

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

JULIANO PAVANELLI STEFANOVITZ

**CRIAÇÃO DE CONHECIMENTO E INOVAÇÃO NA INDÚSTRIA DE  
ALTA TECNOLOGIA**

ESTUDO E ANÁLISE DE CASOS EM UMA EMPRESA DO SETOR DE  
AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

São Carlos

2006

JULIANO PAVANELLI STEFANOVITZ

**CRIAÇÃO DE CONHECIMENTO E INOVAÇÃO NA INDÚSTRIA DE  
ALTA TECNOLOGIA**

ESTUDO E ANÁLISE DE CASOS EM UMA EMPRESA DO SETOR DE  
AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Área de Concentração: Análise de organizações de trabalho: pessoas, conhecimento e saúde

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Seido Nagano

São Carlos

2006

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidato: Engenheiro JULIANO PAVANELLI STEFANOVITZ

Dissertação defendida e julgada em 01-12-2006 perante a Comissão Julgadora

PROF. DR. MARCELO SEIDO NAGANO

Coordenador de Engenharia de São Carlos

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento da Informação do Serviço de Biblioteca – EESC/USP

S816c

Stefanovitz, Juliano Pavanelli

Criação de conhecimento e inovação na indústria de alta tecnologia : estudo e análise de casos em uma empresa do setor de automação industrial / Juliano Pavanelli Stefanovitz ; orientador: Marcelo Seido Nagano. -- São Carlos, 2006.

Dissertação (Mestrado-Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção) -- Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2006.

1. Criação de conhecimentos. 2. Inovações tecnológicas. 3. Processo de desenvolvimento de produtos de alta tecnologia. I. Título.

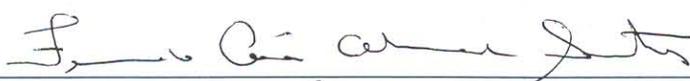
**FOLHA DE JULGAMENTO**

Candidato: Engenheiro **JULIANO PAVANELLI STEFANOVITZ**

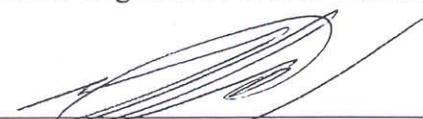
Dissertação defendida e julgada em 05-12-2006 perante a Comissão Julgadora:

  
Prof. Dr. **MARCELO SEIDO NAGANO (Orientador)**  
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP)

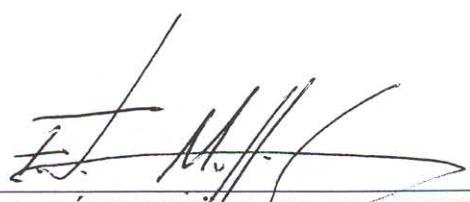
Aprovado

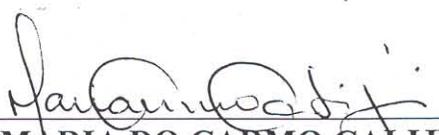
  
Prof. Dr. **FERNANDO CÉSAR ALMADA SANTOS**  
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP)

Aprovado

  
Prof. Dr. **JOSÉ CLÁUDIO CYRINEU TERRA**  
(Fundação Instituto de Administração/FIA)

APROVADO

  
Prof. Associado **FÁBIO MÜLLER GUERRINI**  
Coordenador do Programa de Pós-Graduação  
em Engenharia de Produção

  
Prof.<sup>a</sup>. Titular **MARIA DO CARMO CALIJURI**  
Presidente da Comissão de Pós-Graduação da EESC

À Thais,  
minha companheira,  
minha amiga,  
meu grande amor.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço inicialmente ao orientador deste trabalho, Prof. Dr. Marcelo Nagano, pela grande atenção dedicada durante esta trajetória.

Ao Prof. Dr. José Cláudio Cyrineu Terra, pela enorme contribuição dada ao trabalho durante o exame de qualificação.

Aos professores Dr. Sérgio Takahashi, Dr. Fernando César Almada Santos e Dr. Renato Belhot, pelos valiosos ensinamentos durante disciplinas do curso.

Ao amigo Charbel, pela grande ajuda e pela enorme paciência. Sua amizade e seu exemplo são um dos grandes legados que levarei deste curso.

À Smar Equipamentos Industriais, por permitir e incentivar a realização desta jornada acadêmica.

Aos engenheiros Libânio Carlos de Souza e Délcio Prizon, pela grande contribuição dada à pesquisa empírica efetuada.

A todos os funcionários do Departamento de Engenharia de Produção da EESC que, com sua atenção e seus serviços, tornaram possível a realização deste trabalho.

À Thais, minha grande companheira, pelo carinho e compreensão nos bons e nos maus momentos.

*“Quando todos pensam o mesmo, ninguém está de fato pensando”*

(Walter Lippmann)

## RESUMO

STEFANOVITZ, J.P. (2006). *Criação de conhecimento na indústria de alta tecnologia: estudo e análise de casos em uma empresa do setor de automação industrial*. 195p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

Este trabalho tem por objetivo principal caracterizar o processo de criação de conhecimentos no desenvolvimento de produtos de alto conteúdo tecnológico em projetos de diferentes graus de inovação. Apesar da ascensão de abordagens organizacionais baseadas no conhecimento e do reconhecimento da crescente importância da inovação, a literatura carece de trabalhos empíricos que investiguem o processo de criação de novos conhecimentos nas empresas. Como contribuição teórica, o presente trabalho reúne algumas das principais abordagens ligadas a este processo num modelo que organiza os conceitos estudados em quatro dimensões fundamentais. Para a parte prática da pesquisa, apresenta-se um estudo de casos efetuado em empresa que desenvolve sistemas de alta tecnologia para o setor de automação industrial. Nesta investigação, são analisados três projetos desenvolvidos pela Divisão de P&D da empresa, dotados de diferentes graus de inovação (incremental, plataforma e radical). Uma análise comparativa dos processos de criação de conhecimentos observados em cada um destes projetos é efetuada. O resultado principal reside na identificação de características do processo criativo influenciadas pelo grau de inovação.

Palavras-chave: Criação de conhecimentos. Inovação. Processo de desenvolvimento de produtos de alta tecnologia.

## ABSTRACT

STEFANOVITZ, J.P.(2006). *Knowledge creation and innovation in the high-tech industry: cases study and analysis in a company of the industrial automation sector*. 195p. M.Sc. Dissertation – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

The main objective of this research is to provide a characterization of the knowledge creation process involved in high-tech product development projects with different innovations degrees. Despite of the ascension of knowledge-based organizational approaches and the recognition of the increasing importance of innovation, there is lack os empirical researches which investigate the knowledge creation process in the literature. As theoretical contribution, this work joins some of the most important approaches of this process in a framework that organizes concepts in four main dimensions. In the empirical section, a study of cases done in a company that develops high-tech systems for the industrial automation market is presented. Is this investigation, three projects occurred in the R&D Division of the company are analyzed, each one with a different innovation degree (incremental, platform and radical). A comparative analysis of the knowledge creation processes observed in each of these projects is made. The main result is the identification of creative process carachteristics that are influenced by the innovation degree.

Keywords: Knowledge creation. Innovation. High-tech product development process

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|  |     |
|--|-----|
| Figura 1 – Estruturação do trabalho.....   | 9   |
| Figura 2 – As sete dimensões da Gestão do Conhecimento .....                           | 23  |
| Figura 3 – Níveis de utilização do conhecimento do cliente .....                       | 34  |
| Figura 4 – Componentes da ação criativa individual.....                                | 39  |
| Figura 5 – Etapas do processo de criação de conhecimentos .....                        | 39  |
| Figura 6 – As conversões do conhecimento e a espiral SECI.....                         | 44  |
| Figura 7 – A espiral SECI e a dimensão ontológica .....                                | 44  |
| Figura 8 – Modelo do processo de criação de conhecimentos – Teoria Japonesa.....       | 48  |
| Figura 9 – Ciclos incrementais do funil de inovação.....                               | 56  |
| Figura 10 – Atividades criadoras de conhecimento e condições capacitadoras .....       | 60  |
| Figura 11 – Modelo referencial para o processo de criação de conhecimentos.....        | 67  |
| Figura 12 – Tipos de projetos de desenvolvimento de acordo com o grau de mudança ..... | 70  |
| Figura 13 – Tipos de projetos segundo as dimensões produto e tecnologia.....           | 71  |
| Figura 14 – O PDP e seus elementos .....   | 75  |
| Figura 15 – Modelo referencial para o PDP e o processo de criação .....                | 85  |
| Figura 16 – Conteúdo do modelo referencial abordado pela pesquisa de campo.....        | 91  |
| Figura 17 – Variáveis analisadas na pesquisa.....                                      | 92  |
| Figura 18 – Grau de inovação presente nos projetos analisados.....                     | 94  |
| Figura 19 – Modelo de pesquisa .....   | 101 |
| Figura 20 – Estrutura interna da Divisão de P&D Eletrônico.....                        | 108 |
| Figura 21 – Fontes externas de conhecimento da Divisão de P&D Eletrônico .....         | 113 |
| Figura 22 – A média gerência e as dimensões do conhecimento no Projeto A .....         | 120 |
| Figura 23 – Grau de inovação e tipos de conhecimentos.....                             | 155 |
| Figura 24 – Grau de inovação e atividades geradoras de conhecimentos.....              | 157 |
| Figura 25 – Grau de inovação e perfil da liderança e da equipe.....                    | 159 |
| Figura 26 – Grau de inovação e o contexto do processo criativo .....                   | 161 |

## LISTA DE TABELAS

|   |     |
|---|-----|
| Tabela 1 – Dado, informação e conhecimento.....                                       | 11  |
| Tabela 2 – Classificações dos tipos de conhecimento .....                             | 15  |
| Tabela 3 – Era Industrial e Era do Conhecimento: paradigmas.....                      | 17  |
| Tabela 4 – Modelo de liderança em equipes para apoiar o processo de inovação.....     | 25  |
| Tabela 5 – Comparação entre a burocracia e a força-tarefa no contexto da GC.....      | 27  |
| Tabela 6 – Fontes de conhecimento em P&D.....   | 32  |
| Tabela 7 – Novos atores organizacionais identificados .....                           | 36  |
| Tabela 8 – Abordagens analisadas e principais referências de análise .....            | 41  |
| Tabela 9 – Os contextos capacitantes e as etapas da espiral SECI .....                | 47  |
| Tabela 10 – Solicitude e as dimensões do processo de criação de conhecimentos .....   | 53  |
| Tabela 11 – Comparação entre os modelos gerenciais de criação do conhecimento .....   | 62  |
| Tabela 12 – Comparação entre os modelos do processo de criação de conhecimentos ..... | 64  |
| Tabela 13 – Dimensões de análise do processo de criação de conhecimento.....          | 66  |
| Tabela 14 – Atividades funcionais nas principais etapas do PDP .....                  | 77  |
| Tabela 15 – Tipos de arranjos organizacionais para o PDP.....                         | 78  |
| Tabela 16 – Tipos de aprendizagem no PDP .....  | 82  |
| Tabela 17 – Técnicas de coleta de dados utilizadas nos projetos investigados .....    | 97  |
| Tabela 18 – Delineamento dos relatórios individuais dos casos.....                    | 98  |
| Tabela 19 – Subsistemas de um sistema de automação industrial.....                    | 105 |
| Tabela 20 – Sumário de informações da empresa.....                                    | 107 |
| Tabela 21 – Sumário de informações da Divisão de P&D Eletrônico.....                  | 108 |
| Tabela 22 – Etapas do PDP da empresa.....   | 111 |
| Tabela 23 – O PDP da empresa e o modelo referencial.....                              | 112 |
| Tabela 24 – Interações de destaque para aquisição de conhecimentos.....               | 114 |
| Tabela 25 – Novidades e heranças do Projeto A .....                                   | 116 |
| Tabela 26 – Caracterização das principais etapas do Projeto A .....                   | 118 |
| Tabela 27 – Novidades e heranças do Projeto B.....                                    | 123 |
| Tabela 28 – Diferenças técnicas entre os produtos criados no Projeto B .....          | 124 |
| Tabela 29 – Caracterização das principais etapas do Projeto B.....                    | 126 |
| Tabela 30 – Caracterização das principais etapas do Projeto C.....                    | 136 |
| Tabela 31 – Análise comparativa dos projetos – Dimensão 1 .....                       | 142 |
| Tabela 32 – Análise comparativa dos projetos – Dimensão 2 .....                       | 144 |
| Tabela 33 – Análise comparativa dos projetos – Dimensão 3 .....                       | 146 |
| Tabela 34 – Análise comparativa dos projetos – Dimensão 4 .....                       | 148 |

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

GC – Gestão do Conhecimento

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ISP – *Interoperable Systems Project*

PDP – Processo de Desenvolvimento de Produtos

P&D – Pesquisa e Desenvolvimento

SSC – Sistema, Subsistemas e Componentes

## SUMÁRIO

|   |      |
|---|------|
| AGRADECIMENTOS .....  | ii   |
| RESUMO .....  | iv   |
| ABSTRACT.....   | v    |
| LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....   | vi   |
| LISTA DE TABELAS .....  | vii  |
| LISTA DE ABREVIATURAS.....  | viii |
| 1 INTRODUÇÃO.....   | 1    |
| 1.1 Contextualização e Problematização.....                             | 1    |
| 1.2 Objetivos .....   | 3    |
| 1.3 Justificativa .....   | 4    |
| 1.4 Delimitação Temática do Trabalho.....                               | 5    |
| 1.5 Distribuição Temática e Estrutura do Trabalho .....                 | 7    |
| 2 O CONHECIMENTO E AS ORGANIZAÇÕES .....                                | 10   |
| 2.1 O que é Conhecimento.....   | 10   |
| 2.1.1 Dado, Informação e Conhecimento.....                              | 11   |
| 2.1.2 A Natureza do Conhecimento .....                                  | 11   |
| 2.1.3 Tipos de Conhecimento.....  | 13   |
| 2.2 Conhecimento, Administração e Sociedade.....                        | 15   |
| 2.3 Gestão do Conhecimento e Aprendizagem Organizacional.....           | 18   |
| 2.4 Modelo Conceitual para a Gestão do Conhecimento.....                | 21   |
| 2.4.1 A Alta Administração e a GC.....                                  | 23   |
| 2.4.2 Cultura Organizacional e GC .....                                 | 24   |
| 2.4.3 Estrutura Organizacional e GC.....                                | 26   |
| 2.4.4 Políticas de Recursos Humanos e GC .....                          | 27   |
| 2.4.5 Sistemas de Informações e a GC.....                               | 29   |
| 2.4.6 Mensuração de Resultados e a GC .....                             | 30   |
| 2.4.7 Aprendizado com o Ambiente e a GC.....                            | 30   |
| 2.5 Novos Atores Organizacionais na Era do Conhecimento .....           | 34   |
| 3 O PROCESSO DE CRIAÇÃO DE CONHECIMENTOS.....                           | 38   |
| 3.1 O Indivíduo e a Criação de Conhecimentos.....                       | 38   |
| 3.2 O Processo de Criação de Conhecimento nas Organizações .....        | 40   |
| 3.2.1 Teoria Japonesa para o Processo de Criação de Conhecimentos ..... | 41   |
| 3.2.1.1 Base Conceitual .....   | 42   |
| 3.2.1.2 A Espiral SECI .....  | 42   |

|         |   |     |
|---------|---|-----|
| 3.2.1.3 | O Contexto Capacitante <i>Ba</i> e as Condições Capacitadoras.....                            | 45  |
| 3.2.1.4 | Modelo para o Processo de Criação de Conhecimento Organizacional .....                        | 47  |
| 3.2.1.5 | A Organização em Hipertexto .....   | 48  |
| 3.2.2   | A Contribuição de von Krogh: A Abordagem “Colaborativa” .....                                 | 50  |
| 3.2.2.1 | Base Conceitual .....   | 50  |
| 3.2.2.2 | A Solicitude .....  | 51  |
| 3.2.2.3 | As Condições Capacitadoras .....  | 54  |
| 3.2.3   | A Proposta de Leonard-Barton.....   | 55  |
| 3.3     | O Processo de Integração de Conhecimentos nas Organizações .....                              | 60  |
| 3.4     | Síntese Teórica.....  | 63  |
| 3.4.1   | Integração dos Modelos de Etapas do Processo de Criação de Conhecimentos.....                 | 64  |
| 3.4.2   | Proposição de um Modelo Integrado com as Principais Dimensões de Análise.....                 | 65  |
| 4       | A INOVAÇÃO E O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS ...                                    | 68  |
| 4.1     | A Inovação .....  | 69  |
| 4.2     | O Processo de Desenvolvimento de Produtos.....  | 73  |
| 4.3     | O Conhecimento, o PDP e a Inovação.....   | 79  |
| 4.4     | Síntese Teórica: os Processos de Criação de Conhecimentos e Desenvolvimento de Produtos ..... | 84  |
| 5       | MÉTODO DE PESQUISA .....  | 87  |
| 5.1     | Tipo e Abordagem da Pesquisa.....   | 87  |
| 5.2     | Metodologia e Delineamento da Pesquisa .....  | 88  |
| 5.2.1   | Questão da Pesquisa.....  | 89  |
| 5.2.2   | Proposições e Modelo Referencial.....   | 90  |
| 5.2.3   | Unidades de Análise e Tipo de Estudo: Casos Múltiplos .....                                   | 93  |
| 5.2.3.1 | Escolha dos Casos.....  | 93  |
| 5.2.3.2 | Instrumentos de Coleta de Dados .....   | 95  |
| 5.2.4   | Ligação entre os Dados e as Proposições: Análise dos Resultados .....                         | 97  |
| 5.2.4.1 | Apresentação e Análise Individual dos Casos .....   | 97  |
| 5.2.4.2 | Análise Comparativa dos Casos .....   | 99  |
| 5.2.5   | CrITÉrios para Interpretar os Resultados e Limitações da Pesquisa.....                        | 99  |
| 5.3     | Síntese do Modelo de Pesquisa.....  | 100 |
| 6       | O SETOR DE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL E A EMPRESA PESQUISADA ..                                     | 102 |
| 6.1     | Caracterização mercadológica do setor.....  | 102 |
| 6.2     | Caracterização tecnológica do setor.....  | 103 |
| 6.3     | A Empresa Pesquisada .....  | 106 |
| 6.3.1   | Histórico e Características Gerais .....  | 106 |
| 6.3.2   | A Divisão de P&D Eletrônico .....   | 107 |
| 6.3.3   | O PDP da Divisão de P&D Eletrônico .....  | 110 |
| 6.3.4   | Canais de Aquisição de Conhecimentos Externos .....   | 112 |

