciona separadamente ao Procana e, inclusive, é anterior e mais ampla que este. O grupo constituiu-se, em grande parte, devido ao *know-who* do pesquisador do IAC, Marcos Landell, que mantinha muitos contatos com os agrônomos das usinas da região de Ribeirão Preto. Após a formação do grupo, nos encontros freqüentes, os agrônomos expunham suas opiniões e problemas e revelaram uma demanda pela formação de um programa de melhoramento voltado para as necessidades da agroindústria canavieira, e apoiaram Marcos

²⁸ Explicação extraída de publicação da empresa Dow AgroSciences (Elo Informativo n.11)

Landell na criação do Procana. Então, a existência do capital social expresso nas ligações do Grupo Fitotécnico constituiu um dos fatores que possibilitaram a criação da rede do Procana.²⁹

As duas redes passaram a funcionar paralelamente, mas, utilizando teoria dos conjuntos, pode-se dizer que o conjunto de atores participantes do Procana está contido no conjunto de atores participantes do Grupo Fitotécnico. As interações dentro do Grupo afinam as comunicações entre os atores participantes do Procana, por isso tornam esta rede mais convergente. Além disso, as experiências trocadas nas reuniões servem a três propósitos para o Procana: aumentar o conhecimento sobre as variedades existentes (caracterização); mostrar as necessidades e demandas dos usuários da tecnologia produzida pelo IAC, que adapta o seu processo de seleção; deixar os pesquisadores do IAC a par dos problemas do dia-a-dia da cultura da cana, ou seja, recebem conhecimentos empíricos sobre manejo.

Segundo Marcos Landell (IAC), o grupo fitotécnico representou um importante treinamento na área de manejo da cultura da cana para os pesquisadores do Procana. Através das reuniões, eles trocaram experiências e passaram a entender os problemas práticos, do dia a dia, dos usuários da tecnologia produzida pelo programa. Foi possível, então, compreender a fundo as necessidades das usinas e, a partir disto, o Procana redirecionou o tipo de cana-de-açúcar selecionada e complementou o pacote tecnológico fornecido para as usinas conveniadas para melhor atender à demanda.

Nas reuniões do Grupo Fitotécnico ocorre troca de experiências, convívio, compartilhamento do conhecimento tácito, ou seja, ocorre a socialização do conhecimento.

Cada participante relata a sua experiência com as variedades e divide essas informações com o grupo, os técnicos de usinas passam informações sobre o manejo e o dia-a-dia da cultura e os pesquisadores trazem informações sobre seus experimentos e novas descobertas. Além disso, através da convivência nas reuniões do grupo, cria-se um ambiente de cooperação e “camaradagem” que é muito propício à interação e às trocas entre os participantes, ou seja, cria-se capital social.

Em entrevistas realizadas com alguns agrônomos de usinas³⁰, estes fizeram algumas declarações que ilustram a transmissão de conhecimentos que se dá nas reuniões:

²⁹ Os outros fatores determinantes da criação do Procana foram explicados no capítulo 2.

³⁰ Dia 11/07/2000 em Ribeirão Preto.

“Os conhecimentos e informações obtidos nas reuniões têm papel muito importante na tomada de decisão das estratégias da empresa (quais variedades plantar a cada ano, quanto, como, quais investimentos fazer em máquinas, equipamentos, mudanças no manejo, etc)”.

“As atas produzidas a cada reunião são levadas para a usina e explicadas para os outros agrônomos, que não participaram do encontro” (transferência do conhecimento explícito).

“As reuniões são locais importantes para a obtenção de conhecimentos atuais sobre novas técnicas, mudanças no manejo e todo tipo de informação sobre a cultura, uma vez que não existe bibliografia sobre estes assuntos mais atuais e que o setor está em constante mudança e buscando sempre novas tecnologias”.

Pode-se perceber que o Grupo representa um ambiente onde os atores do Procana interagem com o círculo mais amplo dos atores inovadores relacionados com a cana-de-açúcar.

Treinamento Procana

Na criação das ligações dentro do Procana, a primeira fase é sempre de homogeneização da linguagem dos atores. Esta fase exige muitas traduções, pois o grau de alinhamento e de coordenação são baixos, principalmente nas relações entre os pesquisadores do IAC e as usinas. “...a socialização é mais importante para a criação do conhecimento global [em que os indivíduos são muito heterogêneos] do que para a criação do conhecimento interno [onde há maior homogeneidade]...” (Nonaka e Takeuchi, 1997, p.242).

A fase inicial de interação com as usinas que participam do desenvolvimento de novas variedades é o Treinamento Procana, que promove a homogeneização inicial entre os participantes através da socialização do tácito cognitivo e promove também a “homogeneização técnica” através da transferência de conhecimentos codificados (manuais sobre como fazer os ensaios, informações técnicas, quais observações devem ser feitas, métodos utilizados). Essa transferência aumenta a capacidade de absorção dos agrônomos das usinas, que poderão participar mais ativamente do processo de geração de novas variedades, dando opiniões e *feedbacks* do usuário.

“Desde outubro de 1994, quando se efetivou o projeto Procana, como uma proposta de cooperação envolvendo as empresas do setor, o Instituto Agrônomo e a Fundação de Apoio à Pesquisa Agrícola (FUNDAG), ampliou-se a rede experimental do IAC na área de cana-de-açúcar. Isso se deu pela integração efetiva de técnicos do setor sucroalcooleiro nos trabalhos

desenvolvidos pelo IAC. Os primeiros treinamentos Procana [janeiro de 1995 e outubro de 1996] tinham o objetivo de familiarizar os técnicos das empresas parceiras com os procedimentos experimentais adotados pelo Programa Cana IAC. Esse espírito de ação conjunta possibilita que os parceiros sejam também os co-autores do processo de desenvolvimento, tornando-se, automaticamente, usuários das tecnologias geradas” (Terceiro Treinamento Procana, 1998, pg.6). O treinamento Procana consiste em palestras ministradas pelos pesquisadores do IAC visando transferir para as usinas conveniadas procedimentos, conceitos e critérios para a montagem e o acompanhamento de experimentos com os clones IAC. Durante o treinamento, também são apresentados os resultados alcançados pelo programa, como: desempenho dos clones muito promissores, contribuições das pesquisas na área de manejo da cultura, doenças, etc. Os agrônomos das usinas são chamados a participar e opinar durante as palestras. Ao final do treinamento, que normalmente dura dois dias, o IAC fornece às usinas apostilas contendo todos os assuntos que foram abordados.

O terceiro treinamento (outubro de 1998) teve uma característica peculiar, pois ocorreu num momento em que o setor passava por uma radical alteração nos conceitos de produção e na visão da qualidade da matéria-prima, portanto o objetivo foi proporcionar uma oportunidade para se debater esses fatos e para redirecionar os projetos futuros de melhoramento genético da cana, isto é, compartilhar visões de mundo e construir coletivamente um cenário para o futuro. Então, uma função importante do treinamento foi a socialização do conhecimento tácito cognitivo e a externalização deste conhecimento através da revelação das expectativas e necessidades das usinas, que direcionam o programa de melhoramento.

Nos treinamentos, há uma transferência dos conceitos básicos para se montar e conduzir um ensaio. Os agrônomos das usinas não têm experiência com instalação de experimentos, então é preciso que os pesquisadores do IAC acompanhem a montagem dos ensaios, as coletas de dados, os cortes, etc. Enfim, não basta dar um treinamento e um manual (conhecimento codificado) para os agrônomos, pois fazer experimentos exige prática e envolve muitos conhecimentos tácitos (*know-how*) que só podem ser adquiridos com a experiência e convivência. Portanto, os pesquisadores do IAC precisam visitar sempre as usinas para compartilharem o seu conhecimento tácito com os agrônomos e para praticarem com eles a “arte da experimentação” de modo que,

através do *learning by doing* e do *learning by interacting*, estes agrônomos internalizem os conceitos aprendidos e desenvolvam o *know-how* para montar e observar ensaios.

Então, o Treinamento Procana é apenas o primeiro passo no processo de transferência de conhecimentos e de homogeneização da linguagem entre o IAC e as usinas

3.2- Planejamento dos cruzamentos e cruzamentos em Camamu

O planejamento dos cruzamentos é feito utilizando dois tipos de conhecimentos: o conhecimento sobre as variedades, que os melhoristas adquirem com a experiência (expertise) e o conhecimento adquirido pelo *learning-by-interacting* com as usinas (usuários), que socializam os seus problemas e suas necessidades, compartilham suas impressões e observações sobre as variedades (tácito cognitivo) e direcionam o tipo de seleção que deve ser feita.

O planejamento é realizado pelos melhoristas (Marcos, Mário e Marcelo) utilizando os conhecimentos adquiridos com a experiência na seleção e observação das variedades. Eles conhecem as características de muitas variedades, sua produtividade, porte, resistência a doenças, adaptação a diferentes tipos de clima e solo, etc. Com a experiência dos cruzamentos que já foram feitos, os melhoristas sabem também quais variedades são boas progenitoras (transmitem suas características para os descendentes) e quais não são. E como eles sabem que tipo de variedade está sendo demandada pelo mercado? Através das interações dentro do Grupo Fitotécnico e durante os Treinamentos Procana, e também através do contato direto com as usinas (durante as visitas), que fornecem constantes *feedbacks* e dividem a sua experiência e os problemas do dia-a-dia da cultura, ou seja, socializam o conhecimento tácito cognitivo do usuário da tecnologia. “Munidos” de todo esse conhecimento tácito, que foi adquirido com a prática da profissão e com as interações, os melhoristas elaboram um planejamento com alguns cruzamentos que devem ser feitos na próxima fase de hibridações.