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| 7     | ESTUDO DE CASOS .....                      | 115 |
| 7.1   | Apresentação Individual dos Casos .....    | 115 |
| 7.1.1 | Projeto A – Inovação Incremental.....      | 115 |
| 7.1.2 | Projeto B – Inovação Plataforma.....       | 122 |
| 7.1.3 | Projeto C – Inovação Radical.....          | 131 |
| 7.2   | Análise Comparativa dos Casos.....         | 139 |
| 8     | CONSIDERAÇÕES FINAIS e CONCLUSÕES .....    | 151 |
| 8.1   | Considerações Teóricas.....                | 151 |
| 8.2   | Conclusões Empíricas .....                 | 152 |
| 8.3   | Limitações do Trabalho.....                | 162 |
| 8.4   | Recomendações para Pesquisas Futuras ..... | 163 |
|       | REFERÊNCIAS.....                           | 164 |
|       | ANEXO – ROTEIRO DE ENTREVISTAS .....       | 175 |

# 1 INTRODUÇÃO

Este capítulo apresenta, inicialmente, o contexto em que o trabalho se situa e a problematização que motiva seu desenvolvimento. Exposto este cenário, a intenção principal da pesquisa é delineada na apresentação de seu objetivo central e dos objetivos secundários que dele decorrem. Em seguida, justifica-se a relevância e a importância do trabalho para o progresso do campo de pesquisa escolhido. Segue-se, então, uma importante delimitação do escopo temático e dos resultados esperados para a pesquisa. Por fim, apresenta-se uma visão geral da estruturação do trabalho, de modo a facilitar a leitura e o entendimento da sequência lógica dos capítulos.

## 1.1 Contextualização e Problematização

É amplamente reconhecida a crescente necessidade das empresas inovarem constantemente, em produtos e/ou serviços, para obterem sucesso nos mercados em que atuam. Este cenário é particularmente relevante para organizações que competem em mercados de produtos com curtos ciclos de vida, como os de alto conteúdo tecnológico. Assim, as atenções se voltam, cada vez mais, para abordagens que procuram entender os mecanismos que conduzem as organizações à inovação (OCDE, 1996).

Historicamente, o assunto foi abordado, sob diferentes enfoques, por várias áreas de pesquisa científica. Dentre elas, destacam-se as contribuições de pesquisadores ligados ao Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP), que trabalham o conceito de inovação como um resultado deste processo (CLARK e FUJIMOTO, 1992; CLARK e WHEELRIGHT, 1992; ROZENFELD et al., 2005), à gestão de Ciência e Tecnologia (C&T) e à dinâmica do processo de evolução tecnológica (DOSI, 1988; UTTERBACK, 1996), bem como daquelas que analisam a inovação sob o ponto de vista estratégico (TIDD; BESSANT; PAVITT, 2001).

Contudo, um novo espectro de abordagem do assunto vem ganhando força nos últimos anos. Intensas transformações sociais, econômicas e tecnológicas vêm redesenhando a atividade produtiva ao colocar o conhecimento como principal recurso na criação de vantagens competitivas (DRUCKER, 1993). Esta constatação trouxe consigo o surgimento de grande quantidade de pesquisas que procuram entender os processos organizacionais – e a gestão destes – sob a ótica do recurso conhecimento (GRANT, 1996; NONAKA e TAKEUCHI, 1997; DAVENPORT e PRUSAK, 1998; LEONARD e SENSIPER, 1998; SVEIBY, 1998; TEECE, 1998; TERRA, 2001). Desta forma, ganham espaço nos meios acadêmico e corporativo estratégias e métodos que auxiliem a criação, a aquisição, o gerenciamento e, principalmente, a materialização de conhecimentos na forma de inovação em produtos e serviços.

É possível identificar fortes reflexos deste avanço das teorias organizacionais baseadas no conhecimento nas áreas de pesquisa que se preocupam com o tema inovação. Recentes trabalhos oriundos de grupos de pesquisa ligados ao PDP apontam em direção a abordagens mais cognitivistas deste processo (SANCHEZ e MAHONEY, 1996; HOOPES e POSTREL, 1999; CORSO et al., 2001; SILVA e ROZENFELD, 2003; SMULDERS, 2004). Neles, conceitos relacionados à aprendizagem e à Gestão do Conhecimento (GC) são incorporados à análise de cada uma das etapas e dimensões do PDP.

Produtos inovadores possuem o ineditismo e a novidade como dimensões fundamentais. Esta busca pelo novo faz com que projetos de desenvolvimento com foco em inovação demandem a criação de uma gama de novos conhecimentos (NONAKA e TAKEUCHI, 1997). Entretanto, apesar de recentes avanços e importantes contribuições, reconhece-se a necessidade de se entender de forma mais profunda como estes novos conhecimentos são efetivamente criados em meio aos processos organizacionais (NONAKA, REINMOELLER e SENOO, 1998; TAKEUCHI, 1998). O processo de criação de conhecimentos, contudo, é complexo, de dinâmica pouco linear e de características nem sempre naturalmente explícitas (LEONARD e SENSIPER, 1998). Este fato torna o desafio de compreendê-lo ainda maior. Dentre as formas possíveis de se abordar o problema, sugere-se que uma

comparação entre o processo criativo observado em diferentes projetos inovadores pode ser de grande utilidade.

## 1.2 Objetivos

No contexto apresentado, este trabalho procura tecer uma análise do processo de criação de conhecimentos envolvido no desenvolvimento de produtos de alta tecnologia em projetos de diferentes graus de inovação. Desta forma, o objetivo central da pesquisa pode ser enunciado pela seguinte **questão central**:

*Quais são as diferenças fundamentais entre os processos de criação de conhecimentos envolvidos em projetos de desenvolvimento de produtos de alta tecnologia com diferentes graus de inovação?*

O trabalho procura identificar possíveis variáveis do processo criativo que são influenciadas pelo grau de novidade do projeto. Assim, o trabalho terá sucesso se conseguir identificar diferenças – ou a inexistência delas – em variáveis relacionadas ao processo de produção de novos conhecimentos em projetos mais ou menos radicais. Desta forma, o objetivo central deste trabalho é *explorar, descrever e analisar as possíveis diferenças encontradas nos processos de criação de conhecimentos envolvidos em projetos de desenvolvimento de produtos de alta tecnologia dotados de diferentes graus de inovação*.

A fim de se atingir este objetivo principal, pretende-se também atingir os seguintes objetivos específicos:

- Identificar um referencial teórico que guie a realização do estudo empírico;
- Investigar e/ou sugerir as possíveis causas das diferenças observadas – no caso delas existirem – entre as variáveis analisadas nos diferentes projetos;
- Sugerir possíveis práticas ou cuidados que projetos de diferentes graus de inovação demandam para que neles se potencialize a intensidade do processo criativo – novamente, no caso de se concluir que há diferenças.

### 1.3 Justificativa

A necessidade de novas abordagens e respostas aos paradigmas impostos às organizações que atuam na Era do Conhecimento é latente. Inúmeros pesquisadores ratificam que o conhecimento e a capacidade de criar e utilizar conhecimento são hoje a mais importante fonte de vantagens competitivas duradouras (DAVENPORT e PRUSAK, 1998; DRUCKER, 1993; INKPEN, 1996; LEONARD-BARTON, 1998; NONAKA e TAKEUCHI, 1997; SVEIBY, 1998; ZACK, 1999).

No entanto, apesar de toda atenção dada à “gestão baseada no conhecimento”, e apesar do amplo reconhecimento da necessidade de uma teoria baseada no conhecimento que difira de modo fundamental das teorias econômicas e organizacionais existentes, há ainda pouco entendimento de como as organizações realmente criam novos conhecimentos (NONAKA, REINMOELLER e SENOO, 1998; SPENDER e GRANT, 1996).

Inserido neste contexto, o presente trabalho busca evidências que caracterizem o processo criativo em projetos inovadores. Para tanto, realiza uma aproximação entre as teorias baseadas no conhecimento e o processo de desenvolvimento de produtos que pode ser útil para uma compreensão mais completa do processo de inovação. A escolha do grau de inovação como parâmetro principal de análise do processo inovador é baseada no Manual de Oslo (OCDE, 1996). Neste documento, um dos mais importantes guias internacionais da pesquisa em inovação, defende-se que o grau de inovação constitui dimensão fundamental para análise deste processo (OCDE, 1996).

Argumenta-se, aqui, que as diferenças entre projetos de diferentes graus de inovação não se resumem apenas aos níveis de incerteza, recursos e prazos. Mais do que isso, defende-se que o tipo de inovação pode influenciar o papel e o perfil adequado da liderança, a caracterização das atividades do PDP e os tipos de conhecimentos envolvidos no projeto. As implicações desta pesquisa podem trazer resultados potencialmente válidos tanto para o progresso científico da área quanto para profissionais inseridos em ambientes inovadores.

A literatura atual tem dado grande destaque ao tema gestão da inovação. Dentre os conceitos abordados por ele encontra-se a gestão de portfólios de projetos. Argumenta-se

ser necessário, cada vez mais, saber dosar e gerir de forma adequada projetos compostos por diferentes níveis de inovação. Entretanto, ainda falta uma compreensão maior sobre as especificidades envolvidas em cada um destes tipos de projetos. Este trabalho pode contribuir com este desafio, efetuando análise dos diferentes projetos sob o prisma da criação de conhecimentos.

Se o tema desta pesquisa apresenta, por si só, relevância intrínseca ao momento atual, o modo como se propõe sua execução justifica ainda mais sua realização. A difícil tarefa de investigar com profundidade conceitual e força metodológica processos “invisíveis”, como o processo de criação de conhecimentos, se torna mais factível nas condições propostas. Essa afirmação pode ser justificada por três argumentos.

Primeiro, devido à escolha do processo de desenvolvimento de produtos como plataforma para a investigação dos processos de criação de conhecimentos. Desenvolver novos produtos é, antes de tudo, criar novos conhecimentos (NONAKA e TAKEUCHI, 1997). A grande aderência entre a teoria e o objeto estudado permite, portanto, um intercâmbio mais direto entre conceitos e constatações.

Segundo, devido à escolha do ramo de alta tecnologia como ambiente industrial de desenvolvimento de produtos para a realização da pesquisa. O conhecimento é a matéria-prima básica da tecnologia. A redução constante dos insumos físicos e a necessidade crescente de inovação fazem de empresas que desenvolvem tecnologias verdadeiros centros de aquisição, criação e aplicação de conhecimento.

Por fim, a metodologia proposta – estudo de casos – possibilita o já citado mergulho na realidade de que o assunto carece. Assim, pode-se assegurar o potencial do trabalho em contribuir com o amadurecimento teórico e a capacidade de leitura da realidade exigidos pelo tema da pesquisa.

#### **1.4 Delimitação Temática do Trabalho**

Os conteúdos abordados neste trabalho se situam numa gama heterogênea e multidisciplinar de áreas de pesquisa. Este fato reforça a necessidade de se delimitar com

precisão a esfera de atuação da pesquisa, a fim de deixar claras as razões pelas quais cada tópico foi abordado no nível de profundidade e atualidade apresentado.

Neste trabalho, o foco central da investigação é o **processo de criação de conhecimentos em projetos de desenvolvimento de produtos inovadores**.

Assim, a pesquisa não se propõe a investigar novas abordagens para o PDP, mas, sim, usá-lo como pano de fundo para estudar a relação entre o processo criativo e o grau de inovação do projeto.

Além disso, cabe ressaltar que, apesar de vários conceitos de GC possuírem clara ligação com o processo de criação de conhecimentos, o foco central da atenção deste trabalho se reside neste último. A fundamentação teórica efetuada sobre GC é de grande utilidade por apresentar um novo paradigma de relação entre as organizações e o conhecimento. Entretanto ela serve mais como um suporte ao entendimento do processo de criação de conhecimentos. Desta forma, a parte empírica da pesquisa não se preocupou em diagnosticar todas as práticas de GC envolvidas nos projetos estudados.

Por fim, faz-se necessária uma delimitação da dimensão na qual o processo de inovação será analisado. As pesquisas que abordam o tema inovação tecnológica na literatura científica o fazem com focos em diferentes dimensões de análise. Há campos científicos preocupados em estudar este processo do ponto de vista setorial, isto é, em abordar a dinâmica e a natureza das rupturas tecnológicas que permeiam determinado ramo industrial. Há pesquisas interessadas em investigar o processo de inovação sob a ótica da organização, ou seja, em analisar as estratégias, competências e mecanismos de gestão que promovem a atividade inovadora na empresa. Por fim, há trabalhos que se dedicam a estudar o processo de inovação tendo como unidade de análise o projeto inovador e a equipe nele envolvida.

O presente trabalho, conforme expresso em sua questão central de pesquisa, se situa neste último grupo. O foco das atenções está direcionado para a análise do contexto e das atividades envolvidas em projetos de desenvolvimento de tecnologias e produtos inovadores. Evidentemente, as características do setor e da empresa que abrigam estes

projetos são importantes para que se possa entendê-los de forma mais profunda. Por isso, estas dimensões são contempladas no trabalho. Entretanto, elas não estão no centro das questões e discussões levantadas e dos resultados esperados para a pesquisa.

### **1.5 Distribuição Temática e Estrutura do Trabalho**

O trabalho é composto por 9 capítulos – incluindo este, introdutório, e o último, que contém as referências bibliográficas. Os três que se seguem apresentam a fundamentação teórica ligada ao tema da pesquisa, e constituem o alicerce conceitual que sustenta todo o projeto.

O Capítulo 2 (“O Conhecimento e as Organizações”) percorre, de forma transversal e ampla, a literatura recente ligada ao advento de novas abordagens de gestão relacionadas ao ato de olhar as organizações sob a ótica do recurso conhecimento. Transversal pois engloba contribuições de diversas áreas de gestão à consolidação da GC e identifica impactos e influências desta nas diversas dimensões e esferas organizacionais tradicionais. Ampla porque resgata pesquisas, nacionais e internacionais, com amplitude suficiente para apresentar elementos teóricos que se originam na conceituação de conhecimento – sua natureza e seus tipos – até desembocar nas mudanças de paradigmas de gestão acarretadas por este recurso.

O Capítulo 3 (“O Processo de Criação de Conhecimentos”) estabelece um referencial teórico de abordagens que tratam o processo de criação de novos conhecimentos. Apesar de haver clara ligação temática entre os Capítulos 2 e 3, optou-se por apresentar o processo de criação de conhecimentos num capítulo à parte por três motivos.

Em primeiro lugar, pois esta separação permite a realização de um trabalho teórico muito mais denso, ligado a um assunto de tratamento freqüentemente mais abstrato do que os trabalhos relacionados à GC (abordada no Capítulo 2).

Em segundo lugar, para evidenciar a visão do autor de que há, muitas vezes, uma confusão entre os elementos teóricos que constituem o processo de criação de conhecimentos e o processo de se tentar gerir o conhecimento. Os próprios Ikujiro Nonaka e Hirotaka

Takeuchi, responsáveis por contribuições valiosas relacionadas ao entendimento deste processo, chamam a atenção para esta freqüente imprecisão (KROGH, ICHIJO e NONAKA, 2000; TAKEUCHI, 1998).

Por fim, esta separação é explicada pela identificação de uma necessidade – sobretudo na literatura nacional – de trabalhos teóricos relacionados à criação de conhecimentos. Assim, sendo este o tema central desta pesquisa, estruturou-se o capítulo de forma a permitir um trabalho conceitual mais detalhista. Como resultado final, o capítulo propõe um modelo que organiza os conceitos do processo criativo estudado em dimensões de análise. Este modelo é de grande importância para a parte prática da pesquisa.

O Capítulo 4 (“A Inovação e o Processo de Desenvolvimento de Produtos”) tem três funções básicas. A primeira delas consiste no delineamento de um referencial teórico relacionado ao processo de inovação. A segunda aborda o PDP, plataforma de estudos na qual o processo criativo será investigado nesta pesquisa. Por fim, o capítulo reúne os modelos do processo de criação de conhecimentos (Capítulo 3) e do PDP como dimensões fundamentais da inovação do produto. Com esta síntese teórica, encerra-se a fundamentação teórica que alicerça a pesquisa.

O Capítulo 5 (“Método de Pesquisa”) apresenta a estruturação e a preparação da parte empírica da pesquisa. Nele, são discutidos os aspectos metodológicos, os instrumentos de coleta de dados, o modelo referencial, as variáveis e os critérios para seleção dos casos analisados.

O Capítulo 6 (“O Setor de Automação Industrial e a Empresa Pesquisada”) apresenta uma caracterização tecnológica e mercadológica do setor e da empresa escolhidos para a pesquisa empírica. O conhecimento das principais especificidades do setor e das principais características da empresa é de suma importância para um entendimento mais completo da natureza e dos desafios envolvidos nos casos estudados.

O Capítulo 7 (“Estudo de Casos”) apresenta a pesquisa empírica propriamente dita. Nele, além da apresentação individual de cada um dos casos investigados, é efetuada análise comparativa dos resultados de cada um deles.

O Capítulo 8 (“Conclusões e Considerações Finais”) tece as principais conclusões, teóricas e empíricas, da pesquisa.

A Figura 1 apresenta de forma esquemática a estruturação temática dos capítulos que compõem este trabalho.

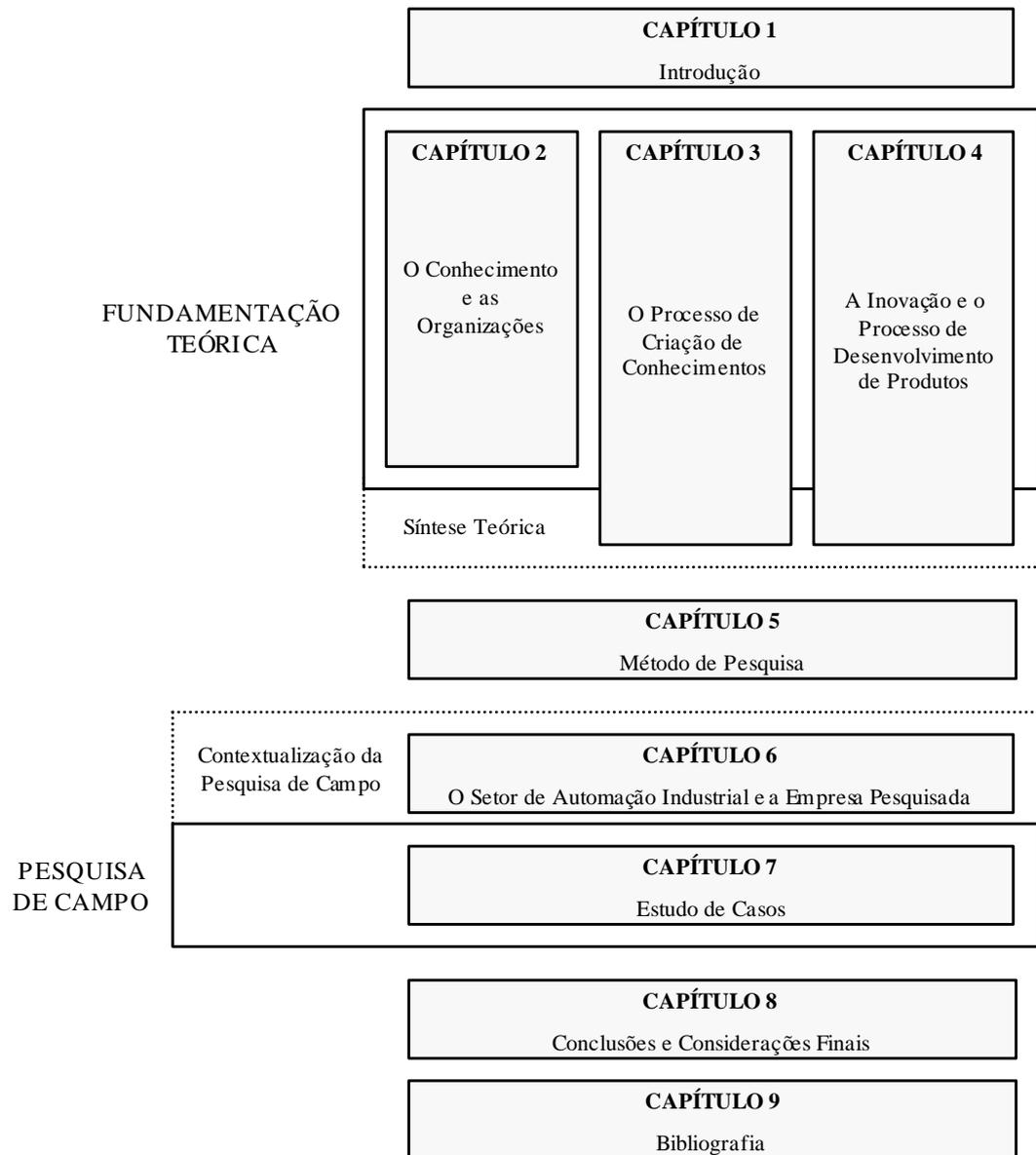


Figura 1 – Estruturação do trabalho

## **2 O CONHECIMENTO E AS ORGANIZAÇÕES**

O foco principal deste capítulo é a apresentação de abordagens de gestão que se originaram nos últimos anos em torno do recurso conhecimento. Efetuou-se, assim, uma revisão teórica transversal que destaca as principais conexões entre a GC e as diversas esferas e funções de uma organização. Para que isso pudesse ser feito de maneira mais efetiva e robusta, fez-se necessário inicialmente angariar um entendimento maior sobre o conhecimento – sua natureza, seus tipos – e sobre os impactos que sua ascensão enquanto recurso provoca no ambiente organizacional.

Após esta conceituação inicial, um modelo integrado é utilizado para a apresentação da GC e suas dimensões. Este modelo fornece uma estruturação temática da GC, constituindo, assim, a espinha dorsal do restante do capítulo. Além de utilizar conceitos presentes no modelo citado para o delineamento de cada uma das dimensões, o presente trabalho resgata também contribuições das principais referências da literatura internacional que trata de cada uma delas de forma específica.

Cabe ressaltar que, a fim de melhor contribuir teoricamente com os propósitos da pesquisa, é dado enfoque à importância e à incorporação de práticas de GC em ambientes de P&D.

### **2.1 O que é Conhecimento**

Os desafios que emergem da ascensão do conhecimento exigem uma releitura inicial da natureza e da essência deste recurso. Para se entender como ele é criado, transferido e utilizado, faz-se necessário antes entender conceitos estruturais que regem sua dinâmica. Surge, assim, a necessidade de se conceituar o que é conhecimento.

### 2.1.1 Dado, Informação e Conhecimento

Para que esta conceituação possa ser realizada de forma mais consistente, sugere-se também definir outros termos que aparecem tipicamente associados ao termo “conhecimento”: dado e informação (DAVENPORT e PRUSAK, 1998).

A literatura que trata o assunto sob o ponto de vista epistemológico é vasta. A Tabela 1 consolida contribuições de Davenport e Prusak (1998) e Cardoso (2003), que procuram entender a natureza e o significado dos termos dado, informação e conhecimento.

Tabela 1 – Dado, informação e conhecimento

|                          | <b>Dado</b>  | <b>Informação</b>  | <b>Conhecimento</b>   |
|--------------------------|--|--|---|
| <b>Atributos</b>         | <p>Não possuem contexto</p> <p>Não são orientados para a ação</p> <p>Não têm significados em si mesmos</p> <p>Registro sem propósito</p> | <p>Possuem contexto</p> <p>Organizada com algum propósito</p> <p>Possui emissor e receptor</p> | <p>Possuem contexto</p> <p>É produto da aprendizagem</p> <p>Experiência e informação contextualizadas</p>   |
| <b>Componentes</b>       | <p>Números</p> <p>Palavras</p> <p>Sons</p> <p>Imagens</p>  | <p>Comunicações audíveis ou visíveis</p> <p>Declarações</p> <p>Documentos</p>                  | <p>Cognitivos: crenças, conceitos, metodologias, técnicas, valores, <i>insights</i>.</p> <p>Emocionais: intuição, paixão, pressentimento, valores.</p> <p>Cognitivo-Comportamental: atitudes, competências.</p> |
| <b>Instrumentalidade</b> | <p>Registro de um evento</p> <p>Matéria-prima para a criação de informação</p>   | <p>Matéria-prima para a criação de conhecimento</p>  | <p>Matéria-prima da tomada de decisão</p> <p>Matéria-prima da resolução de problemas</p>  |
| <b>Localização</b>       | <p>Na natureza</p> <p>Nas bases de dados</p>   | <p>Textos</p> <p>Manuais</p> <p>Arquivos</p> <p>Mídias</p>                                     | <p>Nas pessoas</p> <p>Nos grupos</p> <p>Nas organizações</p>  |

Fonte: informações adaptadas de Davenport e Prusak (1998) e de Cardoso (2003).

### 2.1.2 A Natureza do Conhecimento

A busca por uma definição do conceito de conhecimento não é nova. As mais antigas referências desta investigação datam de mais de 2500 anos, quando Platão, em sua obra

Theactetus, define conhecimento como toda “crença verdadeira justificada” (CARDOSO, 2003; NONAKA e TAKEUCHI, 1997).

A investigação das correntes de pensamento que estudaram a natureza do conhecimento mostra que existem várias abordagens e maneiras de classificá-las. Em uma análise com foco na dimensão racional-sensorial, Nonaka e Takeuchi (1997) afirmam ser possível se distinguir claramente duas escolas de pensamento da epistemologia ocidental, que muito diferem quanto à essência da real fonte de conhecimento. Os racionalistas – dentre os quais se destaca Platão – argumentavam que o conhecimento pode ser obtido por dedução, fazendo uso de artifícios mentais como leis, teorias e conceitos. Já os empiristas defendiam que o conhecimento só pode ser obtido por indução, isto é, sua origem esta ligada ao resultado de experiências sensoriais, idéia consoante com os pensamentos de Aristóteles. Na análise dos ecos destas correntes em eras mais modernas ficam nítidas as contribuições do racionalista René Descartes, defensor do reducionismo e do papel central da mente – e não dos sentidos – na criação do conhecimento; e do empirista britânico John Locke, que elegeu a percepção sensorial a grande fonte de idéias dos seres humanos.

Em uma investigação de correntes teóricas mais recentes, e que leva em conta a influência dos avanços da ciência sobre o entendimento da natureza do conhecimento, Krogh (1998) afirma existir, atualmente, duas grandes abordagens: a cognitivista e a construtivista. A visão cognitivista teve sua origem durante a “revolução cognitiva”, na década de 1950, quando grandes progressos foram efetuados na ciência da computação, na teoria de sistemas, na psicologia e na neurociência. Os cognitivistas desenvolveram modelos formais do sistema cognitivo como uma máquina de processamento de informações e processamento lógico. Para eles, o conhecimento era explícito, facilmente codificável e transmissível a outros.

A segunda visão, a perspectiva construtivista, é baseada em avanços da neurobiologia e filosofia. Ela admite a existência de conhecimentos não explícitos, dificilmente codificáveis, altamente personalizados e ligados às habilidades. Segundo eles, o conhecimento reside em nossos corpos e mentes e está altamente relacionados com nossos sentidos e experiências prévias.

Nonaka e Takeuchi (1997) ressaltam o caráter pessoal e específico do conhecimento, sendo este uma função particular do posicionamento, perspectiva e intenção de seu portador. Além disso, está ligado simultaneamente à convicção e ao comprometimento, tendo sua origem na ação humana e no processo absolutamente personalizado de “entendimento”. Assim, pode ser definido como um processo humano dinâmico de convicção de uma justificativa pessoal em direção à verdade.

Na mesma linha de raciocínio, Davenport e Prusak (1998) definem conhecimento como uma mistura “fluida” de experiência, valores, intuição e informação contextual, formando um modelo mental que habilita a pessoa a interpretar, avaliar e tomar decisões acerca de casos, experiências ou informações.

### **2.1.3 Tipos de Conhecimento**

A multiplicidade de óticas sob as quais se pode examinar e conceituar o conhecimento permite sua classificação em vários tipos. Assim, há muitas dimensões que servem de base para a análise deste recurso. Nesta pesquisa, maior atenção é dada às dimensões principais e àquelas que possuem maior significância no contexto organizacional.

A mais citada classificação dos tipos de conhecimento é aquela que o divide em explícito e tácito. O conhecimento explícito é caracterizado por ser formal, sistemático, quantificável e facilmente disseminado. Já o conhecimento tácito é definido como aquele que é caracterizado pelo caráter pessoal, subjetivo e de difícil formalização. Armazenado implicitamente nas mentes dos indivíduos, possui como característica principal a inabilidade do seu portador de articular de forma completa o que ele conhece (LEONARD-BARTON e SENSIPER, 1998; NONAKA e TAKEUCHI, 1997).

O reconhecimento da natureza tácita do conhecimento se deve, em grande parte, ao trabalho clássico do cientista e filósofo Polanyi (1997). Nesta obra, publicada originalmente em 1966, o autor sintetiza a existência da parte implícita do saber humano com a frase *‘we know more than we can tell’*. Ratifica, desta forma, que muito do que um ser humano conhece não pode ser expresso verbalmente, isto é, não pode ser explicitado.

Leonard-Barton e Sensiper (1998) afirmam que os conhecimentos tácitos, inconscientes ou semiconscientes, são os responsáveis pela produção do *insight* e auxiliam em decisões baseadas na intuição. Quanto mais conhecimento tácito é disseminado e compartilhado na organização, mais difícil é sua imitação.

Assim, pode-se fazer uma analogia entre o conhecimento explícito e a ponta exposta de um *iceberg* (NONAKA, REINMOELLER e SENOO, 1998; MOORADIAN, 2005). Apesar de mais fácil de se detectar e capturar, ele representa apenas uma fração de todo o conhecimento de um indivíduo ou organização. Entende-se, portanto, a existência do conhecimento tácito como uma condição indispensável para a existência do conhecimento explícito (MOORADIAN, 2005).

Spender (1996) sugere que não se deve procurar entender o conceito de conhecimento tácito desvinculado de seu processo de criação e aplicação. Esta abordagem permite, segundo o autor, definir conhecimento tácito como sendo aquele que ainda não foi abstraído da prática.

Além da classificação do conhecimento em suas formas tácita e explícita, outras são possíveis e bastante úteis no contexto das organizações. Dentre os tipos enumerados por Teece (1998), merecem destaque: conhecimentos observáveis e não observáveis; conhecimentos “positivos” e “negativos”.

A observabilidade do conhecimento está ligada ao grau de extração possível do *know-how* incorporado a determinado artefato. Como exemplo, o autor cita que, em produtos de alto conteúdo tecnológico, os conhecimentos ligados à tecnologia do produto são bastante observáveis: passíveis de aquisição por engenharia reversa ou imitação, por exemplo. Já a tecnologia do processo, mais protegida e implícita, apresenta-se muito menos observável (TEECE, 1998).

A divisão dos conhecimentos em “positivos” e “negativos” está ligada à situação que propiciou a aquisição do conhecimento. Defende-se que, devido ao alto grau de incerteza inerente ao processo de inovação, deve-se estar aberto ao aprendizado tanto numa descoberta de sucesso (conhecimento “positivo”) quanto na lição deixada por um erro ou

fracasso (conhecimento “negativo”) (POWELL, 1998; TEECE, 1998). A Tabela 2 consolida as principais abordagens de classificação do conhecimento em seus principais tipos.

Tabela 2 – Classificações dos tipos de conhecimento

| <b>Classificação</b> | <b>Tipos</b>    | <b>Propriedades</b>   | <b>Referências</b>   |
|----------------------|-----------------|---|--|
| Explicitabilidade    | Explícito       | Formal, codificável, facilmente transferível, articulado, sistemático.                                  | Nonaka e Takeuchi (1997)<br>Leonard-Barton e Sensiper (1998) |
|                      | Tácito          | Pessoal, inconsciente ou semiconsciente, não-codificado.  | Polanyi (1997)<br>Davenport e Prusak (1998)                  |
| Dimensão             | Individual      | Inferido na mente do indivíduo, acumula experiências pessoais.  | Nonaka e Takeuchi (1997)<br>Leonard-Barton e Sensiper (1998) |
|                      | Organizacional  | Resultado do acúmulo de interações sociais e trocas de conhecimentos individuais.                       |  |
| Observabilidade      | Observáveis     | Incorporados explicitamente a produtos e tecnologias, são passíveis de aquisição por observação direta. | Teece (1998)   |
|                      | Não Observáveis | Implícitos, ocultos, de difícil aquisição por simples observação.                                       |  |
| Tipo de Descoberta   | “Positivo”      | Aprendizado com o “sucesso”   | Powell (1998)  |
|                      | “Negativo”      | Aprendizado com o “fracasso”  | Teece (1998)   |

## 2.2 Conhecimento, Administração e Sociedade

O século XIX consolidou importantes marcos na utilização do conhecimento por parte dos seres humanos. O primeiro está relacionado à aplicação sistemática do conhecimento científico a ferramentas, produtos e processos. Ao fazer uso de novidades científicas para o desenvolvimento de novos produtos, como fertilizantes, inaugurou-se uma nova era na qual “logia” – o conhecimento sistemático e organizado – e *téchne* – a habilidade, a técnica aplicada – pareciam começar a interagir de forma mais intensa. Era o nascimento da “tecnologia”.