De acordo com o que foi dito acima, pode-se perceber que a busca de novas variedades é direcionada pela demanda revelada dos usuários e não por desenvolvimentos autônomos da tecnologia. Este fato pode ser explicado e é perfeitamente condizente com o tipo de inovação tratada aqui: a inovação incremental, que surge para adaptar ou melhorar um produto já existente de acordo com as mudanças no ambiente e no mercado.

Os cruzamentos são realizados todo ano, no mês de maio, nos campos de cruzamento da Copersucar, em Camamu-BA. Os melhoristas do IAC passam uma semana em Camamu selecionando quais hibridações serão feitas. Nesta fase, os atores envolvidos são duas instituições do pólo tecnológico³¹, mas possuem a peculiaridade de fazerem pesquisa e, portanto, poderiam ser alocadas também dentro do pólo científico. A homogeneização dos pesquisadores das duas instituições se dá através da convivência e do diálogo, mas desde o início as traduções já são relativamente boas devido à mesma formação (especialistas em melhoramento, nas mesmas universidades), aos interesses científicos comuns (encontrar novas variedades) e ao fato de pertencerem ao mesmo pólo. O *know-who* também desempenha um papel importante no alinhamento e coordenação das traduções nesta fase. Isto porque o relacionamento entre o IAC e a Copersucar é histórico, uma vez que o IAC contribuiu muito para a formação da Copersucar, com capital intelectual, biblioteca, variedades IAC, etc. Os pesquisadores das duas instituições se conhecem há muito tempo, são colegas e, inclusive, um dos melhoristas do IAC já trabalhou na Copersucar.

Esse acordo para a utilização dos campos de cruzamento de Camamu começou em 1976 e foi informal até 1993, quando as duas instituições fecharam um contrato para a utilização da infraestrutura de Camamu pelo IAC. Essa estação da Copersucar possui um banco de germoplasmas contendo 5000 variedades de cana-de-açúcar.

Para fazer os cruzamentos em Camamu, vão os três melhoristas do IAC, pois o conhecimento tácito de cada expert é particular e diferente do outro: um melhorista não conhece as mesmas variedades que o outro. Estando os três juntos, os conhecimentos se complementam. Os pesquisadores da Copersucar também possuem conhecimentos tácitos (expertise), que complementam as escolhas dos melhoristas do IAC. Então, é uma interação na qual são externalizados diversos conhecimentos tácitos (expertise), que são combinados, cruzados e geram as hibridações.

A Copersucar possui também um *software* chamado Varcar (conhecimento codificado), no qual estão catalogados todos os germoplasmas e são indicadas algumas de suas características. O Varcar informa quais variedades estarão florescidas e quais cruzamentos podem ser feitos em um determinado período.

³¹ O IAC e a Copersucar entram no pólo tecnológico por estarem fazendo o desenvolvimento da tecnologia.

O IAC tem direito a realizar 100 cruzamentos por ano. O planejamento contém mais ou menos 15 cruzamentos, os outros são escolhidos durante a semana que os melhoristas permanecem em Camamu. Durante essa semana, os pesquisadores do IAC convivem e interagem intensamente com os pesquisadores da Copersucar. Eles trocam idéias a respeito das variedades e de quais cruzamentos fazer. Os pesquisadores da Copersucar conhecem a fundo as variedades SP (da Copersucar) devido a sua experiência com as mesmas, e os pesquisadores do IAC têm muita experiência com as variedades IAC, afora os conhecimentos de outras variedades que os pesquisadores adquiriram ao longo da carreira. É importante observar que oitenta e cinco por cento dos cruzamentos são criados durante a interação dos melhoristas do IAC com o ambiente, com as variedades floridas (disponíveis para o cruzamento) e com os pesquisadores da estação de Camamu. Isto significa que os melhoristas precisam vivenciar a experiência de estar nos campos de cruzamento, ver as plantas, “senti-las” e trocar opiniões para decidirem quais hibridações serão feitas, ou seja, as escolhas se baseiam num conhecimento contextual, intuitivo e tácito.

Neste ponto, cabe fazer uma observação sobre a sustentabilidade do Procana. Como já foi colocado, são três melhoristas que detêm todo o conhecimento sobre as variedades IAC, sobre as peculiaridades do melhoramento genético realizado pelo Procana e sobre como integrar um complexo conjunto de informações fornecidas pelos especialistas, pelos técnicos e pelas usinas num todo sistêmico e capaz de direcionar/orientar a seleção.

Não estão sendo treinados novos melhoristas para darem continuidade ao Procana, ou seja, o conhecimento tácito dos melhoristas (Marcos, Mário, Marcelo) permanece entre eles, no nível individual, e não está sendo cristalizado como um conhecimento organizacional, capaz de garantir a reprodução do modelo do programa.

Para que o conhecimento tácito individual dos melhoristas se transformasse em organizacional seriam necessários dois tipos de esforços: um, no sentido de codificar uma parte do conhecimento que está na cabeça dos melhoristas (a maioria das suas impressões e observações não são registradas); outro esforço deveria ser feito no sentido de treinar constantemente novos recursos humanos para substituírem os pesquisadores que aí estão, ou seja, novos pesquisadores deveriam estar convivendo diariamente com os melhoristas e observando suas atividades para aprenderem o “conhecimento tácito do melhorista do Procana”.

Mas nada disso está sendo feito atualmente, e isto cria uma fragilidade no seio deste programa: se um dos melhoristas sair, por qualquer motivo, comprometerá seriamente os trabalhos de seleção ou, no mínimo, reduzirá o número de visitas às usinas conveniadas, o que afetará a qualidade e eficiência do Procana. Se dois melhoristas saírem, o programa ficará inviabilizado, ao menos no curto a médio prazo (até que outros pesquisadores possam ser treinados)³². Se os três melhoristas saírem, será o fim do Procana, e todo o conhecimento e as competências criadas durante o programa irão embora junto com os melhoristas, ou seja, **criaram-se apenas conhecimentos e competências individuais e não organizacionais.**

Durante a semana em Camamu há um intenso compartilhamento dos expertises dos pesquisadores, e disso resultam os cruzamentos. Mas a socialização do conhecimento tácito precisa do suporte do conhecimento codificado e do *hardware* para acontecer, ou seja, os pesquisadores se baseiam nas informações do *software* para saberem quais cruzamentos serão possíveis, então discutem quais cruzamentos irão fazer e aplicam as idéias ou conceitos criados no *hardware* (germoplasmas). O produto desta interação é um *hardware* (sementes) e também um aumento do conhecimento tácito por parte dos pesquisadores.

As hibridações escolhidas são executadas pelos próprios técnicos da Copersucar, que depois enviam a semente para o IAC.

De acordo com o que foi dito acima, as sementes podem ser vistas como um resultado da combinação de conhecimentos explícitos (Varcar) e tácitos (expertise dos pesquisadores), que interagem no processo de seleção de germoplasmas (*hardware*) para a obtenção de sementes (*hardware*) que poderão ser futuras variedades.

Nesta fase, utilizam-se conhecimentos tácitos dos pesquisadores do IAC e da Copersucar, e não é tão necessário buscar conhecimentos na base de conhecimentos científicos e tecnológicos. Isto é, o tipo de conhecimento predominante aqui é aquele internalizado nos pesquisadores, e mesmo os conceitos científicos e tecnológicos utilizados são aqueles que já foram incorporados no conhecimento tácito dos melhoristas. Os conceitos e teorias que são internalizados passam a ser um “prolongamento” do corpo do indivíduo, por isso este os utiliza sem tomar consciência de que o faz, ele apenas os conhece tacitamente (Polanyi, 1966).

³² E deve-se levar em conta que, uma vez desativado, para voltar a funcionar, o programa deverá realizar

3.3- Estações experimentais

Entre os pesquisadores e técnicos do IAC, a homogeneização da linguagem (e da “visão”) se dá pela convivência e fundamentalmente pela socialização. Mas o fato destas pessoas compartilharem a mesma cultura organizacional, estarem empenhados em atingir um objetivo comum e já terem desenvolvido a confiança mútua torna as traduções muito mais fáceis e a comunicação mais efetiva.

As sementes são enviadas pela Copersucar para a estação experimental de Piracicaba, onde serão colocadas em condições especiais para poderem germinar e se tornarem mudas. O pesquisador responsável por esta etapa é sempre o mesmo, e ele utiliza conhecimentos tácitos (habilidade adquirida com a prática) para fornecer as condições ideais para as sementes e não prejudicar a germinação.

Após um mês, as mudas são passadas para caixas que serão enviadas às sete estações experimentais para serem plantadas (Jaú, Ribeirão Preto, Piracicaba, Assis, Adamantina, Mococa e Pindorama). As estações de Jaú e Ribeirão Preto recebem caixas com cerca de vinte mil *seedlings*³³ e as demais estações recebem caixas com cerca de dez mil *seedlings*. Isto porque a infra-estrutura física e humana das duas estações permite que estas recebam mais mudas (dos três melhoristas da equipe, um fica em Ribeirão e dois ficam em Jaú).

Os técnicos e agrônomos das estações supervisionam o plantio, a colheita, a coleta de dados, portanto, eles detêm habilidades adquiridas com a experiência e conhecimentos tácitos cognitivos adquiridos com a percepção do ambiente.

Após um período de adaptação, as mudas são plantadas; depois de um ano e meio recebem o primeiro corte e depois de mais meio ano sofrem a primeira seleção (chamada FS1). A seleção nas estações é feita pelos três melhoristas. Nas primeiras seleções, eles procuram ir juntos para padronizar o “olhar”, socializam o tácito individual (expertise) e criam um tácito coletivo, que é formado pela convergência e pela complementação dos expertises. Segundo declaração de um melhorista, após um tempo de interação e convivência, os melhoristas selecionam 80% dos clones igualmente e divergem em 20%. As divergências são adicionadas, portanto, pode-se perceber que o conhecimento de cada melhorista é particular e eles se complementam mutuamente. Mas sempre

novamente todo o trabalho de criação de parcerias e convênios com as usinas, o que leva tempo e implica em custos.

que possível eles vão juntos fazer a seleção para diminuir a probabilidade de “deixar para trás” boas plantas, para trocarem idéias a respeito de quais características são desejáveis ou não e para manterem a padronização, pois o tácito coletivo (e também o individual) se perde quando não é utilizado.

Os técnicos e agrônomos das estações experimentais acompanham os melhoristas na seleção e socializam as suas observações sobre o dia-a-dia das variedades, transmitem principalmente informações sobre o histórico da área em que estão os clones (problemas no solo, erros humanos no manejo, doenças que surgiram, etc). Com essas informações, os melhoristas podem relativizar o comportamento das plantas e fazer uma seleção mais “justa”. Então, a externalização das percepções dos técnicos a respeito do ambiente (tácito cognitivo) tem um papel importante na seleção dos clones, pois este conhecimento complementa o expertise dos melhoristas (combinação de conhecimentos).

Nesta fase (FS1), as características observadas para a seleção de plantas são:

Aspectos visuais: hábito de crescimento (porte ereto); diâmetro e altura dos colmos; número de colmos por área; germinação e brotação; resistência a doenças (ferrugem, carvão, escaldadura, amarelinho, mosaico, estria vermelha). Todas estas características são ponderadas apenas pela observação visual (expertise).

Leitura do Brix (porcentagem de açúcar) apenas nas plantas que já foram selecionadas visualmente.

Nesta primeira seleção permanecem apenas um por cento das plantas (na média das sete estações).

De acordo com Landell (IAC)³⁴, o programa de melhoramento da cana-de-açúcar do Instituto Agronômico possui três fases de seleção (nas estações experimentais), sendo a primeira na forma de “*seedlings*” (FS1), e a segunda (FS2) e terceira (FS3) na forma de clones. Cada clone da FS2, proveniente da seleção realizada em FS1, é plantado no mês de fevereiro de cada ano em parcelas de dois sulcos de três metros cada. A seleção nesta fase é realizada um ano após o plantio, ou seja, fevereiro do ano seguinte. Nos clones que apresentarem as melhores características agronômicas, como brotação dos toletes, uniformidade de crescimento,

³³ Mudas geradas pelo cruzamento de variedades (reprodução sexuada).

³⁴ Informação obtida na tese de doutorado de Marcelo de Almeida Silva (1996), que é pesquisador do Procana desde 1994.

perfilhamento, altura, diâmetro médio do colmo, porte da touceira, tipo de gema, ausência de rachaduras no colmo e resistência a doenças, serão feitas as observações de Brix, através do uso do refratômetro manual (*hardware*, que participa na criação do conhecimento codificado). A fase FS3 é proveniente da seleção feita na FS2, portanto, plantada entre fevereiro/março em parcelas de cinco linhas de dez metros cada. Nesta fase, a seleção também é realizada um ano após o plantio, ou seja, entre fevereiro/março, sendo que as observações realizadas são idênticas às da FS2. Nesta ocasião as observações agronômicas são complementadas com os dados tecnológicos de pol % cana (porcentagem de sacarose), feitos em laboratório, e com quantificações biométricas (medidas do colmo e das touceiras que possibilitam estimar a produtividade da cana).

A análise tecnológica da estação de Ribeirão Preto é feita pela Copercana (cooperativa de fornecedores de Sertãozinho), ou seja, esta produz o conhecimento codificado e o transfere para o IAC. As demais estações fazem sua própria análise tecnológica, e quem produz os dados são os técnicos de laboratório. As quantificações biométricas são coletadas pelos técnicos das estações e depois passadas para os pesquisadores, que as interpretam. Então, quem produz o conhecimento codificado são técnicos (da Copercana e das estações), que, em seguida, o transferem para os pesquisadores, os quais lançam mão do seu expertise para analisar as informações e utilizá-las na seleção.

Na seleção de FS2 permanecem de 20 a 25% dos clones, e na FS3 permanecem de 35 a 45% dos clones.

Até a FS2, a seleção se baseia fundamentalmente no conhecimento tácito (*expertise*) dos melhoristas. A leitura do brix (usando um *hardware*) vem complementar as informações sobre os clones que foram selecionados visualmente. Na FS3 são feitas análises tecnológicas e quantificações biométricas, ou seja, aprofunda-se a explicitação do conhecimento sobre as plantas. A seleção começa a utilizar também critérios explícitos (início da caracterização) além dos implícitos.

As três fases de seleção das estações experimentais são muito semelhantes, o que muda é a maneira de plantar os clones e, também, uma diferença entre a FS1 e as demais seleções é que as

últimas são feitas comparando-se os clones com padrões comerciais³⁵, enquanto a primeira não utiliza padrões.

Nas estações experimentais há um intenso contato e socialização do expertise entre os melhoristas do IAC para tentar padronizar o “olho” e os “gostos” dos mesmos, uma vez que nesta fase as seleções se baseiam em critérios altamente intuitivos, que dependem do conhecimento tácito do melhorista. Isto porque, em FS1, FS2 e FS3, a seleção é feita principalmente segundo caracteres visuais, e cada pessoa pode ter uma visão diferente do mesmo fenômeno. Então, é preciso que elas convivam para que possam compartilhar as suas visões e conceitos subjetivos e para que consigam criar e internalizar um padrão.

3.4- Ensaio Regional

Nesta fase, os especialistas do IAC (em solo, clima, doenças, etc) começam a ter participação fundamental no processo de caracterização das plantas, e os melhoristas continuam fazendo a seleção, mas agora dispõem de mais informações para integrarem ao seu quadro geral e fazerem as escolhas.

A caracterização passa a ser o processo principal. A seleção passa a ser feita apoiando-se principalmente no conhecimento explícito recém criado. É claro que o expertise do melhorista continua importante, uma vez que é ele que permite a análise, interpretação e integração dos dados, e a habilidade visual continua sendo usada, mas agora ela é complementada por dados concretos.

Nos ensaios regionais e estaduais, a interação com as usinas é vital, por isso estas são chamadas de co-autoras das variedades IAC. A tecnologia genética embutida em cada variedade é específica a um ambiente com determinadas condições edafoclimáticas, isto é, o desempenho de um clone é função das condições de solo e clima a que o mesmo está submetido (Evenson, 1974). A montagem de ensaios de competição em muitas usinas, com uma grande diversidade de condições edafoclimáticas, é fundamental para testar a adaptação dos clones a cada ambiente e para comparar o desempenho destes frente às variedades padrão. O conhecimento criado sobre cada variedade é específico a determinadas condições de solo e clima, e quanto mais se testa esta

³⁵ O objetivo desta comparação é encontrar clones que apresentem desempenho igual ou superior às variedades

variedade em diferentes ambientes, mais aumenta o conhecimento sobre a mesma, pois pode-se traçar um “mapa”: nas condições “x” a variedade se comporta de uma maneira, nas condições “y” ela se comporta de outra maneira, e assim por diante. Quanto mais se testa e se conhece uma tecnologia através da interação próxima e dos feedbacks constantes dos usuários, menos incerteza se tem a respeito dela, portanto é mais fácil difundi-la. Então, as usinas cumprem um duplo papel: participam no processo de caracterização das variedades, possibilitando a explicitação de conhecimentos relativos a diversos ambientes de produção; fornecem o *feedback* do usuário, reduzindo a incerteza e ajudando na “estabilização” e na difusão da tecnologia.