O segundo se deu, paralelamente, com o desenvolvimento das primeiras universidades técnicas, instituições pioneiras na interação entre a produção de novos conhecimentos e o ensino e a prática de técnicas específicas, na Europa. Ao reunirem, codificarem e publicarem estudos que procuravam explicar as técnicas, até então obscurecidas pelo mistério do artesanato, elas converteram experiência em conhecimento, segredo em metodologia. Este cenário constituiu importante impulsionador da Revolução Industrial, que deslocou o centro de gravidade da atividade econômica do campo em direção aos centros urbanos industriais (DRUCKER, 1993).

A terceira grande revolução na utilização do conhecimento por parte da sociedade ocorreu no final do século XIX e foi iniciada pelos estudos do americano Frederick Winslow Taylor (1856–1915). Depois do advento da utilização e da produção de novos conhecimentos aplicados a ferramentas e técnicas, coube a Taylor introduzir a idéia de se aplicar conhecimento ao trabalho humano. Amplamente combatido pelos intelectuais da época, Taylor, ao defender que todo trabalho manual podia ser analisado e organizado pela aplicação do conhecimento, iniciou tendência administrativa que elevou a produtividade do ser humano de forma assustadora – fenômeno que Drucker (1993) denomina “Revolução da Produtividade”.

Este foi o cenário no qual emergiu a Sociedade Industrial como a conhecemos. A partir do marco fincado pela Revolução Industrial, nota-se a evolução da dinâmica dos mercados em torno de paradigmas de competitividade que permitem a definição de três eras: a Era da Produção em Massa, a Era da Qualidade e a Era da Flexibilidade.

Entretanto, inúmeros são os autores que alertam para o esgotamento do paradigma industrial (CASTELLS, 1999; DAVENPORT e PRUSAK, 1998; DRUCKER, 1993; NONAKA e TAKEUCHI, 1997; SVEIBY, 1997; TERRA, 1999; TOFFLER, 1995). Em seu lugar, emerge a Sociedade do Conhecimento, na qual o conhecimento se torna o mais importante fator de produção, deixando terra, mão-de-obra e capital em níveis secundários (DRUCKER, 1993). Nesta era, em que se assiste a uma rápida mudança dos mercados, na qual novas tecnologias se proliferam, produtos inovadores surgem em curtos períodos de tempo e novos competidores constantemente invadem a arena competitiva, as organizações

devem ser cada vez mais capazes de gerar e obter novos conhecimentos e transformá-los em produtos e serviços para sobreviverem (NONAKA e TAKEUCHI, 1997).

Segundo Drucker (1993), as empresas que passaram para o centro da economia nos últimos anos se baseiam na produção e distribuição de conhecimento e informação, e não na produção e distribuição de bens físicos. Nonaka e Takeuchi (1997) afirmam que, nessa nova economia, onde a única certeza é a incerteza, somente o conhecimento pode ser considerado uma fonte segura de vantagens competitivas duradouras.

Tentando acompanhar a evolução de todas estas mudanças, a Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE) vem, desde a década de 1990, aprimorando indicadores que medem o progresso das nações rumo à Sociedade do Conhecimento (TERRA, 2001). Apesar da dificuldade inerente ao processo de medição de algo muitas vezes tácito e de difícil precificação, a OCDE vem buscando o desenvolvimento de métricas para a produção, a distribuição e o uso do recurso conhecimento. A OCDE (1996) classifica os desafios metodológicos ligados ao desenvolvimento destes indicadores em cinco grandes grupos:

- Mensuração de investimentos de conhecimento;
- Mensuração do estoque e fluxos de conhecimento;
- Mensuração de resultados da aplicação de conhecimento;
- Mensuração de redes de conhecimento;
- Mensuração de conhecimento e aprendizado.

Apesar deste trabalho apresentar resultados ainda incipientes, esforços institucionais de uma organização de âmbito mundial e destacada relevância no cenário econômico corroboram a importância de se abordar as novidades econômico-produtivas vindouras. A Tabela 3 apresenta uma comparação entre os paradigmas da produção na Era Industrial e na Era do Conhecimento.

Tabela 3 – Era Industrial e Era do Conhecimento: paradigmas

|                             | <b>Paradigma da Era Industrial</b>                                   | <b>Paradigma da Era do Conhecimento</b>  |
|-----------------------------|--|--|
| Pessoas                     | Geradores de custos ou recursos                                      | Geradores de receitas  |
| Fonte de poder dos gerentes | Nível hierárquico  | Nível de conhecimento  |
| Produção                    | Operários processando recursos físicos para criar produtos tangíveis | Trabalhadores do conhecimento convertendo conhecimento em estruturas intangíveis |
| Gargalos da produção        | Capital financeiro e habilidades humanas                             | Tempo e conhecimento   |
| Informação                  | Instrumento de controle  | Ferramenta para comunicação: recurso   |
| Conhecimento                | Uma ferramenta ou recurso entre outros                               | O foco do negócio  |
| Propósito do aprendizado    | Aplicação de novas ferramentas                                       | Criação de novos ativos  |

Fonte: adaptado de Sveiby (1997)

É este o cenário no qual emerge uma extensa gama de novas abordagens gerenciais e desafios organizacionais. As próximas seções apresentam teorias e constatações relacionadas a práticas corporativas que auxiliam as organizações a competirem nesse novo contexto.

### **2.3 Gestão do Conhecimento e Aprendizagem Organizacional**

Reconhece-se que as peculiaridades do recurso conhecimento fazem com que os processos envolvidos em sua gestão apresentem diferenças cruciais quando comparados aos processos que compõem a gerência de recursos tradicionais como materiais e capital. Assim, a necessidade de se alinhar as práticas gerenciais existentes à natureza do conhecimento já é largamente explicitada tanto nas esferas acadêmicas quanto nas empresariais. Apesar disso, ainda não há consenso em relação ao escopo, à amplitude e à intensidade deste novo modelo de gestão que emerge.

Leonard-Barton (1998) chama a atenção para o fato de que, para se gerir bens cognitivos, não basta identificá-los, mas sim entendê-los em toda sua complexidade: onde se encontram, como se desenvolvem ou se atrofiam, como as ações gerenciais afetam sua viabilidade. Qualquer abordagem relacionada à Gestão do Conhecimento não deve envolver, portanto, apenas a adoção de algumas poucas práticas gerenciais, mas, também,

um elevado grau de compreensão, estímulo e mesmo empatia com os processos humanos básicos de criação e aprendizado (TERRA, 2001).

Terra (2001) trata a GC como a reorganização das principais políticas, processos e ferramentas gerenciais e tecnológicos à luz de uma melhor compreensão dos processos de geração, identificação, validação, disseminação, compartilhamento, uso e proteção dos conhecimentos estratégicos para gerar resultados para a empresa e benefícios para os colaboradores internos e externos.

Ruggles (1998) adota uma visão baseada em processos para tentar delimitar o foco de atuação da gestão baseada no conhecimento. Segundo ele, quando se aplica esta perspectiva processual a tudo o que pode ser gerenciado ligado ao conhecimento, pode-se identificar oito categorias principais de atividades baseadas em conhecimento:

- Geração de novos conhecimentos;
- Aquisição de conhecimentos externos;
- Utilização de conhecimentos disponíveis para o processo de tomada de decisão;
- Incorporação de conhecimento em processos, produtos e/ou serviços;
- Representação de conhecimentos em documentos, bancos de dados e softwares;
- Facilitação da expansão do conhecimento através de cultura e incentivos;
- Transferência de conhecimentos existentes para outras partes da organização;
- Medição do valor de ativos de conhecimento e/ou do desempenho da gestão do conhecimento.

Em abordagem semelhante, Cardoso (2003) mapeia os seguintes processos centrados em conhecimento como objeto da atenção da GC: criação e aquisição; atribuição de sentido; partilha e disseminação; memória organizacional; medição; recuperação.

Mertins, Heisig e Vorbeck (2001) *apud* Santos (2005) definem a GC como o conjunto de métodos, ferramentas e instrumentos que contribuem para um processo integrado que

engloba as atividades de geração, armazenamento, distribuição e aplicação de conhecimento de modo a abranger o desempenho organizacional e com foco em ações que criem valor ao negócio.

É notório o crescimento da importância e da recorrência do termo “aprendizagem” na evolução – ou até mesmo na ascensão – da GC. O encurtamento do ciclo de vida dos produtos e a brusca acentuação da importância do processo de inovação trouxeram, a partir do início da década de 1990, a temática da aprendizagem organizacional para o centro das atenções. Por este termo, deve-se entender o processo por meio do qual as organizações tratam suas experiências, positivas ou negativas, e como mantêm ou mudam suas diretrizes para a ação organizacional, incorporando essas experiências (FLEURY e OLIVEIRA JR., 2001).

Senge (1992) afirma que as organizações só aprendem através de indivíduos que aprendem. O autor defende que o aprendizado individual não garante o aprendizado organizacional, mas sem o primeiro não há como ocorrer o segundo. A partir desta premissa, o autor apresenta modelo para o processo de aprendizagem, composto por cinco disciplinas fundamentais: o domínio pessoal, por meio do qual as pessoas passam a compreender profundamente seus objetivos e suas pretensões individuais; modelos mentais, por meio dos quais os indivíduos interpretam o mundo, a organização e suas atividades; o objetivo comum, que fomenta a aprendizagem global pela aceitação individual do objetivo como legítimo; a aprendizagem em grupo; e o raciocínio sistêmico, tendo no pensamento holístico sua base de sustentação.

A conversão da aprendizagem individual em aprendizagem organizacional exige processos que tornem o conhecimento residente nas mentes dos funcionários disponível para a organização. Disseminar o conhecimento de cada indivíduo passa a ser, então, um dos principais desafios gerenciais no escopo da GC (DAVENPORT e PRUSAK, 1998). Para que este *know-how* interno se torne acessível, a empresa deve prover basicamente dois fatores: mecanismos de mapeamento do conhecimento, que tornem possível a busca do conhecimento por parte dos que dele necessitam (DAVENPORT e PRUSAK, 1998;

RUGGLES, 1998); mecanismos e cultura voltados para a disseminação do conhecimento, evitando sua concentração excessiva em algumas pessoas-chave (POWELL, 1998).

Com relação ao estabelecimento de processos voltados para a disseminação do conhecimento, há um amplo e diversificado espectro de conceitos. Powell (1998) alerta para o fato de que desenvolver rotinas para a disseminação do conhecimento organizacional é sempre uma “faca de dois gumes”: mecanismos informais impedem a disseminação abrangente, enquanto procedimentos demasiadamente formais podem inibir o aprendizado.

Dentre os processos formais mais citados, destacam-se: ciclo interno de palestras e feiras do conhecimento; fóruns virtuais de debate; incentivos formais ao compartilhamento de idéias por parte dos colaboradores (DAVENPORT e PRUSAK, 1998).

Entretanto, inúmeros estudos revelam a importância de se trabalhar questões culturais e sociais para o estabelecimento de contextos informais voltados para a troca natural de conhecimento (HOLTSHOUSE, 1998; NONAKA e TAKEUCHI, 1997; TERRA, 2001).

Davenport e Prusak (1998) complementam este rol de desafios ao compartilhamento do conhecimento com mais algumas dificuldades: falta de confiança mútua, diferenças culturais e de vocabulários e falta de capacidade de absorção pelos recipientes.

Como se pode observar, a GC se caracteriza fortemente pela multidisciplinaridade e pela multiplicidade de óticas através das quais se pode organizar a tentativa de gerir o conhecimento. Assim, a fim de estruturar os temas inerentes a este desafio organizacional, apresenta-se na próxima seção um modelo integrado de GC que servirá de estrutura para apresentá-la em todas suas dimensões.

#### **2.4 Modelo Conceitual para a Gestão do Conhecimento**

Segundo Terra (2001), devido ao seu caráter multidisciplinar e por abranger uma grande diversidade de processos existentes nas organizações, a GC deve ser entendida com base em sete dimensões da prática gerencial:

1. O **papel da alta administração** na definição de uma estratégia de conhecimento para a organização;
2. O desenvolvimento de uma **cultura organizacional** voltada à inovação, experimentação e aprendizado contínuo;
3. A adoção de uma **estrutura organizacional** que vise a geração e disseminação do conhecimento e o aprendizado;
4. As **práticas e políticas de recursos humanos** associadas à aquisição de conhecimentos externos e internos, bem como à geração, à difusão e ao armazenamento do conhecimento organizacional;
5. Os **sistemas de informações** responsáveis por suportar e estimular os processos de difusão e armazenamento de conhecimentos;
6. O conjunto de esforços de **mensuração de resultados** sob várias perspectivas e sua comunicação por toda a organização;
7. A interação de **aprendizado com o ambiente externo**.

A Figura 2 apresenta a arquitetura conceitual do modelo de Terra (2001), evidenciando as dimensões as sete dimensões da GC.

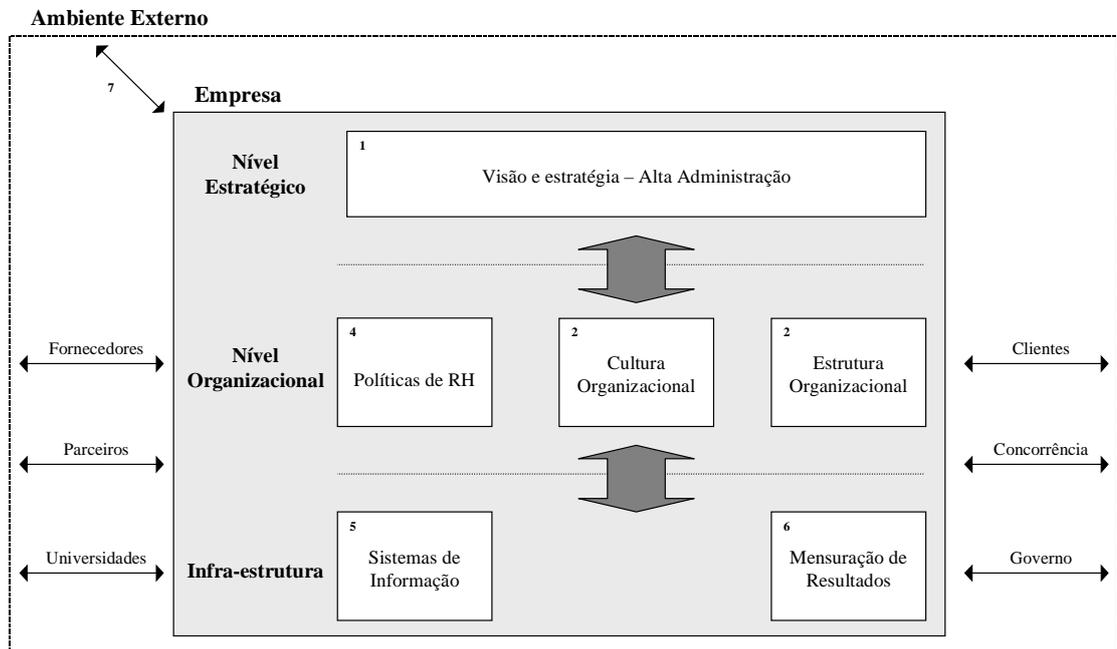


Figura 2 – As sete dimensões da Gestão do Conhecimento

Fonte: adaptado de Terra (2001)

As seções que se seguem apresentam cada uma destas dimensões de forma separada. O nível de profundidade com que cada uma delas foi abordada está relacionado a sua importância relativa na temática central desta pesquisa.

#### 2.4.1 A Alta Administração e a GC

O papel da alta administração ganha novos contornos na Era do Conhecimento. A crescente importância do conhecimento na corrida competitiva traz a gestão deste recurso para a pauta estratégica das organizações. A inserção deste tópico na agenda da alta administração se dá pela necessidade do delineamento de uma verdadeira estratégia de conhecimento para a organização. Zack (1999) defende que este esforço estratégico deve ser traduzido na definição de uma arquitetura organizacional que suporte e estimule os processos de criação, gestão e utilização de conhecimentos.

Outras importantes atribuições da alta administração na definição de um direcionamento estratégico voltado para o conhecimento aparecem na literatura:

- Definição dos campos de conhecimento em que a empresa atuará (NONAKA e TAKEUCHI, 1997; TERRA, 2001);
- Definição de macrovisões para o desenvolvimento de projetos inovadores (NONAKA e TAKEUCHI, 1997);
- Identificação de “lacunas” de conhecimento na organização e delineamento de estratégias para corrigi-las (ZACK, 1999).

#### **2.4.2 Cultura Organizacional e GC**

Uma revisão da literatura atual mostra uma enorme gama de novas abordagens de gestão que procuram tratar o ambiente cultural das organizações. O aspecto mais subjetivo, pessoal e tácito dos ativos organizacionais que imperam na Era do Conhecimento reforça a atenção para o lado *soft* da organização, trazendo à tona novos elementos ao linguajar gerencial (TERRA, 2001).

Apesar de utilizarem diferentes terminologias, pode-se identificar um núcleo comum de elementos para os quais convergem as atenções das diferentes abordagens: o tipo de liderança exercida, a gestão do recurso tempo e o aspecto dos espaços de trabalho. A seguir, apresenta-se uma revisão dos principais conceitos encontrados na literatura ligados a esses três elementos:

**1. Tipo de Liderança:** identifica-se claramente uma tendência em direção à adoção de estilos mais democráticos, convivência com o erro e oportunidade para as pessoas testarem suas idéias. Defende-se que tais práticas contribuem para a criação de ambientes de trabalho nos quais se intensifica o fluxo de conhecimento e informação entre as pessoas (DAVENPORT e PRUSAK, 1998; TERRA, 2001).