Nas ligações com as usinas, o IAC tenta transmitir a sua visão do processo, a sua maneira de fazer os ensaios, quais aspectos das variedades lhe interessa, a sua preocupação com as relações variedade/solo/clima, etc. É preciso criar uma padronização não só dos procedimentos para realizar os ensaios mas também dos aspectos que devem ser observados no decorrer do experimento. Portanto, esta padronização é um processo lento, que envolve a transferência de conhecimentos codificados (manuais, informações) e também o compartilhamento de muitos conhecimentos tácitos (*know-how* sobre a prática de conduzir ensaios), que só podem ser aprendidos através da interação, da experiência e da convivência. Sendo assim, a fase de homogeneização da linguagem começa no treinamento, onde é feita a primeira padronização, através da transferência de conhecimentos codificados (principalmente). Este treinamento aumenta a capacidade de absorção das usinas, propicia uma melhor comunicação (melhores traduções) e possibilita que haja uma troca mais intensa, que possibilitará a socialização do *know-how* e do tácito cognitivo (percepções do usuário) nas fases posteriores. Através das visitas dos pesquisadores às usinas há também o compartilhamento do quadro referencial interpretativo e as traduções vão se tornando cada vez melhores, ou seja, os indivíduos passam a “enxergar” as mesmas coisas, a falar a mesma língua, a compartilhar interesses e “visões de futuro”, etc.

Como coloca Lundvall (1988), a cooperação usuário/produtor não se dá em apenas um simples estágio, ela acontece em diferentes estágios do processo. Primeiro, as usinas revelam suas necessidades; segundo, o IAC instala os experimentos nas mesmas (mas antes é fornecido o treinamento); depois que o hardware foi transferido, segue-se um período de interações no qual o IAC presta suporte às usinas.

comerciais mais plantadas.

Depois de quatro anos (no mínimo) nas estações experimentais, os clones selecionados em FS3 são mandados para duas usinas da região em que foram selecionados (transferência do hardware). Montam-se dois ensaios regionais em cada uma das sete regiões. Cada ensaio compara vinte clones com quatro padrões (variedades mais plantadas).

No ensaio regional, os clones são observados pelos agrônomos das usinas e pelos melhoristas durante três anos e meio (no mínimo) e, após este período, estes fazem a seleção das plantas com potencial para serem lançadas como variedades. É claro que, em cada contexto edafoclimático, são selecionados clones diferentes, portanto, os clones com potencial para serem variedades apresentam este potencial para um ambiente específico, e não para qualquer ambiente.

As observações e características levadas em conta nesta etapa (ensaios regionais) são:

- Análise do solo onde está sendo conduzido o ensaio: são analisados os aspectos químicos e pedológicos (tipo de solo). A análise química é feita pela Copercana (cooperativa de Sertãozinho), com quem o Procana mantém uma cooperação informal (o IAC fornece os clones que estão em fase final de seleção para a Copercana, que os multiplica e depois vende). A análise pedológica é feita por um especialista em solos do IAC, que vai a todas as usinas analisar e classificar o solo em que está instalado o ensaio.

- Curvas de maturação dos clones. Juntamente com os ensaios regionais, são instalados ensaios específicos para traçar a curva de maturação dos clones, isto é, definir se são precoces, médios ou tardios com relação ao seu amadurecimento (ponto de máximo teor de sacarose). Neste ensaio são colhidas amostras das plantas a cada 30 dias, de abril a outubro, e realizadas as seguintes medições: Brix (porcentagem de açúcares), pol% cana (teor de sacarose), fibra% (teor de fibra) e pureza do caldo. Estas análises tecnológicas são feitas pelos laboratórios das próprias usinas, que mandam os dados para o IAC.

- Cada ensaio deverá receber quatro colheitas, e alguns dados devem ser observados antes das mesmas. Dados pré-colheita: contagem do número de falhas em um ensaio; avaliações fitopatológicas (doenças): ferrugem, carvão, escaldadura, amarelinho, mosaico e estria vermelha (todas ponderadas visualmente); aspectos visuais (porte, germinação, brotação...).

- Na ocasião da colheita devem ser obtidos os seguintes dados: análise tecnológica: pol% cana, fibra% e pureza do caldo (feitas pelo laboratório da usina); dados biométricos, para estimar a produtividade da cana (tonelada de cana por hectare, tonelada de sacarose por hectare e outros);

florescimento. Normalmente um técnico do IAC acompanha a medição dos dados biométricos para garantir a correção dos mesmos.

- No final do ensaio regional, são montados ensaios específicos para verificar a resistência dos melhores clones ao carvão e à ferrugem (em Jaú) e também à escaldadura e ao mosaico (em Piracicaba).

Como pode-se perceber nos itens acima, nesta fase, os especialistas em doenças, solo, etc criam muitos conhecimentos explícitos sobre os clones, através de testes, métodos, medições, etc. Essa explicitação corresponde à caracterização.

Os melhoristas utilizam o seu expertise para analisar as informações geradas na caracterização e continuam indo a campo para selecionar pelo “olho”, então, lançando mão dessas duas fontes de conhecimentos e integrando-as, fazem a seleção dos clones que irão para o ensaio estadual.

Vamos analisar mais detalhadamente como se dá a caracterização.

Através da convivência na usina e da interação com os agrônomos, os pesquisadores aprendem como é o dia-a-dia da cultura da cana, seus problemas e sua parte operacional. Os pesquisadores possuem muitos conhecimentos sobre experimentação, pesquisa e a parte mais teórica da cultura da cana, mas para compreenderem os problemas práticos e perceberem quais são as necessidades efetivas do setor, eles precisam vivenciar o cotidiano da usina, conviver com os agrônomos e “sentir” o ambiente. Nonaka e Takeuchi (1997) colocam que existe uma grande diferença entre receber informações e viver pessoalmente uma experiência, pois é nesta vivência que ocorre a internalização de aspectos implícitos, tácitos.

Os agrônomos das usinas³⁶ dão o *feedback* do usuário, percebem os problemas que acontecem com o uso da tecnologia, ou seja, formam um conhecimento tácito cognitivo e compartilham-no com o produtor. Eles transmitem para o IAC tanto conhecimentos codificados quanto tácitos. As análises tecnológicas são feitas nas próprias usinas, e os agrônomos enviam os dados colhidos nos ensaios de competição e de maturação para o IAC (transferência de

³⁶ É claro que as usinas são diferentes umas das outras, algumas têm uma estrutura própria para a condução de experimentos e conseguem aprender rápido e fazer tudo quase sozinhas, outras não têm uma boa estrutura para conduzir os ensaios (falta de agrônomos) e precisam da presença constante dos pesquisadores do IAC para conduzirem os experimentos. Tudo depende de fatores históricos, econômicos, conjunturais e culturais das usinas, os quais as tornam mais inovadoras e dispostas a investir em pesquisas ou mais conservadoras. Mas na média,

codificado). Os agrônomos socializam com os pesquisadores as observações feitas no dia-a-dia dos ensaios: como os clones se comportaram com relação a solo, clima, doenças, porte, etc. Em contrapartida, os pesquisadores do IAC socializam o seu conhecimento sobre experimentação, condução de ensaios, seleção, etc.

O conhecimento vai sendo criado localmente (em cada usina), cada variedade vai sendo caracterizada num determinado local e ambiente. Os pesquisadores do IAC e os agrônomos transferem conhecimentos mutuamente, ou seja, aprendem uns com os outros. Mas para ocorrer este aprendizado é preciso, além da socialização, manusear e lidar na prática com o *hardware* (plantas, local da produção) e com o *software* (dados, manuais, escalas, teorias, etc). O *hardware* circula quando é transferido das estações para as usinas e depois para outras usinas, e ele leva incorporado o conhecimento que foi explicitado a seu respeito. O *software* circula na forma de dados, informações, quantificações (papéis que são enviados). A maneira que o conhecimento tácito circula é através da incorporação nos pesquisadores, os quais se movimentam de uma usina para outra, levando conhecimentos para os agrônomos e absorvendo os conhecimentos de cada local.

Durante a caracterização, todo o conhecimento explícito criado precisa ser sistematizado para que ele possa ser transferido para as usinas e outros atores. O Procana não possui a competência para sistematizar os vários tipos de dados criados no programa, por isso recorre à universidade (Unesp de Jaboticabal). Um professor e uma aluna de doutorado sistematizam todos os dados estatísticos do Programa, ou seja, eles são fundamentais na criação do conhecimento codificado no Procana. Então, para lidar com o conhecimento explícito, se faz necessário recorrer ao pólo científico para sistematizar os dados.

Os especialistas buscam também, na base de conhecimentos científicos, métodos, teorias e critérios para se fazer vários testes, que fazem parte da caracterização. Em contrapartida, alimentam a base de conhecimentos com publicações (sobre os ensaios) em parcerias, envolvendo os três pólos (universidade, usinas e IAC).

Assim, as interações com o pólo científico começam a acontecer já numa fase avançada do desenvolvimento das variedades (ensaio regional), e não no início do mesmo.

segundo um pesquisador do IAC, as usinas vão aprendendo a fazer os experimentos e melhoram na condução dos mesmos, ou seja, vão internalizando os padrões e peculiaridades do Programa Cana IAC (através da socialização).

O fato do pólo científico desempenhar apenas um pequeno papel no processo de desenvolvimento tecnológico (sistematizando o conhecimento codificado) pode ser explicado de duas maneiras. A primeira é focando a atenção na natureza institucional do IAC, que é a de um instituto público de pesquisa. Como já foi dito, na rede do Procana o IAC pode ser considerado tanto como integrante do pólo tecnológico quanto do pólo científico. Por um lado, os pesquisadores do IAC fazem o desenvolvimento das novas variedades (papel do pólo tecnológico) mas, por outro lado, grande parte dos pesquisadores são doutores (como vimos na descrição da equipe do programa, no capítulo 2) e dispõem de conhecimentos científicos para resolverem os problemas de caráter “mais científico”, portanto, quase não precisam recorrer à universidade. A segunda explicação é focando a atenção na atividade de melhoramento genético, que é realizada pelo IAC há várias décadas e utiliza conhecimentos e técnicas de um paradigma técnico-científico consolidado há bastante tempo, como já foi explicado no item 2.7. Portanto, durante o processo de desenvolvimento de novas variedades no Procana, não surgem gargalos técnico-científicos que estão na fronteira do conhecimento e precisam ser resolvidos por “pesquisa básica”, como seria o caso de atividades que se baseiam num novo paradigma, então, o IAC não precisa recorrer muitas vezes à universidade e o papel desta se torna secundário dentro da rede do Procana.

3.5- Ensaio Estadual

Após quatro anos, os melhores clones do ensaio regional vão participar de ensaios estaduais, ou seja, serão testados em outras regiões do Estado para saber se têm um desempenho tão bom quanto na região em que foram selecionados. Nesta etapa, continua-se a explicitação do conhecimento sobre as variedades. O objetivo é validar as pré-variedades em âmbito estadual (e envolve até outros Estados), ou seja, tenta-se generalizar o conhecimento que foi criado localmente. O hardware é transferido para outros ambientes de produção e os pesquisadores circulam por estas usinas levando e absorvendo conhecimentos. Através desta transferência dos clones para várias regiões do Estado (e também Goiás, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais) é possível explicitar ainda mais o conhecimento sobre as potenciais variedades, reduzindo a incerteza sobre o comportamento dessa tecnologia em diferentes condições edafoclimáticas e, portanto, facilitando a difusão quando a variedade for lançada.

As observações feitas no Ensaio Estadual são basicamente as mesmas do ensaio regional, complementadas por:

- Quantificação da adaptação ao corte mecanizado. É aplicada para cada variedade e traduz a queda (ou não) de produção dada pelo uso do corte mecânico.

- Ensaios de época, para definir se a planta é precoce, média ou tardia com relação ao período em que ela deve ser colhida e plantada.

Estas duas observações também são explícitas e objetivas (criação de conhecimentos codificados).

Depois de três anos (no mínimo) sendo analisados nos ensaios estaduais, os clones que mostrarem desempenho igual ou superior às variedades padrão serão recomendados como variedades. O conhecimento e as interações presentes nesta fase são semelhantes aqueles da fase anterior, uma vez que os atores envolvidos são os mesmos (usinas, IAC, universidade).

É importante ressaltar que a caracterização das variedades não pára nem mesmo quando estas já foram lançadas, pois os pesquisadores continuam fazendo experimentos (com novos produtos, novos adubos, resíduos, etc). A quantidade de experimentos possíveis de serem feitos é muito grande, e se existe uma demanda e financiamento para se realizar novos testes, então os pesquisadores os realizam (normalmente em parceria com universidades, usinas, produtores de insumos ou outras instituições). Entretanto, a principal parte (a base) da caracterização das potenciais variedades é feita nos ensaios regionais, e os ensaios estaduais têm o objetivo de validar num âmbito maior as variedades que já foram selecionadas regionalmente. Então, a principal função do ensaio estadual para o programa de melhoramento é a validação das variedades.

O processo de caracterização torna o conhecimento sobre as variedades cada vez mais explícito, objetivo e completo, portanto, a escolha dos melhores clones torna-se cada vez mais clara e objetiva. O expertise do melhorista continua sendo utilizado para analisar as informações geradas e para selecionar, mas ele deixa de ser o fator mais importante e passa a ser o fator complementar. Então, no início do processo de desenvolvimento de novas variedades, o conhecimento tácito (expertise) dos melhoristas é o mais importante e o codificado apenas auxilia; já no final do processo, a capacidade dos especialistas de explicitarem o conhecimento sobre as variedades passa a ser o mais importante.

Durante todo o processo, além da explicitação, ocorre também a internalização, por todos os atores participantes, de muitos conhecimentos sobre as características das variedades, sobre manejo e sobre necessidades e perspectivas da agroindústria canavieira, através do *learning by doing* e *learning by interacting*.

É importante observar que todos os critérios de seleção explicados até aqui, desde as estações até o ensaio estadual, não são constantes e imutáveis, eles são dinâmicos e socialmente construídos. Isto é, as variáveis econômicas, sociais, políticas, ambientais e tecnológicas interagem e vão constantemente mudando a agroindústria do açúcar e do álcool e o ambiente em que esta atua. Ou seja, os critérios de seleção estão em constante transformação devido a fatores externos (para responder a mudanças no ambiente) e a fatores internos (novas tecnologias ou novas formas de organização criadas no setor). Exemplificando: em 1998, a agroindústria canavieira sofreu uma radical alteração nos conceitos de produção e na visão da qualidade da matéria-prima, então novos aspectos passaram a ser importantes na seleção das variedades, como, por exemplo, o teor de fibra, pois esta é usada na cogeração de energia para a usina. O IAC começou a incorporar essas novas necessidades no seu programa de melhoramento, como explicou Landell no artigo “Modernas variedades de cana-de-açúcar: agregação de valores econômicos do amplo sistema de produção sucroalcooleiro”³⁷.

CONCLUSÃO

Pela descrição de todas as fases do processo de seleção, pode-se perceber que este começa utilizando basicamente conhecimentos tácitos (expertise, “olho” dos melhoristas) nas etapas dos cruzamentos e das estações. Na FS3 das estações começa-se a utilizar também conhecimentos codificados (análise tecnológica) para auxiliar na seleção. Nos ensaios regionais, a seleção é baseada no conhecimento tácito cognitivo (percepções) dos agrônomos e em uma ampla gama de dados e conhecimentos explícitos: análises tecnológicas constantes para traçar a curva de maturação, medição dos dados biométricos, análises de solo, ensaios inserindo doenças específicas, etc. O expertise dos melhoristas ajuda a interpretar e integrar todos os conhecimentos, possibilitando a seleção. Nos ensaios estaduais, os conhecimentos explícitos predominam ainda

³⁷ IAC - Terceiro Treinamento Procana, 1998, pg. 8

mais, pois são feitos mais testes e levantados mais dados como: quantificação da adaptação ao corte mecanizado, ensaios de época e, além destes, podem ser feitos testes com adubos, defensivos, plantio direto e muitos outros. E todos estes testes são mensuráveis e comparáveis objetivamente, e dependem mais de conhecimentos codificados (procedimentos, escalas, manuais) que de conhecimentos tácitos (*feeling*). Mas, como já foi dito, o tácito e o codificado são complementares, portanto o expertise continua sendo importante para interpretar e dar a visão do todo.

Então, a seleção de variedades inicia-se com critérios altamente subjetivos mas passa a utilizar critérios objetivos (explícitos) conforme os clones vão sendo caracterizados. A caracterização pode ser vista como uma crescente incorporação de informações (codificadas) aos clones. As plantas (*hardware*) são as mesmas, do começo ao fim do processo, elas não se transformam, mas no início não havia nenhum conhecimento sobre as mesmas e no final há uma ampla gama de conhecimentos e informações incorporados em cada variedade. E a caracterização não pára nem mesmo quando a variedade foi lançada, ou seja, continua-se o processo de explicitação do conhecimento sobre a variedade. E, o tempo todo, além da explicitação, ocorre também a internalização, por todos os atores participantes, de muitos conhecimentos sobre as características das variedades, sobre manejo e sobre necessidades e perspectivas da agroindústria canavieira. Isto porque, durante o desenvolvimento das novas variedades, os pesquisadores, agrônomos, técnicos (do IAC, usinas, universidades), que participam ativamente, vão incorporando, através do *learning by doing* e *learning by interacting*, os conhecimentos que estão sendo criados ou trocados. Ou seja, a criação, externalização, circulação e a internalização de conhecimentos são processos que ocorrem simultaneamente e estão muito misturados e ligados uns aos outros. Como já foi dito, a caracterização vai transformando conhecimentos tácitos em explícitos, e em contrapartida, os conhecimentos explícitos vão sendo difundidos e internalizados por todos os atores participantes do processo inovativo.

Em muitos testes e experimentos realizados pelo Procana, há a participação de pesquisadores de outras instituições, universidades ou empresas de insumos, além dos agrônomos das usinas. As empresas têm interesse de testar os seus produtos, e normalmente financiam o experimento; as universidades têm pesquisas que são convergentes com os experimentos do programa e são procuradas pelo IAC nas áreas que este não tem competência; outras instituições,

como Copersucar e UFSCAR, também têm interesses comuns em alguns ensaios. Na figura 3.1 (pg. 93) ilustramos a criação de conhecimentos passando por vários níveis de interação entre os diversos atores até chegar à inovação.

Como já foi dito, os testes utilizam conhecimentos codificados (conceitos, procedimentos, métodos, escalas internacionais...) para serem realizados, e os pesquisadores do IAC buscam esses conhecimentos em outros autores, livros, publicações (base de conhecimentos científicos e tecnológicos). Os experimentos produzem muitas descobertas e novos conhecimentos, dos quais uma parcela será publicada e irá alimentar a base de conhecimentos científicos e tecnológicos.