Em estudo que vincula a liderança exercida pela gerência e as fases envolvidas no processo de inovação, com ênfase para o entendimento deste cenário na gestão de pequenas equipes,

King e Anderson (1995) delineiam o estilo que melhor se acomoda ao ambiente inovador. O resultado desta pesquisa é mostrado na Tabela 4.

Tabela 4 – Modelo de liderança em equipes para apoiar o processo de inovação

| <b>Fase do Processo de Inovação</b> | <b>Estilo de Liderança</b> | <b>Comportamento Gerencial</b>   |
|-------------------------------------|----------------------------|--|
| Iniciação                           | Estímulo                   | Cria ambiente seguro para a geração de novas idéias, mantendo a mente aberta e garantindo um ambiente pouco crítico. |
| Discussão                           | Desenvolvimento            | Busca opiniões, avalia propostas, define o plano de implementação, encaminha o projeto.                              |
| Implementação                       | Consolidação               | Vende o projeto para todos os grupos afetados, assegura comprometimento e participação na implementação.             |
| Rotinização                         | Validação/Modificação      | Avalia efetividade, identifica ligações fracas, modifica e melhora o projeto.  |

Fonte: adaptado de King e Anderson (1995)

**2. Gestão do Tempo:** inúmeros trabalhos sugerem que a alocação de espaços na rotina voltados para atividades criativas e reflexivas se torna uma necessidade frente aos novos desafios impostos ao trabalhador do conhecimento (TERRA, 2001);

**3. Layout do Espaço de Trabalho:** muito se discute em relação ao impacto do aspecto físico do espaço de trabalho na produtividade de grupos de trabalho intensivos em conhecimento. Há consenso de que espaços fechados e que simbolizam *status* ligados à hierarquia perdem terreno para a adoção de espaços abertos e não-hierárquicos, que fomentam a livre comunicação em todos os sentidos e os contatos informais (TERRA, 2001).

Nemeth (1997) sugere que, enquanto culturas corporativas consideradas “fortes” estimulam a coerência, fidelidade, uniformidade e aderência, características fundamentais para a implementação de idéias, valores como flexibilidade, abertura e até mesmo certa dissidência são indispensáveis para a geração de novas idéias pois sustentam a atividade criativa.

Holtshouse (1998) chama a atenção para que o fato de uma série de mudanças organizacionais recentes vem reduzindo as conexões sociais mais intensas entre os indivíduos. Dentre elas, destacam-se: as reduções de custo com escritórios, a ascensão dos “trabalhadores móveis”, a criação de ambientes virtuais de interação, as terceirizações de serviços e as parcerias à distância. O desafio que emerge, então, é como se obter a troca efetiva de conhecimento tácito num cenário em que há cada vez menos contatos pessoais diretos.

### **2.4.3 Estrutura Organizacional e GC**

Há diversas formas de se classificar os modos como uma organização distribui as autoridades, organiza os processos e atividades, divide o trabalho e agrupa as pessoas para atingir suas metas (PERROTTI, 2004).

Dentre os tipos de classificação que se pode efetuar acerca das estruturas organizacionais, merece destaque no contexto da GC aquela que contrapõe as estruturas “Mecanicistas” ou “Burocráticas” às estruturas “Orgânicas”. Enquanto as primeiras, notadamente mais hierárquicas e rígidas, se mostram mais eficientes para o trabalho rotineiro e estável, como a produção em massa de produtos padronizados, as segundas, caracterizadas pela maior informalidade e fluidez, apresentam maior vocação para a inovação em produtos e serviços (UTTERBACK, 1996).

Na mesma linha de raciocínio, Nonaka e Takeuchi (1997) tecem comparação entre a “Burocracia” e a “Força-Tarefa”, defendendo que ambas as estruturas apresentam vantagens e desvantagens na gestão do recurso conhecimento. Os autores chegam a propor uma nova forma de estrutura, a organização em hipertexto, constituída a partir de uma síntese das duas (ver tópico 3.1.6). A Tabela 5 mostra uma comparação entre a “Burocracia” e a “Força-Tarefa” no contexto da Gestão do Conhecimento.

Tabela 5 – Comparação entre a burocracia e a força-tarefa no contexto da GC

|                 | <b>Burocracia</b>  | <b>Força-Tarefa</b>   |
|-----------------|--|---|
| Características | Altamente formalizada, centralizada e dependente da padronização dos processos de trabalho para coordenação organizacional       | Flexível, adaptável, dinâmica, participativa. Forma de equipe que reúne representantes de unidades diferentes em uma base intensiva e flexível. |
| Vantagens       | Traz eficiência ao trabalho rotineiro em larga escala; funciona bem sob condições estáveis                                       | Bem-sucedida para projetos intensos em áreas como a de desenvolvimento de produtos  |
| Desvantagens    | Dificulta a iniciativa individual; extremamente inadequada para períodos de incerteza e mudanças rápidas                         | Natureza temporária dificulta a transferência do conhecimento acumulado a outras partes da organização após a conclusão do projeto              |
| Riscos          | Resistência intra-organizacional, “papelada”, meios que se transformam em fins, departamentalismo, desmotivação dos funcionários | O excesso de forças-tarefa em pequenas organizações dificulta o alcance de metas no nível estratégico   |
| Conhecimento    | Adequada para Exploração e Acúmulo do Conhecimento   | Adequada para Compartilhamento e Criação do Conhecimento  |
| Palavra-Chave   | Eficiência   | Flexibilidade   |

Fonte: adaptado de Nonaka e Takeuchi (1997)

Terra (2001) reforça a tese de que as estruturas mais mecanicistas ou burocráticas se mostram cada vez menos adequadas para enfrentar os atuais desafios empresariais, que exigem flexibilidade e adaptabilidade.

#### **2.4.4 Políticas de Recursos Humanos e GC**

Todo e qualquer evento organizacional relacionado ao conhecimento envolve a participação de seres humanos e a existência das relações sociais entre eles. Assim, o caráter absolutamente pessoal do conhecimento estabelece uma relação óbvia entre a sua gestão e a gestão dos recursos humanos responsáveis pelo seu manuseio, criação e aplicação.

Neste novo cenário que emerge, há uma reorganização que provoca mudanças no equilíbrio de poder das organizações. Os trabalhadores exigem não apenas uma compensação financeira, mas também uma perspectiva efetiva de desenvolvimento profissional e pessoal (TERRA, 2001)

Terra (2001) divide os sinais da Era do Conhecimento nas políticas de recursos humanos em três setores de atuação:

**1. Recrutamento e seleção:** nota-se um aumento expressivo no rigor da seleção de novos funcionários. Há um crescimento evidente nas exigências de formação e qualificações pessoais na contratação.

**2. Treinamento e Aprendizado:** a tendência básica notada é a transição do “Paradigma do Treinamento” para o “Paradigma do Aprendizado”. Dentre as novidades encontradas neste último, merecem destaque:

- As fontes de conhecimento deixam de ser apenas os instrutores ou profissionais externos e abrangem, agora, todos os funcionários da organização;
- A responsabilidade pelo processo de aprendizagem deixa de ser exclusivamente da empresa e passa a ser compartilhada com os funcionários;
- Há uma clara mudança em relação à visão do processo de aprendizado. Ele deixa de ser estritamente racional e preocupado em transmitir conhecimentos explícitos para incorporar aspectos mentais, emocionais e comportamentais de forte componente tácito;
- Crescente utilização de cursos *online*, implementados através de métodos de *e-learning*, que delegam ainda mais aos indivíduos a responsabilidade pelo seu processo de aprendizado.

**3. Carreira e Sistemas de Recompensa:**

- Os cargos são definidos de forma cada vez mais ampla e a rotação entre diferentes áreas é fomentada. Surge o conceito de “espaço ocupacional”, que traz a idéia de que as pessoas são estimuladas a aplicar sua competência e seu conhecimento, com determinado grau de autonomia, em defesa dos interesses da organização.

- Sistemas de recompensa envolvem incentivos ao autodesenvolvimento individual e coletivo; são multidimensionais e procuram aumentar o compromisso com o desempenho geral e de longo prazo da organização.

#### **2.4.5 Sistemas de Informações e a GC**

O avanço das tecnologias de informação oferece uma enorme variedade de sistemas que suportam o fluxo de informações dentre os mais variados processos corporativos. No que tange especificamente à GC, há particular interesse por ferramentas capazes de estimular os processos de difusão e armazenamento de informações. Terra (2001) simplifica a heterogeneidade presente nos tipos de novidades de informática, dividindo-as em três grupos principais:

- Sistemas de Publicação e Documentação, capazes de facilitar o acesso a conhecimentos explícitos;
- Sistemas de Colaboração, capazes permitir a interação entre pessoas geograficamente separadas. Podem ser síncronos (*chats*, videoconferências) ou assíncronos (e-mail, fóruns virtuais de discussão);
- Mapas de Conhecimento e Páginas Amarelas Corporativas, ferramentas compostas de bancos de dados com listas de descrições das competências dos indivíduos. Facilitam a localização e o acesso a pessoas detentoras de conhecimentos (DAVENPORT e PRUSAK, 1998; HOLTSHOUSE, 1998). Fomentam, assim, o contato pessoal e o compartilhamento de conhecimento tácito entre os indivíduos.

Terra (2002) destaca a revolução que vem sendo ocasionada pela evolução dos portais corporativos enquanto plataforma principal de interação do indivíduo com o ambiente informacional da organização. A força dos portais emerge da integração de várias ferramentas e da ligação entre dois mundos: o das informações estruturadas (presentes nas bases de dados) e o das informações pouco estruturadas (presentes nas ferramentas de colaboração, documentação e gerenciamento de conteúdos; baseadas na linguagem humana).

#### **2.4.6 Mensuração de Resultados e a GC**

O advento do conhecimento como principal fator de produção traz consigo mudanças estruturais na economia, e, em especial, exige novas métricas e métodos para se mensurar o valor e o resultado dos empreendimentos (EDVINSSON e MALONE, 1998). Desta forma, o modelo “tradicional” de contabilidade, baseado na identificação de valor restrita aos ativos físicos e financeiros das empresas, se descreveu com grande brilho as operações das companhias durante meio milênio, já não é mais satisfatório para fazê-lo no contexto produtivo da Era do Conhecimento (EDVINSSON e MALONE, 1998).

É neste contexto que se observa o aparecimento de abordagens que procuram identificar e valorar os ativos intangíveis de uma organização. Surge, então, o conceito de capital intelectual. Apesar de haver diferentes definições este termo, há consenso de que seu significado está intimamente ligado ao conjunto de fontes intangíveis de valor de uma organização (STEWART, 1998).

A idéia de se tentar estruturar, identificar e mensurar o valor do capital intelectual presente numa organização, de forma a tornar claras as fontes de valor que sustentam essa diferença entre seu valor de mercado e seu valor contábil, teve como pioneira a empresa sueca de seguros Skandia, que, em 1994, começou a publicar relatórios oficiais envolvendo os ativos intangíveis (TERRA, 2001). Edvinsson e Malone (1998), que atuaram nesta empreitada, afirmam que o ponto central do modelo de capital intelectual proposto pela Skandia se fundamentava na idéia de que o valor real do desempenho de uma empresa estava em sua habilidade para criar valor sustentável.

#### **2.4.7 Aprendizado com o Ambiente e a GC**

Evidentemente, toda a gama de conhecimentos necessária para se alimentar os processos de uma organização não pode ser inteiramente criada dentro dela. Deve haver um balanço entre criação interna e aquisição externa de conhecimentos que evite o contínuo processo de “reinvenção da roda”. Ou seja, deve-se aproveitar, sempre que possível, os conhecimentos já existentes no ambiente externo.

O contexto apresentado ratifica a necessidade da formação de canais para a obtenção de conhecimentos externos. Tais canais funcionam como os dutos responsáveis por conduzir o conhecimento ao longo de redes interorganizacionais. Deve-se, assim, entender uma organização que faz uso intensivo de conhecimento como uma célula inserida num arranjo dinâmico composto por outras empresas, organizações setoriais, universidades e institutos de pesquisa, elementos interconectados por contínuas trocas de conhecimento (BRANNBACK, 2003). Esta visão das organizações e suas redes como sistemas de produção, síntese e distribuição de idéias reconhece que o sucesso das empresas está fortemente ligada à profundidade das interações da empresa com organizações de diversos tipos (POWELL, 1998).

Deve-se creditar à GC papel fundamental na estruturação intencional deste posicionamento estratégico da empresa numa verdadeira rede de conhecimentos de interesse da empresa. As práticas de GC devem ser capazes de alinhar efetivamente o fluxo do conhecimento existente entre os indivíduos, entre os grupos de trabalho e através das fronteiras organizacionais que conectam a companhia com clientes e parceiros (PARIKH, 2001; TERRA, 2001).

Powell (1998) chama atenção para a importância de que este posicionamento contemple um rol heterogêneo e interdependente de elementos. Segundo ele, mais do que o estabelecimento de *link* sólido e disciplinado com uma única fonte de conhecimento, faz-se necessário estabelecer vínculos reais com uma gama diversificada de instituições que possuam interesses em determinada área de conhecimento.

Este cenário é verificado de forma mais acentuada em ramos de alta tecnologia (POWELL, 1998). Neles o avanço do conhecimento se dá de forma muito rápida, fazendo com que as bases de conhecimento sejam complexas e as fontes de conhecimento tendam a se distribuir de forma mais dispersa. Assim, organizações presentes neste contexto devem apostar em interações colaborativas com o ambiente externo para acessar, pesquisar e explorar novos conhecimentos e oportunidades tecnológicas (METHÉ, TOYAMA e MIYABE, 1997; POWELL, 1998). Reconhece-se que empresas que possuem estes canais de conhecimento

interorganizacionais estão mais aptas para a rápida corrida do progresso tecnológico (POWELL, 1998; TERRA, 2001).

O mapeamento das fontes críticas de conhecimento que sustentam as atividades de P&D é de grande importância para a identificação das reais fontes de valor que alimentam o processo de inovação. Ele propicia um eficiente direcionamento de esforços organizacionais e possibilita a delimitação de uma verdadeira estratégia de conhecimento (ZACK, 1999). A Tabela 6 ilustra estudo encontrado em Parikh (2001) que identifica as fontes mais relevantes e as classifica em suas dimensões principais – interna ou externa, provedora de conhecimento tácito ou explícito.

Tabela 6 – Fontes de conhecimento em P&D

|                        | <b>Interna</b>   | <b>Externa</b>   |
|------------------------|--|--|
| Conhecimento Tácito    | Experiência acumulada<br>Intuição/Insight<br>Formação acadêmica dos indivíduos<br>Formação cultural dos indivíduos<br>Relacionamentos intra-organizacionais<br>Especialistas/Pesquisadores | Especialistas/consultores do ramo<br>Relacionamentos interorganizacionais<br>Clientes<br>Pesquisadores acadêmicos<br>Outras instituições de pesquisa   |
| Conhecimento Explícito | Banco de dados<br>Sistemas de informação<br>Procedimentos operacionais padronizados<br>Atas de reuniões<br>Documentos técnicos<br>Manuais de produtos<br>Patentes<br>Protótipos            | Banco de dados externos<br>Produtos e manuais da concorrência<br>Artigos acadêmicos<br>Manuais de especificações<br>Normas Industriais<br>Patentes externas<br>Parcerias com outras empresas |

Fonte: adaptada de Parikh (2001).

Num estudo que investiga a criação de redes de conhecimento em áreas de P&D, Brannback (2003) destaca o grande impacto que a participação de funcionários em comunidades científicas e industriais pode trazer no estabelecimento de interações efetivas de criação de conhecimento e aprendizagem organizacional. Swan, Scarbrough e Hislop (2005) ratificam esta idéia, ressaltando que atividades de *networking* externo contribuem para a atualização tecnológica dos indivíduos.

A identificação de fontes estratégicas e a abertura de canais de obtenção de conhecimentos constituem etapas importantes do processo de aprendizado com o ambiente. Entretanto, a materialização destes passos se mostra insuficiente para que a organização incorpore, efetivamente, o *know-how* externo. Muito do conhecimento tecnicamente sofisticado se apresenta altamente tácito – uma mistura indissolúvel de processo, experiência e técnica. Este fato faz do processo de aquisição de conhecimentos uma atividade complexa na qual comportamentos passivos e simplistas raramente trazem sucesso.

Assim, inúmeros autores ressaltam a importância da empresa possuir a habilidade necessária para absorver os conhecimentos desejados (LEONARD-BARTON, 1998; MOORADIAN, 2005; NONAKA, REINMOELLER e SENOO, 1998; POWELL, 1998). Segundo Leonard-Barton (1998), a capacidade de absorção do saber externo de uma empresa está ligada à competência em se reconhecer o valor das informações externas, assimilá-las de forma efetiva e aplicá-las com fins comerciais.

Para que isto ocorra, algumas condições devem ser satisfeitas na empresa. Em primeiro lugar, deve-se atentar para o fato de que o processo de transferência de conhecimento só ocorre quando as partes envolvidas compartilham um “estoque comum de conhecimento” ou um sistema comum de significados (SWAN, SCARBROUGH e HISLOP, 2005). Ou seja, é necessário que a organização disponha de um conteúdo prévio de conhecimentos que habilite o processo de incorporação de novo *know-how*, conferindo sentido aos conceitos recebidos.