Mas a interação com o pólo científico só começa na fase dos ensaios regionais, quando a caracterização se torna o processo principal e precisa buscar conhecimentos externamente. Enquanto a seleção é o processo principal e o conhecimento tácito dos melhoristas é a competência mais importante, pode-se dizer que o IAC, praticamente, não recorre ao pólo científico. Vejamos, na figura 3.2 (pg. 95), como se dá a circulação de conhecimentos tácitos e explícitos entre as diversas fases do processo de desenvolvimento de novas variedades e entre usuários, pólo tecnológico (IAC) e pólo científico (base de conhecimentos e universidades).

No processo de desenvolvimento de novas variedades de cana, o conhecimento circula e se transforma muitas vezes, e tende a passar das dimensões tácita para explícita, individual para coletiva e local/específica para geral. Durante este processo, os atores vão trocando cada vez mais conhecimentos, desenvolvem a confiança mútua e aumentam a integração entre si. Então, pode-se dizer que o estoque de capital social vai aumentando cada vez mais a cada ciclo do Procana, e esta rede torna-se mais convergente e irreversível.

Figura 3.1:
Criação do conhecimento através
das interações entre os atores
participantes do Procana

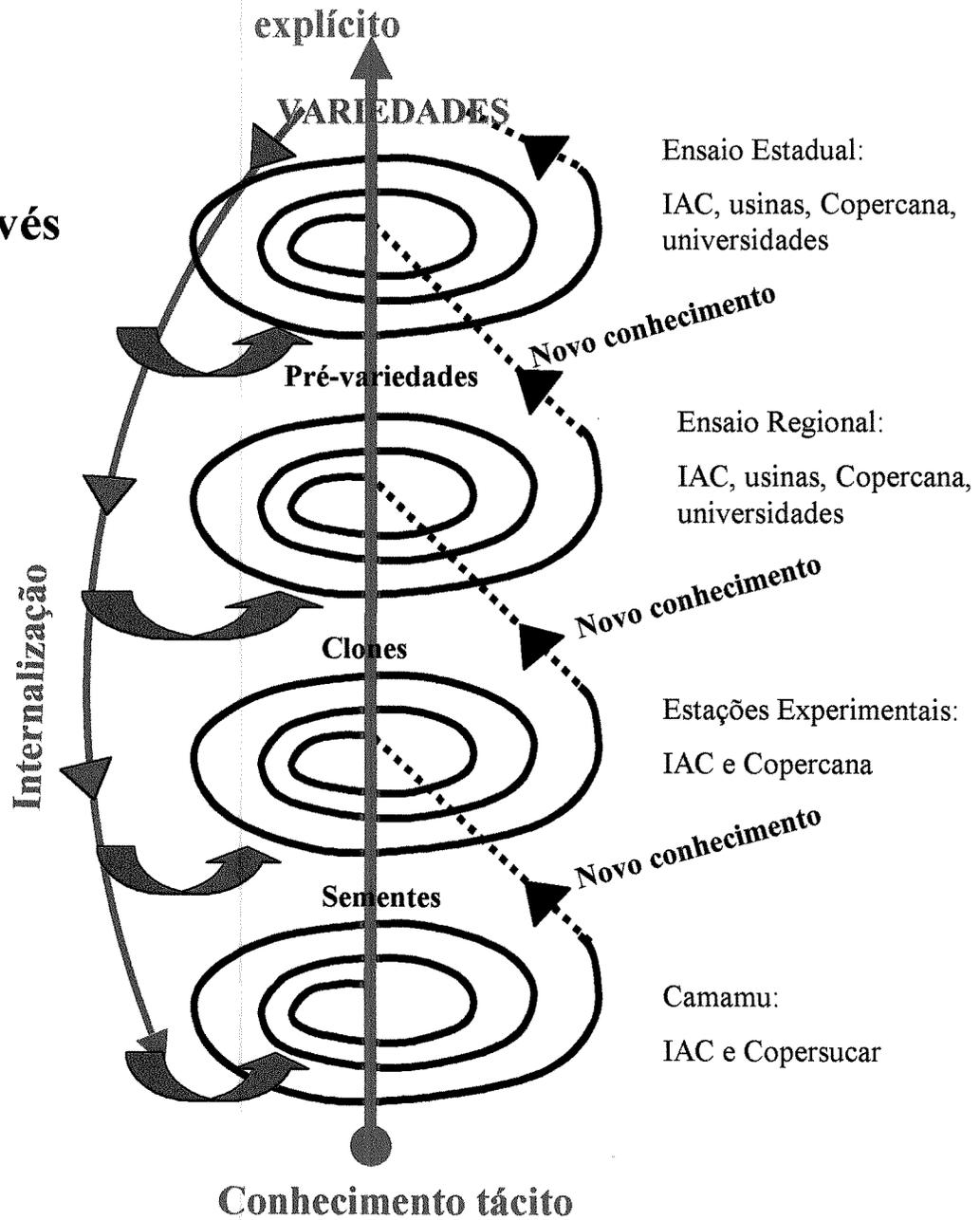
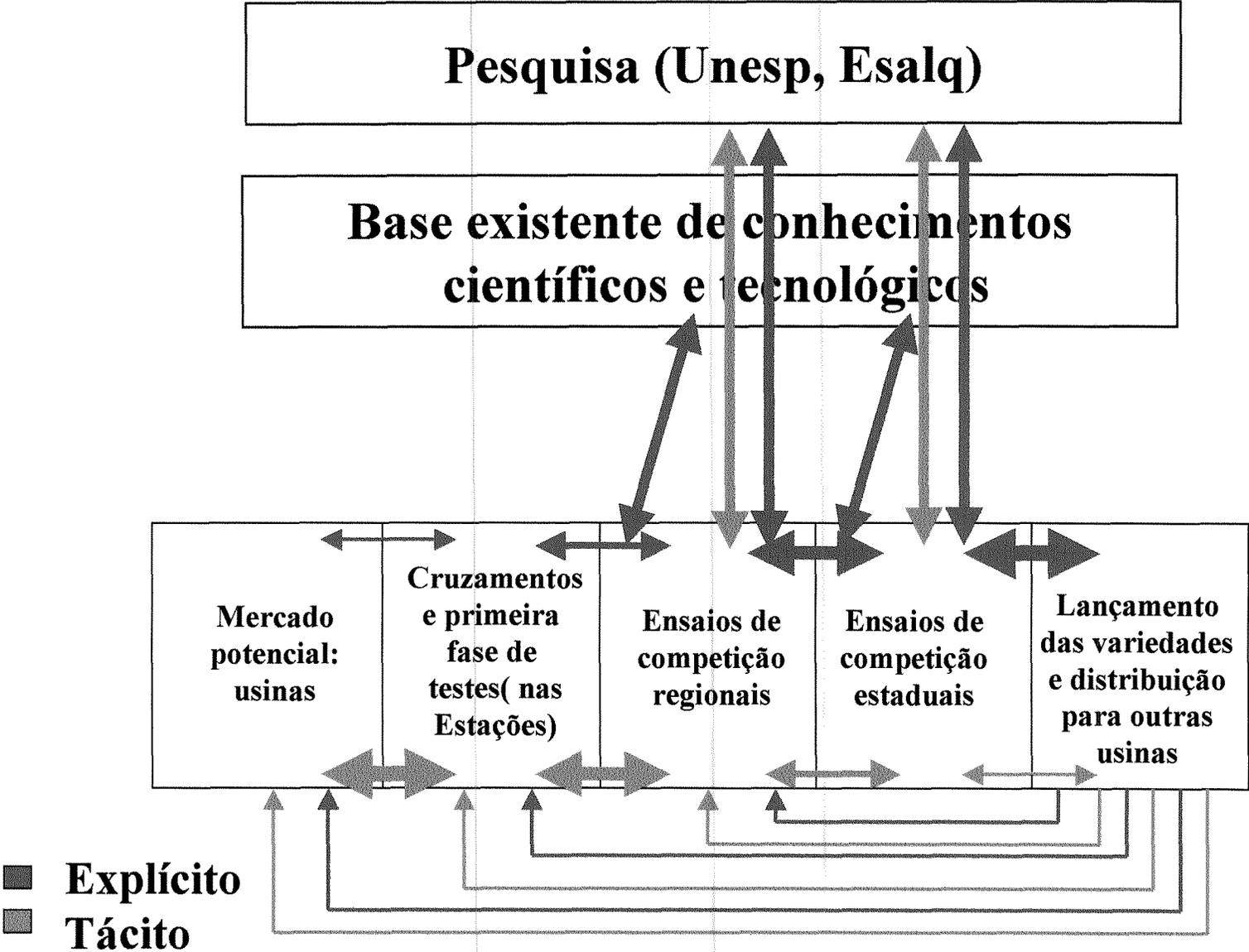


Figura 3.2: Circulação dos Conhecimentos tácito e explícito dentro da rede do Procana



CONCLUSÃO GERAL

Esta dissertação objetivou explicar como o conhecimento é criado, circula e se transforma dentro de redes heterogêneas durante o processo de gestação de uma inovação.

O modelo de criação do conhecimento de Nonaka e Takeuchi (1997) formou o pilar central do esquema analítico utilizado e foi complementado com os conceitos de redes tecno-econômicas (Callon, 1994), *hardware* (Nelson e Romer, 1996) e modelo interativo de inovação (Kline e Rosenberg, 1986) para dar conta de interpretar a geração de conhecimentos em redes de inovação. A criação do conhecimento se dá através da interação entre os conhecimentos tácito e explícito, tanto quando tratamos de uma organização isolada, como colocam Nonaka e Takeuchi, quanto quando tratamos de uma rede de atores heterogêneos, como mostrou o presente trabalho.

A geração de uma inovação tem seu ponto de partida em conhecimentos tácitos individuais, que vão sendo socializados, externalizados, combinados com codificados e passam a ser compartilhados por um grupo de pessoas. Ao serem explicitados e difundidos, estes conhecimentos recém-criados são também, simultaneamente, internalizados pelos atores participantes do processo, através do *learning by doing*. A internalização gera um novo conhecimento tácito individual, que será socializado e externalizado e dará continuidade à espiral do conhecimento.

Foi ressaltado o papel fundamental da socialização do conhecimento tácito, tanto do cognitivo – que possibilita a criação de confiança e o início da homogeneização da linguagem – quanto do *know-how* – que é combinado com codificados, possibilitando a geração da inovação.

Como coloca o modelo de Nonaka e Takeuchi (1997), durante o processo inovativo, o conhecimento tende a passar da dimensão tácita para explícita e da individual para coletiva. O caso do Procana ilustra muito bem estas passagens, uma vez que no início predominam os conhecimentos tácitos dos melhoristas na escolha dos cruzamentos e na seleção dos clones e, no final, cria-se uma ampla gama de conhecimentos codificados sobre as plantas (a “bula”), que são fundamentais para indicar quais delas serão lançadas como variedades. No decorrer do processo de desenvolvimento, muitos conhecimentos individuais (dos melhoristas, dos técnicos e agrônomos das usinas e do IAC, dos especialistas) são socializados e passam a ser compartilhados por mais pessoas, ou seja, passam do nível individual para o coletivo. Alguns conhecimentos

tácitos foram codificados durante as interações e também passaram a ser coletivos, pois, como já foi explicado, o explícito é muito facilmente transferível e todos os atores da rede têm acesso rapidamente.

Este estudo de caso também constatou que o conhecimento passou do nível específico para o geral, pois primeiro são explicitados conhecimentos sobre os clones em relação a um ambiente específico e, no decorrer dos processos de seleção e caracterização, com a transferência do *hardware* (plantas) para mais regiões, o conhecimento vai sendo testado e validado em âmbito cada vez maior.

Todas as conversões do conhecimento (transferências, transformações, combinações) fazem uso do *hardware* para poderem se concretizar: germoplasmas, plantas, instrumentos agrícolas, terras para a montagem de ensaios, etc. Estes *hardware* são suportes que transportam conhecimentos e que auxiliam no aprendizado dos indivíduos, pois, sem olhar e interagir com as plantas e o ambiente, os agrônomos e pesquisadores não podem aprender conhecimentos tácitos sobre elas.

O Procana construiu uma rede convergente agregando atores dos pólos tecnológico, científico e de mercado, promoveu uma intensa troca de conhecimentos entre os atores que participam do processo de desenvolvimento de novas variedades e criou parcerias que permitiram a captação de recursos externos para o financiamento do programa (que lhe conferiram maior flexibilidade), de tal forma que os objetivos do programa foram atingidos – lançar variedades acompanhadas de um pacote tecnológico – e, além disso, foram criadas e aprofundadas competências e capacitações entre todos os participantes.

Entretanto, o Procana possui algumas limitações, que são dadas pela escassez de pesquisadores do IAC contratados para participar do projeto e pela pouca atenção dada à codificação de alguns conhecimentos que vão sendo produzidos ao longo do ciclo de desenvolvimento. Não estão sendo treinados novos melhoristas para darem continuidade ao Procana, ou seja, o conhecimento tácito dos melhoristas permanece entre eles, no nível individual, e não está sendo cristalizado como um conhecimento organizacional, capaz de garantir a reprodução do modelo do programa.

Para que o conhecimento tácito individual dos melhoristas se transformasse em organizacional seriam necessários dois tipos de esforços: um, no sentido de codificar uma parte do

conhecimento que está na cabeça dos melhoristas (a maioria das suas impressões e observações não são registradas); outro esforço deveria ser feito no sentido de treinar constantemente novos recursos humanos para substituírem os pesquisadores que aí estão, ou seja, novos pesquisadores deveriam estar convivendo diariamente com os melhoristas e observando suas atividades para aprenderem o “conhecimento tácito do melhorista do Procana”.

Mas nada disso está sendo feito atualmente, e isto cria uma fragilidade no seio deste programa, pois todo o conhecimento e as competências criadas na área de melhoramento genético durante o Procana estão restritas aos três melhoristas, isto quer dizer que foram criados apenas conhecimentos e competências individuais e não organizacionais.

É importante observar que as três tendências aqui encontradas durante a criação de uma inovação – passagem das dimensões tácita para explícita, individual para coletiva e específica para geral – não podem ser generalizadas para outras atividades inovativas. Serão necessários muitos outros estudos, tanto em setores agrícolas quanto industriais e de serviços, para poder-se analisar as passagens do conhecimento de uma dimensão para outra e então identificar se a tendência aqui encontrada se aplica para outros processos inovativos ou se este constitui um caso isolado.

O tipo de análise do processo de inovação realizada neste trabalho, a qual focaliza a interpretação da criação, circulação e transformação do conhecimento, forma uma ferramenta para abrir a “caixa preta” da gestação de inovações, tanto para organizações isoladas quanto para redes de organizações. A presente dissertação mostrou que este tipo de estudo pode revelar elementos importantes do processo inovativo, como a importância da socialização do conhecimento tácito – tanto do *know-how* quanto do cognitivo – em todas as etapas do processo; a necessidade da homogeneização da linguagem e da criação de confiança para possibilitar o trabalho em cooperação; a importância da codificação do conhecimento para o processo de difusão e para a criação do conhecimento organizacional; o papel chave da combinação de conhecimentos tácitos, explícitos e do *hardware* para a criação da inovação. Assim como estes, muitos outros importantes elementos e características do processo inovativo, como a formação de competências e capacitações organizacionais, podem ser compreendidos por análises como esta.

.....

.....

.....

.....

.....

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CALLON, M. (1994) "The dynamics of techno-economic networks". in Coombs, R., Saviotti, P. e Walsh, V. (ed.), *Technological change and company strategies: Economic and sociological perspectives*
- COHEN, W. M. & LEVINTHAL, D. A. (1989) "Innovation and learning : the two faces of R&D". *The Economic Journal*, vol. 99, pg. 569-596, september 1989
- COHENDET, P. & LLERENA, P. (1999) "La conception de la firme comme processeur de connaissances". *Revue d'économie industrielle*, n. 88, pg. 211-235, Paris
- DAVENPORT, T. H. & PRUSAK, L. (1998) "Working knowledge: how organizations manage what they know", Harvard Business School Press, Boston, Massachusetts
- DAVID, P.A. & FORAY, D. (1995) "Accessing and Expanding the Science and Technology Knowledge Base". in *Special Issue on Innovation and Standards*, STI review, n. 16, Paris
- DOSI, G. (1988) "The nature of the innovative process", in Dosi, G., Freeman, C. et al (eds.), *Technical change and Economic Theory*, Pinter Publishers, London
- EVENSON, R. (1974) "International Diffusion of Agrarian Technology". in *The Journal of Economic History*, vol. 34, n. 1, março de 1974
- FERNANDES, A.C. (1998) "Desempenho da Agroindústria da cana-de-açúcar no Brasil (1970/1997)", Centro de Tecnologia Copersucar – CTC, Piracicaba, SP
- FORAY, D. & LUNDVALL, B.A. (1996) "The knowledge-based economy: from the economics of knowledge to the learning economy". *Employment and Growth in the knowledge-based economy*. OECD, Paris
- GRILICHES, Z. (1979) "Issues in assessing the contribution of research and development to productivity growth", in *Bell Journal of Economics*, vol. 10, pp. 92-116
- HANDBOOK (2000) "West Indies Central Sugarcane Breeding Station", Kennedy, A.J. & Rao, P.S. (eds.), Barbados
- KINGSLEY, G. & MELKERS, J. (1999) "Value mapping social capital outcomes in state research and development programs", in *Research Evaluation*, vol. 8, n. 3, dezembro de 1999
- KLINE, S. & ROSENBERG, N. (1986) "An overview of innovation". in Landau, R. & Rosenberg, N. (eds.), *The positive sum strategy*. National Academy of Press, Whashington, DC
- LANDELL, M. G. A. e ALVAREZ, R. (1993) "Cana-de-açúcar". in Furlani (ed.), *O Melhoramento de plantas no Instituto Agrônômico*. Instituto Agrônômico, Campinas, 1993