Em segundo lugar, é necessária a competência na disseminação do conhecimento dentre os vários grupos ou departamentos de P&D (KOGUT e ZANDER, 1992). Desenvolver esta capacidade de absorver o saber externo passa a ser, então, mais um desafio inserido no escopo da GC. Leonard-Barton (1998) sugere que os seguintes processos auxiliam na potencialização desta capacidade de absorção do saber externo:

- Criação de fronteiras organizacionais permeáveis, através do estabelecimento de interações contínuas com fontes externas de informações;

- Rastreamento de tecnologias através da participação de funcionários em conferências, universidades e laboratórios externos.
- Gerenciamento dos investimentos em aprendizado.

Nonaka, Reimoeller e Senoo (1998) concentram suas atenções no processo de utilização de conhecimentos oriundos dos clientes. Segundo os autores, quando se enxerga esta interação segundo a dimensão tácito-explicito, pode-se classificá-la em três diferentes níveis de profundidade. A Figura 3 ilustra esta contribuição.

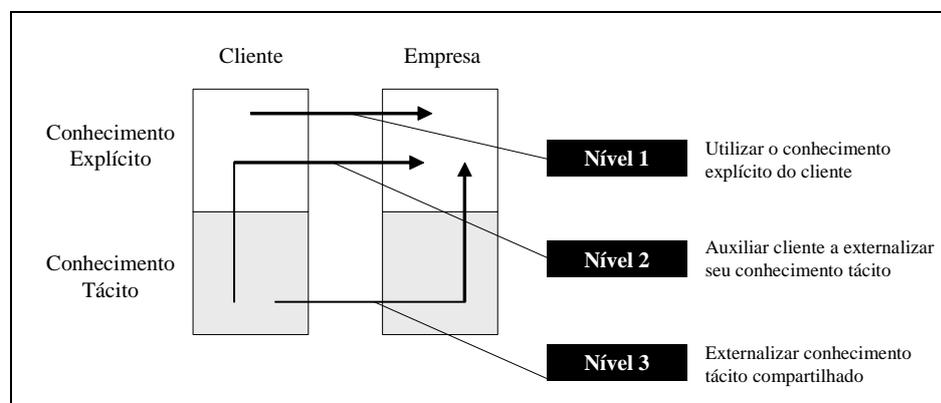


Figura 3 – Níveis de utilização do conhecimento do cliente

Fonte: adaptado de Nonaka, Reimoeller e Senoo (1998)

## 2.5 Novos Atores Organizacionais na Era do Conhecimento

A releitura dos processos organizacionais a partir de uma visão voltada para o conhecimento identifica a existência de novos espaços corporativos, voltados para a atuação de indivíduos intimamente ligados ao conhecimento. Há, na literatura, uma vasta categorização destes novos atores organizacionais, responsáveis, formal ou informalmente, por processos de gestão e criação de conhecimento. Discorre-se, aqui, sobre seis deles: o **ativista do conhecimento**, o **gerente da rede**, a **sentinela tecnológica**, o **atravessador de fronteiras**, o **dissidente** e o **knowledge broker**.

O **ativista do conhecimento** é um indivíduo, um grupo ou um departamento que toma a responsabilidade de energizar e coordenar o processo de criação de conhecimentos na

organização. Atuando como um catalisador deste processo, ele deve navegar livremente pela empresa, dialogando com as pessoas através das fronteiras e dos níveis organizacionais. Assim, estará exposto a uma grande variedade de novas informações, idéias, oportunidades, questões e problemas. Além disso, é papel do ativista do conhecimento a criação de um espaço ou contexto que suporte o processo criativo (KROGH, NONAKA e ICHIJO, 1997).

Schonstrom (2005) defende que a organização deve identificar e dar suporte ao trabalho dos **ativistas do conhecimento**. Segundo ele, tais indivíduos desempenham papel fundamental na criação de redes de conhecimento. Estas, por suas vezes, podem muito colaborar para o processo de inovação, já que permitem o acesso a conhecimentos de diferentes perspectivas.

Powell (1998) cita os **gerentes da rede** como indivíduos capazes de fornecer a liga necessária para a interação colaborativa de troca de conhecimentos entre diferentes organizações.

Leonard-Barton (1998) sugere dois atores organizacionais importantes no processo de captação e absorção do saber externo. O primeiro, a **sentinela tecnológica**, é identificado como um indivíduo altamente exposto às fontes de conhecimento externas e que possui destacado desempenho técnico, atuando de forma importantíssima na constante atualização dos colegas e na disseminação de conhecimentos tecnológicos. O segundo, o **atravessador de fronteiras**, reforça o papel das sentinelas, ampliando a capacidade de absorção da empresa por conhecer profundamente os mundos da fonte e do receptor.

Nemeth (1997) aborda o papel que indivíduos **dissidentes** possuem na atividade criativa em grupo: suas presenças são responsáveis por estimular visões e pensamentos mais complexos, melhorar o processo de resolução de problemas e estimular a construção de divergências de pensamentos, necessárias para o processo criativo. Além disso, defende que a exposição de pontos de vista minoritários ao grupo é capaz de fomentar pensamentos mais originais, mais “únicos”. Segundo o autor, indivíduos expostos a visões minoritárias estão mais propensos a estabelecer idéias originais por estarem menos presos a soluções e julgamentos convencionais.

Brown (1998) defende a necessidade de haver *links* entre diferentes comunidades de conhecimento na empresa, de forma a estabelecer o contato entre pessoas que precisam de conhecimentos e aquelas que os detêm. Neste contexto, chama a atenção da importância dos *knowledge brokers*, indivíduos que, em analogia com o papel do corretor dos mercados financeiros, aproximam a demanda da oferta por conhecimentos que já existem.

Tabela 7 – Novos atores organizacionais identificados

|           | <b>Atores</b>              | <b>Descrição</b>   | <b>Referências</b>            |
|-----------|----------------------------|--|-------------------------------|
| Informais | Ativista do conhecimento   | Energizam o processo de criação de conhecimentos e são importantes na criação de redes de conhecimentos.                                     | Krogh, Ichijo e Nonaka (1997) |
|           | Gerente da rede            | Coordenam a interface de troca de conhecimentos entre diferentes organizações.   | Powell (1998)                 |
|           | Sentinela Tecnológica      | Altamente exposto a conhecimentos externos, atua na constante atualização dos colegas.   | Leonard-Barton (1998)         |
|           | Atravessador de fronteiras | Amplia a capacidade de absorção de conhecimentos externos por conhecer profundamente os mundos das fontes e do receptor de conhecimento.     | Leonard-Barton (1998)         |
|           | Dissidentes                | Estimulam novas formas de se enxergam problemas e a geração de soluções menos convencionais.   | Nemeth (1997)                 |
|           | <i>Knowledge broker</i>    | “Roteadores” de conhecimento, estabelecem a ponte entre os indivíduos que necessitam de determinados conhecimentos e aqueles que os possuem. | Brown (1998)                  |

A ascensão da visibilidade do trabalho destes atores traz consigo um processo de formalização de papéis organizacionais ligados ao conhecimento. Embora muitos dos exemplos citados ainda sejam exercidos de maneira informal na maioria das empresas, algumas nomenclaturas novas já aparecem em empresas pioneiras nas novas abordagens de gestão. Neste contexto se encontra a formalização dos papéis do gestor do conhecimento e do CKO – *Chief Knowledge Officer* – em muitas empresas. Os profissionais que ocupam estes cargos são responsáveis pelas estratégias e táticas da organização ligadas ao conhecimento.

Estabelecidos os alicerces que sustentam a GC e as profundas mudanças advindas da ascensão da Era do Conhecimento, o próximo capítulo se encarrega de compreender a dinâmica do processo de criação de novos conhecimentos.

### **3 O PROCESSO DE CRIAÇÃO DE CONHECIMENTOS**

Este capítulo apresenta uma revisão teórica de abordagens consolidadas que tratam do processo de criação de conhecimentos.

A parte inicial do capítulo aborda conteúdos ligados a esse processo no nível individual. Neste ponto, teorias relacionadas à criatividade e ao processo de geração de novas idéias são utilizadas. Em seguida, analisa-se a dinâmica do processo de criação sob o ponto de vista coletivo, em busca de conceitos que tratem do seu desenrolar em meio aos processos organizacionais. Neste ponto, três abordagens consolidadas que investigam o tema são apresentadas em detalhes. A escolha das abordagens está relacionada ao grau de ineditismo dos conceitos apresentados, à repercussão dos trabalhos e à abrangência da influência científica de cada uma delas.

#### **3.1 O Indivíduo e a Criação de Conhecimentos**

Criar novos conhecimentos é uma atividade essencialmente humana. Assim, deve-se reconhecer o papel central que o indivíduo exerce sobre o processo de criação (GRANT, 1996). Criatividade é o nome dado a esta capacidade do indivíduo de gerar novas idéias e maneiras de se abordar problemas. Historicamente, o tema foi bastante discutido por pesquisadores ligados à psicologia, preocupados em entender os mecanismos mentais envolvidos na atividade criativa. Em particular, grande atenção foi dada aos fatores que influenciam a capacidade criativa dos indivíduos (SCOTT e BRUCE, 1994). Mais recentemente, a importância crescente da inovação na sobrevivência das empresas incluiu o tema nas atenções de pesquisas organizacionais.

Amabile (1998) apresenta a teoria dos componentes da aprendizagem. Esta abordagem defende que todos os indivíduos são capazes de produzir trabalho criativo, ao menos de forma moderada, em alguma área. Defende também que o ambiente social pode influenciar tanto o nível quanto a freqüência do comportamento criativo.

A teoria é assim denominada pois assume que a criatividade individual é composta por três componentes principais, a saber: *know-how*, habilidades criativas e motivação intrínseca. Segundo a autora, a ação criativa tende a ser mais provável quanto mais intensa a presença destes três componentes. Este conceito é representado pela “interseção criativa”, mostrada na Figura 4.

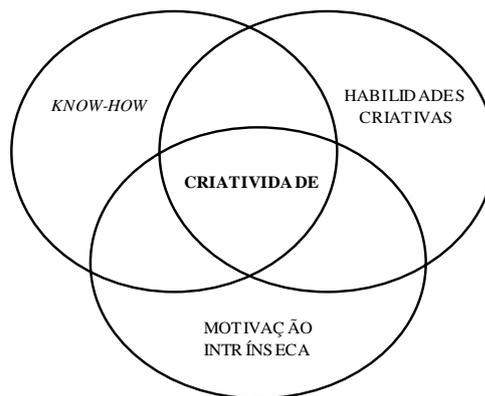


Figura 4 – Componentes da ação criativa individual

Fonte: adaptado de Amabile (1997)

Apesar de ainda não se compreender completamente a dinâmica da atividade criativa, é possível identificar as principais etapas existentes ao longo do processo de criação de novos conhecimentos. Baseada em abordagens clássicas ligadas ao tema, Leonard-Barton (2000) apresenta resultados de pesquisas que dividem esse processo em suas etapas principais. Esta sequência é mostrada na Figura 5.

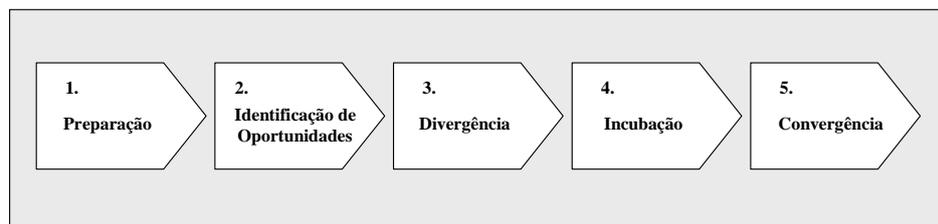


Figura 5 – Etapas do processo de criação de conhecimentos

Fonte: adaptado de Leonard-Barton (2000)

Estas etapas são caracterizadas a seguir:

- 1. Preparação:** consolidação de vasta experiência e conhecimento profundo é precedente essencial para o processo de inovação.
- 2. Identificação de Oportunidade:** consiste na identificação efetiva de problemas reais que requerem soluções novas.
- 3. Divergência:** promoção de pensamento divergente que visa a geração de opções.
- 4. Incubação:** período necessário para maturação das idéias geradas e fermentação das opções criadas para posterior escolha da melhor.
- 5. Convergência:** etapa final responsável pelo afunilamento das idéias em direção a uma solução ou conceito final.

Após esta breve apresentação da essência do processo criativo sob a ótica da dimensão individual, a próxima seção se encarrega de examinar este processo em sua dimensão coletiva, com enfoque para sua inserção no ambiente organizacional.

### **3.2 O Processo de Criação de Conhecimento nas Organizações**

Nesta seção, são apresentadas abordagens que tratam o processo de criação de conhecimentos do ponto de vista da organização. Reconhece-se, nelas, a dimensão social deste processo. Para tanto, as correntes apresentadas investigam a influência das interações entre os indivíduos e entre o indivíduo e a organização nas atividades criativas.

A Tabela 8 mostra as abordagens apresentadas, bem como as referências bibliográficas consultadas no estudo de cada uma delas.

Tabela 8 – Abordagens analisadas e principais referências de análise

| Seção | Abordagem   | Referências   |
|-------|---|---|
| 3.2.1 | Teoria Japonesa   | Nonaka (1991)<br>Nonaka e Takeuchi (1997)<br>Nonaka e Konno (1998)<br>Nonaka, Reinmoeller e Senoo (1998)<br>Takeuchi (1998)<br>Nonaka, Toyama e Konno (2000)<br>Nonaka, Toyama e Nagata (2001)<br>Nonaka e Toyama (2003)<br>Nonaka e Toyama (2005)<br>Nonaka, Peltokorpi e Tomae (2005) |
| 3.2.2 | A Contribuição de von Krogh: A Abordagem “Colaborativa” | Krogh, Nonaka e Ichijo (1997)<br>Krogh (1998)<br>Krogh, Ichijo e Nonaka (2000)<br>Krogh, Nonaka e Aben (2001)   |
| 3.2.3 | A Proposta de Leonard-Barton                            | Leonard-Barton e Sensiper (1998)<br>Leonard-Barton (1998)<br>Leonard-Barton (2000)  |

A Teoria Japonesa surge como referência indispensável para investigações ligadas ao processo de criação de conhecimento. Sua força conceitual reverbera desde que foi lançada, no início da década de 90. A aqui denominada Abordagem Colaborativa pode ser identificada como uma extensão natural da Teoria Japonesa – a contribuição de Ikujiro Nonaka é prova disto. Sua importância reside na interessante união entre uma sólida fundamentação baseada nos conceitos da Teoria Japonesa e elementos ligados a ambientes colaborativos. Assim, optou-se por apresentar sua análise de forma separada por motivos didáticos, para que seus conceitos e a evolução por ela apresentada possam ser avaliados de forma mais profunda. A última abordagem analisada reúne as contribuições das pesquisas de Dorothy Leonard-Barton, da Harvard Business School.

### 3.2.1 Teoria Japonesa para o Processo de Criação de Conhecimentos

A Teoria Japonesa para a Criação do Conhecimento pode ser considerada um marco conceitual na mudança de paradigma que trouxe a sociedade para a Era do Conhecimento.

De sustentação teórica fortemente baseada em conceitos filosóficos, despertou a atenção de acadêmicos sobre a natureza do processo criativo e “recheou” o linguajar organizacional de novos elementos.

### **3.2.1.1 Base Conceitual**

O ponto de partida conceitual desta teoria reside na crença de que o paradigma da escola ocidental de administração, dotado de uma visão da organização como uma máquina de “processamento de informações”, está esgotado perante as profundas mudanças ocorridas nas últimas décadas. Segundo os autores, esta visão, ao considerar apenas o conhecimento explícito – formal, sistemático, quantificável, facilmente disseminado – é capaz de estruturar processos que busquem maior eficiência e flexibilidade, mas é incapaz de gerenciar e estimular a criação de novos conhecimentos e a inovação (NONAKA e TAKEUCHI, 1997).

Nesse contexto, a grande contribuição desta teoria pode ser entendida como o despertar para um conjunto de elementos e conceitos de caráter mais tácito e menos concreto que explicam e modelam o processo de criação de conhecimentos no ambiente organizacional.

Grandes seguidores da corrente construtivista, os autores defendem a visão do conhecimento como uma “crença verdadeira justificada” (NONAKA e TAKEUCHI, 1997). A fim de construir um modelo conceitual robusto para o processo de criação de conhecimentos, a abordagem apresenta nível de abstração bastante elevado, recorrendo inúmeras vezes a elementos da filosofia e da cultura oriental para sustentar seu desenvolvimento teórico.

### **3.2.1.2 A Espiral SECI**

O núcleo teórico da Teoria Japonesa se concentra em modelo dinâmico da criação de conhecimento que se ancora na interação social entre os conhecimentos tácito e explícito. Tal interação, responsável pela expansão da quantidade e da qualidade do conhecimento, ocorre através dos quatro processos de conversão existentes entre esses dois tipos de

conhecimento: Socialização, Externalização, Combinação e Internalização – SECI (NONAKA, 1991; NONAKA e TAKEUCHI, 1997).

A chamada espiral de criação do conhecimento tem início com a **Socialização**, processo de conversão de novos conhecimentos tácitos através de experiências compartilhadas em interações sociais e técnicas cotidianas. Por ser de difícil formalização, este tipo de conhecimento só pode ser obtido através de experiências diretas e ações de caráter mais prático.