- LUNDEVALL, B.A. (1988) "Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to the national system of innovation". in Dosi, G. et alii (eds.), *Technical Change and Economic Theory*, Pinter Publishers, Londres; Columbia University Press, Nova York
- LUNDEVALL, B.A. & BORRÁS, S. (1997) "The globalising learning economy: Implications for innovation policy", *Targeted socio-economic research*, European Commission, Luxembourg: Official Publications of the European Communities, 1999
- LUNDEVALL, B.A. & JOHNSON, B. (1994) "The Learning Economy", *Journal of Industry Studies*, vol. 1, n. 2
- LUNDEVALL, B.A. & NIELSEN, P. (1999) "Competition and transformation in the learning economy, illustrated by the Danish Case". *Revue d'économie industrielle*, n. 88, pg. 67-89, Paris
- MATSUOKA, S. (2000) "Relatório anual do Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-açúcar, 1999", UFSCar, Araras, SP
- MELLO, D. L. (2000) "Análise de processos de reorganização de institutos públicos de pesquisa do estado de São Paulo", tese (doutoramento), UNICAMP, IG, Campinas
- NELSON, R. R. & ROMER, P. (1996) "Science , economic growth, and public policy", in Smith, B.L.R. and Barfield, C.E., *Technology, R&D, and the Economy*. Brookings Institute, Washington, DC
- NONAKA, I. e TAKEUCHI, H. (1997) "Criação de conhecimento na empresa – Como as empresas japonesas geram a dinâmica da inovação", Editora Campus, 2ª ed.
- OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (1992) "Technology and Economy – The Key Relationships", OCDE, Paris
- OCDE (1996) "The knowledge-based economy". OCDE/GD(96)102, Paris
- POLANYI, M. (1958) "Personal Knowledge: towards a post-critical philosophy", Routledge & Kegan Paul, London, Melbourne and Henley
- POLANYI, M. (1966) "The Tacit Dimension", Doubleday Anchor Book, Garden City, New York
- ROSSETTO, R. et.al. (2000) "Subprograma de geração e difusão do conhecimento para a cadeia de produção da cana para a indústria e alimentação animal – Diagnóstico sobre as DEMANDAS DE PESQUISA para o período 2000 a 2003", abril de 2000
- SILVA, M. A. (1996) "Época de amostragem na seleção e qualidade tecnológica de clones de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*)", tese (doutorado), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista
- SZMRECSÁNYI, T. (1994) "Tecnologia e degradação ambiental: o caso da agroindústria canavieira no Estado de São Paulo". *Informações Econômicas*, SP, vol. 24, n.10, outubro de 1994

- TREINAMENTO PROCANA (1995), Primeiro Treinamento, Instituto Agrônomo, Secretaria de Agricultura e Abastecimento, Governo do Estado de São Paulo
- TREINAMENTO PROCANA (1996), Segundo Treinamento, Instituto Agrônomo, Secretaria de Agricultura e Abastecimento, Governo do Estado de São Paulo
- TREINAMENTO PROCANA (1998), Terceiro Treinamento, Instituto Agrônomo, Secretaria de Agricultura e Abastecimento, Governo do Estado de São Paulo

BIBLIOGRAFIA

- ARROW, K. J. (1962) "The economic implications of learning by doing". *Review of Economic Studies*, jun. 1962
- BACH, L., COHENDET, P., LAMBERT, G., LEDOUX, M.J. (1992) "Measuring and Managing Spinoffs: The case of the spinoffs generated by ESA programs". *Space Economics*, vol. 144, pgs. 171-206
- BIELOUS, G. D. (1998) "From knowledge accumulation to strategic capabilities: knowledge management in a mexican glass firm". Tese de doutorado, Science Policy Research Unit, University of Sussex
- BRAGA, R. L. C. Jr e BURNQUIST, W. L. (2000) "Censo de variedades nas usinas cooperadas em 1999". *Revista da STAB*, vol. 18, n. 3, jan/fev. de 2000
- CHRISTENSEN, J.F. (1994) "Analysing the Technology base of the firm: a multi-dimensional resource and capability perspective". in EUNETICS Conference, *Evolutionary economics of technological change: Assesment of results and new frontiers*, vol. 3, pg. 1715-1740, Strasbourg
- DOSI, G. (1984) "Technological paradigms and technological trajectories: the determinants of technical change and the transformation of the economy" in Freeman, C. (ed.). *Long Waves in the World Economy*. Frances Pinter, Londres
- DOSI, G. & MALERBA, F. (1996) "Organizational learning and institutional embeddedness". in Dosi, G. & Malerba, F. (eds.), *Organization and Strategy in the Evolution of the Enterprise*, MacMillan, Londres
- FRANSMAN, M. (1984) "Technological Capability in the Third World: an Overview and Introduction to some of the issues raised in this book", in Fransman, M. & King, K. (eds.), *Technological Capabilities in the Third World*, MacMillan, Londres
- KATZ, J. (1976) "Importación de tecnología, aprendizaje local y industrialización dependiente", Fondo de Cultura Economica, Mexico
- KHUN, T. (1962) "The structure of scientific revolutions". University of Chicago Press, Chicago

- LALL, S. (1994) "Technological capabilities", in Salomon, J., Sagasti, F. e Sachs-Jeantet, C. (eds.), *The uncertain quest: Science, technology, and development*, United Nations University Press, Tóquio
- LANDELL, M. G. A. (2000) "Novas variedades IAC – Seleção direcionada para produtividade e colheita mecanizada" *Revista da STAB*, vol. 18, n. 3, jan/fev. de 2000
- LANDELL, M. G. A., CAMPANA, M. P., FIGUEIREDO, P., ZIMBACK, L., SILVA, M. A., PRADO, H. (1997) "Novas variedades de cana-de-açúcar". Boletim técnico IAC, 169, Instituto Agrônômico, Campinas
- LEVINTHAL, D. (1996) "Learning and schumpeterian dynamics", in Dosi, G. & Malerba, F. (eds.), *Organization and Strategy in the Evolution of the Enterprise*, MacMillan, Londres
- MOWERY, D. & ROSENBERG, N. (1979) "The influence of market demand upon innovation: a critical review of some recent empirical studies", reimpresso em Rosenberg, N. (1982), *Inside the black box – technology and economics*, Cambridge University Press
- NELSON, R. & WINTER, S. (1982) "An evolutionary theory of economic growth". Cambridge, Mass: Belknap Press of Harvard University Press
- PENROSE, E. (1959) "The theory of the growth of the firm". Oxford University Press
- PRAHALAD, C.K. & HAMEL, G. (1990) "The core competence of the corporation". *Harvard Business Review*, vol. 68, May-June 1990
- RELATÓRIO ANUAL 1996/97. Centro de Tecnologia Copersucar, CTC
- RAMOS, P. (1999) "Situação atual, problemas e perspectivas da Agroindústria Canavieira de São Paulo". *Informações Econômicas*, SP, vol. 29, n. 10, outubro de 1999
- ROSENBERG, N. (1982) "Inside the black box – technology and economics", Cambridge University Press
- TEECE, D.J. (1988) "Technology change and the nature of the firm". In Dosi et alii. *Technical change and economic theory*. London, Pinter, 1988
- TEECE, D.J. & PISANO, G. (1998) "The dynamic capabilities of firms: an introduction". In Dosi, Teece e Chytry, *Technology, organization and Competitiveness*. Oxford University Press
- WINTER, S.G. (1987) "Conhecimento e Competência como Ativos Estratégicos", in Klein, D.A. (ed.), *A gestão estratégica do capital intelectual – Recursos para a Economia baseada em conhecimento*, Qualitymark

ANEXO

EMPRESAS CONVENIADAS AO PROCANA

1. Agropecuária Anel Viário S/A, Ribeirão Preto- SP
2. Destilaria Jardinópolis S/A, Jardinópolis- SP
3. Jalles Machado S/A Açúcar e Alcool, Goianésia- GO
4. Usina Catanduva Açúcar e Alcool S/A, Catanduva- SP
5. Case Comercial e Agr. Sertãozinho Ltda, Sertãozinho- SP
6. Açúcar e Alcool Oswaldo Rib. Mendonça Ltda, Guaiara- SP
7. Usina Delta S/A Açúcar e Alcool, Uberaba- MG

8. Antonio Eduardo Toniello e Outros, Sertãozinho- SP
9. Dedini S/A Indústria, São João da Boa Vista- SP
10. Usina Açucareira Ester S/A, Cosmópolis- SP
11. Agropecuária Boa Fé, Uberaba- MG
12. Usina Santa Rita, Santa Rita do Passa Quatro- SP

13. Usina Alta Mogiana Ltda
14. Equipav S/A, Promissão- SP
15. Usina São Martinho, Pradópolis- SP
16. Usina Nova América, Tarumã- SP
17. Usina Costa Pinto S/A Açúcar e Alcool, Piracicaba- SP
18. Usina Açucareira Santa Luiza Ltda, Matão- SP
19. Goiasa Goiatuba Alcool Ltda, Goiatuba- GO
20. Usina São João Açúcar e Alcool
21. Açúcar Guarani S/A, Colina- SP
22. CIA Agrícola Zillo Lorenzetti, Macatuba- SP
23. Denusa – Destilaria Nova União, Jandaia- GO
24. Ometto Pavan S.A. – Açúcar e Alcool, Américo Brasileiro- SP
25. Usina Brasilândia Açúcar e Alcool Ltda, Brasilândia- MS
26. Usina Bonfim – Grupo Corona, Motuca- SP
27. Usina Junqueira, Igarapava- SP