O conhecimento tácito criado é articulado no processo de conversão denominado **Externalização**, onde ele é explicitado e compõe base conceitual para produção de novos conhecimentos na forma de imagens e documentos. Nesse estágio, a capacidade discursiva dos indivíduos é fundamental para a formalização dos conteúdos, o que torna a prática do diálogo enriquecedora. Outras práticas pouco comuns no ambiente corporativo ocidental auxiliam a organização a potencializar a externalização do conhecimento tácito presente e a vitalizar o processo de criação de novos conhecimentos. Dentre elas, os autores destacam o uso de metáforas – figuras de grande poder no processo criativo, conectam elementos aparentemente desconexos; de analogias – importante intermediário entre a imaginação pura e o conhecimento lógico; e de modelos – resolvem contradições subjetivas e desencadeiam o processo de organização lógica.

O processo de **Combinação** consiste na reunião, edição e processamento de conhecimentos explícitos gerando conhecimentos explícitos mais complexos ou sistematizados que são, por suas vezes, disseminados na organização ou comunidade. Por fim, no processo de **Internalização**, o conhecimento explícito, materializado, por exemplo, na forma de documentos técnicos e manuais de produtos e de treinamentos, é aplicado, usado em experiências práticas e compõe a base cognitiva para novos processos (NONAKA, 1991; NONAKA e TAKEUCHI, 1997). A Figura 6 representa a espiral SECI e os tipos de conhecimentos criados em cada uma de suas etapas.

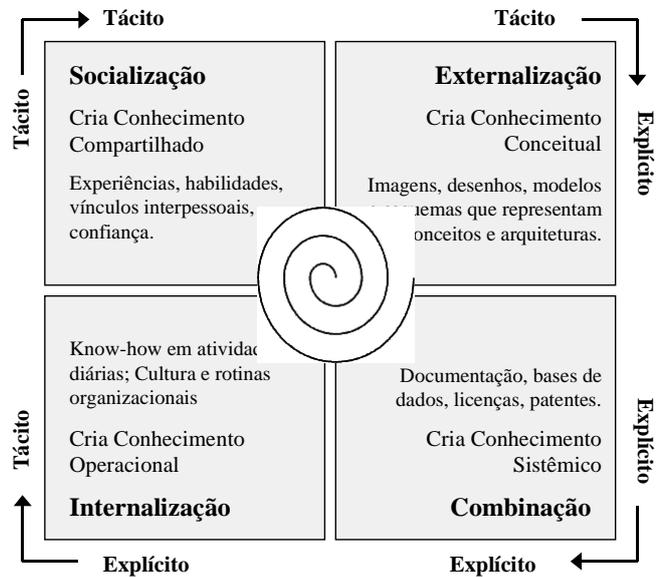


Figura 6 – As conversões do conhecimento e a espiral SECI

Fonte: adaptado de Nonaka, Toyama e Nagata (2001)

Já a Figura 7 examina a espiral SECI vista por outro ângulo. Ela ressalta a relação entre as conversões tácito-explícito ao longo das diversas dimensões ontológicas (indivíduo, grupo, empresa, inter-organizacional) que permeiam a evolução do conhecimento.

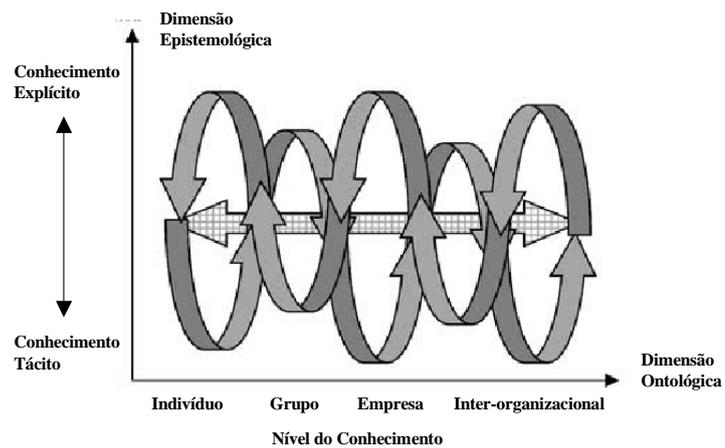


Figura 7 – A espiral SECI e a dimensão ontológica

Fonte: extraído de Nonaka e Takeuchi (1997)

### 3.2.1.3 O Contexto Capacitante *Ba* e as Condições Capacitadoras

Os autores exploram o conceito de *Ba*, palavra de origem japonesa usada para representar o contexto compartilhado e dinâmico que capacita a organização para os processos de criação, disseminação e utilização do conhecimento (NONAKA e KONNO, 1998). Uma organização criadora de novos conhecimentos pode ser entendida como uma configuração orgânica de vários *Ba*, onde os indivíduos interagem entre si e com o ambiente baseados no conhecimento que eles possuem e nos significados que eles criam (NONAKA e TOYAMA, 2003). Quando se enxerga a empresa sob esta ótica, ao invés da tradicional visão estrutural, pode-se identificar que tipos de conhecimentos devem ser criados por que tipos de pessoas, e que tipos de interações devem ser estimuladas para potencializar o desempenho de todo o processo que conduz à inovação (NONAKA e KONNO, 1998).

*Ba* é conceituado como um contexto compartilhado em movimento, que transcende o tempo, o espaço e as fronteiras da organização para criar, compartilhar e usar conhecimento. O conhecimento não é criado no vácuo: é necessário contexto que dê significado à informação, via interpretação, para que se torne conhecimento. Assim, na criação de conhecimentos, ninguém está livre de seu próprio contexto – contextos sociais, culturais e históricos são importantes para os indivíduos porque fornecem as bases para que eles processem informações e criem significados (NONAKA e KONNO, 1998; NONAKA e TOYAMA, 2003).

Informação reside em mídias e redes, é tangível. O conhecimento, ao contrário, reside no *Ba*. Ele é intangível. *Ba* é a plataforma para a “concentração dos recursos” dos valores do conhecimento organizacional e das capacidades intelectuais no processo de criação de conhecimento (NONAKA e KONNO, 1998; NONAKA e TOYAMA, 2003).

Os autores defendem que existe um conjunto de condições organizacionais necessárias para que o processo de criação de conhecimentos ocorra. Ou seja, existem elementos indispensáveis para que se tenha o desencadeamento da espiral SECI e a construção de *Ba*'s efetivos (NONAKA e TAKEUCHI, 1997). São eles:

- **Intenção:** elemento relacionado às aspirações organizacionais para obtenção de suas metas sob a ótica do conhecimento. É responsável por direcionar as capacidades da organização para aquisição, acúmulo, criação e utilização do conhecimento.
- **Autonomia:** elemento responsável por ampliar as chances de introdução de situações inesperadas, desempenha importante papel na motivação dos indivíduos para o processo de criação de conhecimentos. A materialização deste elemento é encontrada na formação de equipes auto-organizadas com grande autonomia de trabalho.
- **Flutuação e Caos Criativo:** elemento constituído pelo estabelecimento de tensão acompanhada de reflexão com foco na resolução de problemas e obtenção de novas soluções. Seu estabelecimento fortalece o compromisso subjetivo dos indivíduos e potencializa a força criativa para a externalização de conhecimentos tácitos.
- **Redundância:** existência de informações que transcendem as exigências operacionais imediatas dos membros da organização. Este elemento está relacionado à superposição intencional de informações sobre as atividades da empresa, a qual promove o compartilhamento do conhecimento tácito já que auxilia os indivíduos a compreenderem o que os outros estão tentando expressar.
- **Variedade de Requisitos:** elemento relacionado à diversidade interna de informações, deve corresponder à complexidade do ambiente e pode ser aprimorada através da combinação de informações de forma rápida, flexível e de fácil acesso em todos os níveis da organização.

Existem quatro tipos de *Ba*, correspondentes aos quatro estágios da espiral SECI de criação do conhecimento. Cada categoria descreve uma especialidade do contexto capacitante apropriada para cada um dos modos de conversão do conhecimento, oferecendo as plataformas para cada passo do processo de criação do conhecimento (NONAKA e KONNO, 1998). A Tabela 9 apresenta os tipos de *Ba* e suas relações com os modos de conversão de conhecimento.

Tabela 9 – Os contextos capacitantes e as etapas da espiral SECI

| <b>Tipo de Ba</b>     | <b>Etapa SECI associada</b> | <b>Características</b>  |
|-----------------------|-----------------------------|---|
| <i>Originating Ba</i> | Socialização                | Contato face-a-face, intensas relações interpessoais, atividades em grupo.                  |
| <i>Interacting Ba</i> | Externalização              | Permite a explicitação de modelos mentais em conceitos através, principalmente, do diálogo. |
| <i>Cyber Ba</i>       | Combinação                  | Uso de redes, ambientes virtuais, bases de dados e intensa documentação.                    |
| <i>Exercising Ba</i>  | Internalização              | Utilização e aplicação de conhecimentos explícitos em situações reais ou simulações.        |

Fonte: adaptado de Nonaka e Konno (1998)

### 3.2.1.4 Modelo para o Processo de Criação de Conhecimento Organizacional

Nonaka e Takeuchi (1997) propõem um modelo que descreve as etapas do processo ideal de criação de conhecimentos:

- 1. Compartilhamento do Conhecimento Tácito:** Etapa correspondente à socialização, na qual um campo de interação entre os indivíduos permite a troca de experiências, *insights* e modelos mentais.
- 2. Criação de Conceitos:** Etapa correspondente à externalização, responsável por tornar explícitos sob a forma de conceitos os conhecimentos tácitos trocados na etapa anterior.
- 3. Justificação dos Conceitos:** Etapa na qual os indivíduos filtram conceitos e justificam a pertinência e importância destes para a organização.
- 4. Construção de um Arquétipo:** Conversão de conceitos em arquétipos e elementos mais concretos e tangíveis, como protótipos de produtos.
- 5. Nivelção do Conhecimento:** Em processo também denominado difusão interativa do conhecimento, o conhecimento criado é disseminado para outras pessoas da mesma divisão, de outras divisões ou até a componentes externos à organização.

Como pode ser visto, a Teoria Japonesa apresenta ingredientes teóricos de diferentes naturezas, dimensões e escopos. O *framework* apresentado na Figura 8 integra vários itens propostos por esta teoria e caracteriza as etapas do processo de criação de conhecimentos num modelo que contempla as dimensões tácito/explicito e interno/externo à organização.

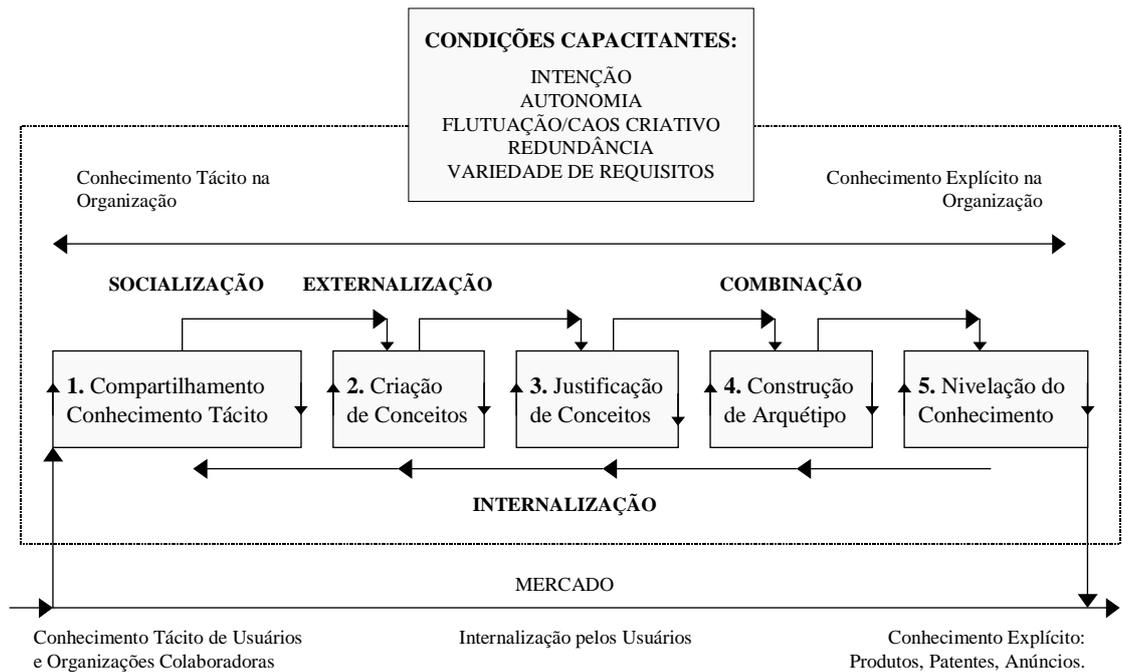


Figura 8 – Modelo do processo de criação de conhecimentos – Teoria Japonesa

Fonte: extraído de Nonaka e Takeuchi (1997)

### 3.2.1.5 A Organização em Hipertexto

Para que o processo de criação de conhecimentos flua de forma eficaz, é preciso uma estrutura organizacional que apóie o processo gerencial (NONAKA e TAKEUCHI, 1997). Assim, os autores desenvolvem as bases teóricas e práticas de uma nova estrutura organizacional, chamada de organização em “hipertexto”, capaz de permitir a criação de conhecimento de forma eficaz e contínua na organização.

Uma organização de negócios deve ter uma estrutura não-hierárquica e auto-organizada funcionando em conjunto com sua estrutura hierárquica formal. Sob o ponto de vista da criação de conhecimento, as organizações devem maximizar simultaneamente tanto a eficiência em nível de empresa quanto a flexibilidade local. Ela deve ser capaz de adquirir, criar, explorar e acumular contínua e repetidamente novos conhecimentos em um processo cíclico. Surge então, a idéia da organização em “hipertexto” (NONAKA e TAKEUCHI, 1997). O conceito de “hipertexto”, aqui, traz a noção de que a organização deve ser constituída de diferentes níveis ou contextos, interconectados:

- **Sistema de Negócios:** responsável pela realização das operações rotineiras, é hierárquico e burocrático;
- **Equipe de Projeto:** times formados por pessoas de diferentes áreas que se dedicam, integral e temporariamente, a atividades de criação de conhecimentos, como o desenvolvimento de produtos;
- **Base de Conhecimento:** categorização e contextualização dos conhecimentos gerados nos outros níveis.

Enquanto a visão da empresa e a cultura organizacional fornecem as bases de conhecimento para liberar o conhecimento tácito, a tecnologia libera o conhecimento explícito. O processo de criação do conhecimento é apresentado como um ciclo dinâmico que atravessa facilmente os três níveis: direcionados pela visão apresentada pela alta gerência, membros de uma Equipe de Projeto participam de atividades de criação de conhecimentos. Concluída a tarefa, passam para o nível Base de Conhecimento para um levantamento do conhecimento criado e/ou adquirido durante o projeto, incluindo sucessos e fracassos, que são documentados e analisados. Após a recategorização desses conhecimentos, voltam ao nível Sistema de Negócios, engajando-se em operações de rotina até que sejam novamente chamados para projetos.

Assim, sendo uma síntese das estruturas burocrática e força-tarefa, organização em hipertexto colhe benefícios de ambas: a eficiência e a estabilidade da burocracia (especializada em conhecimentos operacionais e sistêmicos), o dinamismo e a eficácia da

força-tarefa (especializada em conhecimentos conceituais e compartilhados). Além disso, possui ampla capacidade de converter conhecimentos externos à organização, já que é um sistema aberto que também retrata a contínua interação de conhecimento com consumidores e com o ambiente externos em geral (NONAKA e TAKEUCHI, 1997).

### **3.2.2 A Contribuição de von Krogh: A Abordagem “Colaborativa”**

Esta abordagem utiliza a Teoria Japonesa de Criação do Conhecimento como arcabouço de sustentação teórica, tornando-a mais concreta através da proposição de conceitos ligados a ambientes colaborativos para o processo de criação de conhecimentos. Pode ser considerada uma continuação da Teoria Japonesa de Criação do Conhecimento com enfoque menos epistemológico e mais comportamental. Não deixa, entretanto, de defender e revisitar os conceitos apresentados na abordagem anterior, mas procura explicá-los sob a ótica das relações interpessoais. Esta abordagem também deve ser encarada como uma interessante união entre a teoria japonesa de criação do conhecimento – maximamente representada pela participação de Ikujiro Nonaka – e abordagens ligadas a ambientes cooperativos em projetos – contribuição de Georg von Krogh.

#### **3.2.2.1 Base Conceitual**

Sob ótica fortemente construtivista, os autores acreditam que o conhecimento não é uma mera representação da realidade, mas sim uma “crença verdadeira justificada”. Assim, o processo de criação de conhecimentos ganha contornos totalmente diferentes: a justificação se torna pública, fato que lhe confere grande fragilidade. A busca de condições que permitam o desenrolar do processo de criação de conhecimentos torna-se, então, um grande desafio gerencial (KROGH, 1998; KROGH, ICHIJO e NONAKA, 1998). E, devido a essa fragilidade intrínseca, o sucesso do gerenciamento deste processo depende, acima de tudo, da sensibilidade dos gerentes às questões pessoais envolvidas na organização.

Como os próprios autores salientam, esta abordagem se origina em meio à efervescência causada pela divulgação da Teoria Japonesa de Criação do Conhecimento. A intensa atenção dedicada à “Gestão do Conhecimento”, tanto por acadêmicos quanto por

profissionais do mercado, evocou os autores a defenderem a “Capacitação para a Criação de Conhecimento”, ao invés de tentativas infrutíferas de controle deste ativo – muitas vezes “travestidas” de investimentos maciços em tecnologia da informação (KROGH, ICHIJO e NONAKA, 1998). Nesse sentido, a teoria reforça os elementos da abordagem anterior, realçando fortemente que o caráter absolutamente humano do conhecimento exige práticas corporativas de caráter mais *soft* para uma atuação efetiva nos processos organizacionais.

### 3.2.2.2 A Solicitude

A abordagem apresenta, como elemento conceitual central, o fato do estabelecimento do processo de criação de conhecimento numa organização demandar modos particulares de relacionamentos entre as pessoas. Isso se justifica, pois, segundo os autores, o processo de criação de novos conhecimentos exige relações construtivas, que criem condições para que as pessoas troquem não apenas conhecimentos explícitos, mas também *insights* de caráter tácito. Nesse contexto, relaciona-se fortemente a intensidade do fluxo de conhecimento tácito numa organização aos tipos de relacionamentos pessoais e às maneiras como os colaboradores interagem no ambiente de trabalho (KROGH, 1998; KROGH, ICHIJO e NONAKA, 1998).

Descrevem-se, então, as vantagens do ambiente no qual as pessoas apresentam **solicitude**. Os autores procuram abranger, com este termo, um conjunto de comportamentos humanos voltados à atenção ao próximo que eleva os sentimentos de confiança mútua, empatia ativa, leniência nos julgamentos, predisposição à ajuda e coragem (KROGH, 1998; KROGH, ICHIJO e NONAKA, 1998). A seguir, apresenta-se uma caracterização mais detalhada destes elementos:

- **Confiança Mútua:** compensa, de certa forma, o conhecimento explícito de que se carece a respeito do outro;
- **Empatia Ativa:** ligada à capacidade de “se colocar no lugar do outro” e ao esforço verdadeiro de tentar compreender a situação particular do outro;

- **Leniência nos Julgamentos:** ligada à condução mais suave e positiva dos julgamentos interpessoais;
- **Predisposição à Ajuda:** relacionada à manifestação de apoio real e concreto dos indivíduos, quando deles é solicitado auxílio;
- **Coragem:** ligada à predisposição em lançar idéias ao julgamento dos demais e manifestar reações às ações dos colegas como parte de um processo de apoio.

Neste ponto, os autores revisitam o conceito de *Ba*, reafirmando que sua definição nos remete a um conceito muito mais amplo do que um simples espaço físico. Este contexto capacitante para o processo de criação de conhecimento combina aspectos de espaços físicos, espaços virtuais (e-mail, intranets, teleconferências) e espaços mentais (experiências, idéias e emoções compartilhadas). Define-se, acima de tudo, como uma rede de interações, intensamente influenciada pela solicitude e pela confiança dos participantes. Apresenta-se, então, uma análise comparativa entre o contexto capacitante para a criação de novos conhecimentos e seu extremo antagônico, o contexto hipercompetitivo. Neste último, de traços muito presentes na maioria dos ambientes corporativos atuais, encontra-se removido o principal “lubrificante” do processo de criação – a solicitude (KROGH, 1998).

Segundo os autores, nesses ambientes de baixa solicitude o conhecimento tácito é pouco aceito como fonte de informações. Assim, neles, normalmente se impõe a necessidade de tornar o conhecimento tácito explícito para que se possa estimar seu valor e, então, avaliar se ele será compartilhado ou não.

Os autores classificam, então o processo de criação do conhecimento segundo o grau de solicitude presente nas relações interpessoais e na dimensão individual/social inerente a ele, como mostrado na Tabela 10.

Tabela 10 – Solicitude e as dimensões do processo de criação de conhecimentos

|            |       | Conhecimento  |             |
|------------|-------|---------------|-------------|
|            |       | Individual    | Social      |
| Solicitude | Baixa | Captura       | Transação   |
|            | Alta  | Transferência | Convivência |

Fonte: Adaptado de Krogh (1998)

- **Captura:** processo absolutamente individual de tentativa de aquisição de conhecimento em ambientes nos quais não há compartilhamento voluntário de idéias e informações;
- **Transação:** caracterizada fortemente pelo trânsito de conhecimentos explícitos e pela proteção excessiva ao compartilhamento de experiências de aprendizado entre grupos. O compartilhamento só ocorre mediante o estabelecimento de recompensas individuais ou coletivas;
- **Transferência:** movido por sentimento ajuda mútua, neste processo os indivíduos tentam compartilhar e incorporar conhecimentos de forma bilateral e verdadeira;
- **Convivência:** situação caracterizada por profunda mudança de visão, na qual grupos apresentam alto comprometimento com as idéias, com as experiências, com os conceitos e com os próprios colegas de trabalho. Há o surgimento de ambiente propício para o compartilhamento de conhecimentos tácitos e os indivíduos enxergam os processos organizacionais segundo os valores de conhecimento que eles efetivamente possuem.

Dentre as sugestões propostas pelos autores para a consolidação de ambiente em que impere a convivência e seja plataforma efetiva para a criação de conhecimentos, destaca-se a identificação das fontes de conhecimento tácito seguida do estabelecimento de relacionamentos solícitos com cada uma delas.

Além de mencionarem aspectos que dificultam o surgimento da solicitude entre as pessoas, como baixa segurança dos trabalhadores com seus cargos, mecanismos burocráticos e de controle em excesso e padrões de repressão à expressão de emoções, os autores descrevem ferramentas que facilitam seu aparecimento (KROGH, 1998):

- Sistemas de incentivo com foco no acesso à ajuda e no comportamento “confiável”;
- Programas de *mentoring* que estimulem funcionários mais experientes a compartilharem conhecimentos com os mais jovens;
- Estabelecimento e explicitação de valores de confiança, abertura e coragem;
- Programas de treinamento baseados na solicitude;
- Mecanismos de relato de experiências e outras formas de aprendizado via diálogo;
- Eventos sociais que estimulem boas relações interpessoais.

### 3.2.2.3 As Condições Capacitadoras

No intuito de ressaltar a necessidade de capacitação da organização para o processo de criação de novos conhecimentos, e após discorrer profundamente sobre o fator que confere a “liga” às interações sociais que o conduzem – a solicitude – os autores apresentam cinco elementos que efetivamente podem “preparar” uma organização para a atividade inovadora (KROGH, ICHIJO e NONAKA, 1998):

- **Instilação da Visão do Conhecimento:** elemento fundamental para a legitimação das iniciativas de criação de conhecimento, auxilia na articulação de novos conceitos e, principalmente, confere direcionamento fundamental para a etapa de justificação dos conceitos criados;
- **Gerência das Conversas:** neste elemento, reconhece-se o poder inigualável da conversa como ferramenta do processo criativo, delineando-se seus dois principais objetivos: confirmação e criação de conhecimentos. Sob este ponto de vista, definem-se norteadores para o desenvolvimento de conversas que efetivamente contribuam para as

atividades inovadoras, a saber: encorajamento da participação ativa, definição de regras de etiqueta, edição de formas apropriadas de conversa e fomento à linguagem inovadora;

- **Mobilização dos Ativistas do Conhecimento:** enfatiza e ressalta a importância daqueles que catalisam e coordenam as atividades de criação. Traz legitimidade ao trabalho de profissionais sensíveis a potenciais sinergias e redundâncias, que comumente atuam como inspiradores de microcomunidades ou equipes;
- **Criação de Contexto Adequado:** elemento que revisita o conceito de *Ba*, o qual engloba a natureza e a intensidade das interações entre equipes e entre pessoas. Nesse ponto, a solicitude deve atuar como o fator catalisador que potencializa sinergias voltadas para a criação do conhecimento.
- **Globalização do Conhecimento Local:** enfatiza a necessidade de se disseminar o conhecimento ao longo de todos os níveis organizacionais.

### 3.2.3 A Proposta de Leonard-Barton

A autora extrai modelos e conceitos através da análise exaustiva e profunda de estudos de casos. Nesses estudos, nota-se uma preocupação em se compreender efetivamente como ocorre o processo de criação de conhecimentos no cotidiano das organizações, isto é, em se identificar quais as atividades organizacionais que promovem a inovação.

A abordagem defende que o processo de criação de conhecimentos possui dinâmica composta por ritmos de busca e de seleção, fases de exploração e de síntese, ciclos de pensamentos divergentes seguidos por etapas de convergência. A fim de clarificar a visão destes ciclos, Leonard-Barton e Sensiper (1998) ilustram este processo baseadas no funil de desenvolvimento proposto por Clark e Wheelwright (1992). Esta analogia está representada na Figura 9.

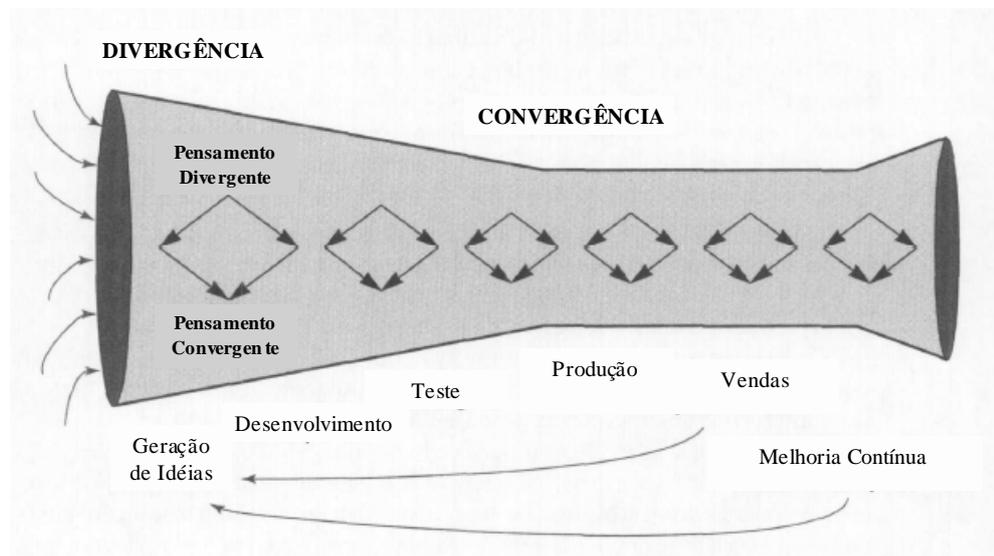


Figura 9 – Ciclos incrementais do funil de inovação

Fonte: adaptado de Leonard-Barton e Sensiper (1998)

As autoras ressaltam que o conhecimento tácito é fundamental tanto na etapa de divergência quanto na convergência do processo de criação de conhecimentos. Com relação à primeira, ressaltam ser ela caracterizada por forte componente social, sendo intensamente influenciada pela prática do diálogo. Além disso, defendem a relevância da diversidade de experiências dos indivíduos e a utilização de espaços para *brainstormings* como fatores que potencializam a performance do processo divergente.

Já no estabelecimento de um processo de convergência efetivo, as autoras defendem que o conhecimento tácito agregado por membros de projeto deve ser coordenado e provido de foco. Sugerem-se três diferentes tipos de conhecimentos tácitos que devem ser gerenciados, apresentados em ordem crescente de nível de abstração (LEONARD-BARTON e SENSIPER, 1998):

- **Conhecimento tácito específico sobreposto:** construído e compartilhado nas interfaces de atuação entre os indivíduos envolvidos, é de fundamental importância para a integração de tarefas interdependentes. Os mecanismos de criação desta dimensão tácita

incluem experiências compartilhadas e atividades de acompanhamento com membros como aprendizes;

- **Conhecimento tácito coletivo:** desenvolvido de forma conjunta através das interações entre os membros da equipe. Ele existe parcialmente completo nas mentes de cada integrante já completamente socializado ao grupo;
- **Conhecimento tácito guiador:** responsável por conduzir a convergência através de um entendimento do propósito que estende metas estabelecidas explicitamente. Embora muitas visões direcionadoras possam ser explicitadas, elas geralmente carregam um caráter metafórico ou alto nível de abstração, tornando a componente tácita fundamental para o entendimento de seus significados e para maximizar o poder de influência com que elas regem o processo de desenvolvimento.

Pode-se notar que as autoras reconhecem enfaticamente a importância do conhecimento tácito em todos os processos organizacionais que propiciam a atividade criativa. Apesar da grande atenção dada ao conhecimento tácito no nível individual, incorporado inconscientemente nas mentes e corpos das pessoas, a abordagem sugere também a existência de conhecimento tácito numa dimensão coletiva (LEONARD-BARTON e SENSIPER, 1998). Defende-se que uma organização mantém sua estrutura e coerência através do conhecimento tácito sedimentado em rotinas organizacionais que nenhuma pessoa sozinha pode compreender completamente.

Baseados em estudos sobre criatividade, intuição e comportamento não-analítico, a abordagem sugere três maneiras pelas quais o conhecimento tácito é potencialmente exercitado a serviço da inovação (LEONARD-BARTON e SENSIPER, 1998):

- **Resolução de Problemas:** utilização do conteúdo tácito de especialistas, incorporado através de experiências, a fim de encontrar uma solução para problemas apresentados com certo grau de clareza;
- **Determinação de Problemas:** utilização de conhecimentos tácitos no confronto com situações problemáticas menos estruturadas e capacidade de repensar o modo como problema deve ser considerado. Sugere-se que descobertas de caráter intuitivo geralmente

não estão relacionadas à simples formulação de uma resposta a um problema específico, mas sim a uma elucidação da real natureza do problema.

- **Predição e Antecipação:** a imersão do indivíduo no fenômeno parece fornecer um entendimento apenas parcialmente consciente do funcionamento das coisas, produzindo uma capacidade de prever ocorrências e se antecipar a elas;

A autora investiga as chamadas atividades geradoras e difusoras de conhecimentos, atividades organizacionais nas quais novos conhecimentos são incorporados ao rol de ativos da empresa. Identificam-se quatro grupos principais entre os quais se podem classificar estas atividades ao longo de suas dimensões Presente/Futuro e Interno/Externo à organização (LEONARD-BARTON, 1998):

**1. Solução compartilhada de problemas (Presente):** atividade absolutamente cotidiana, tem o seu poder de criação de conhecimentos maximizados em ambientes que propiciam fluxos de informação e conhecimentos tácitos em todas as direções e entre todos os setores da organização. A autora sugere que tal atividade é potencializada em empresas que possuem número reduzido de níveis hierárquicos e colaboradores de alta capacidade técnica individual.

**2. Integração de novas tecnologias e metodologias (Interno)**

**3. Experimentação e Prototipagem (Futuro):** atividades responsáveis pela criação de diversidade interna indispensável, são fundamentais para o estabelecimento do círculo virtuoso da inovação. Duas formas básicas são identificadas: *Top-Down* (ou “o grande líder”), típica em projetos iniciados para apoiar novas orientações estratégicas; e *Bottom-Up*, típica de orientações tecnológicas oriundas de “improvisações estratégicas”.

- **Importação de conhecimentos externos (Externo):** a incorporação de novas capacidades já existentes no ambiente externo é reconhecida como de fundamental importância. Ressalta-se que, para a execução efetiva desta atividade, a organização deve apresentar capacidade de absorção compatível com os conhecimentos que se deseja adquirir (ver mais sobre este tema na subseção 2.4.7.3).

Para organizações que competem em indústrias de base tecnológica, sugere-se a expressão “capacidade tecnológica” como a força capaz de criar vantagens específicas num determinado ramo de negócio. Por “capacidade tecnológica”, deve-se entender um conjunto formado pelos sistemas físicos, sistemas gerenciais, bases de qualificações e conhecimentos e valores corporativos da organização. Pelo seu grau de importância para a constituição de vantagens competitivas, a autora sugere a classificação dessas aptidões em habilitadoras, suplementares ou estratégicas (LEONARD-BARTON, 1998).

A autora afirma que as capacidades tecnológicas são criadas através das atividades geradoras e difusoras de conhecimentos, mas ressalta que o desenvolvimento e a evolução destas atividades também dependem das capacidades tecnológicas, pois são por elas propiciadas (LEONARD-BARTON, 1998).

Os elementos capacitadores do processo de criação de conhecimentos desta escola são divididos em quatro grandes grupos:

- **Sistemas Físicos:** Software, hardware, equipamentos;
- **Sistemas de Gestão:** Programas educativos, programas de incentivos e planos de promoção devem orientar o uso estratégico de recursos e favorecer o acúmulo de conhecimentos nos sistemas físicos e no grupo;
- **Qualificações e Conhecimentos:** ratifica-se, nesta obra, que a criação criativa não ocorre de forma absolutamente casual. Há mecanismos organizacionais capazes de projetá-la e potencializá-la. Dentre estes, destaca-se a manutenção de quadros pessoais diversificados, com composição rica em “qualificações personalizadas”. Por este último termo, deve-se entender um conjunto de três componentes que exercem o papel de “fontes” de diversidade intelectual: tarefas preferidas, preferências de estilos cognitivos e preferências por certos instrumentos/metodologias;
- **Valores Corporativos:** responsáveis pelo delineamento de padrões gerais de comportamentos e conceitos, pelas formas como estes são operacionalizados, e pela identificação de tipos e áreas de conhecimentos de atuação da organização.

Com isso, consolida-se uma construção teórica formada pelos elementos capacitadores que o sustentam o processo criativo e pelas atividades geradoras e difusoras que o operacionalizam. A representação deste modelo é apresentada na Figura 10.

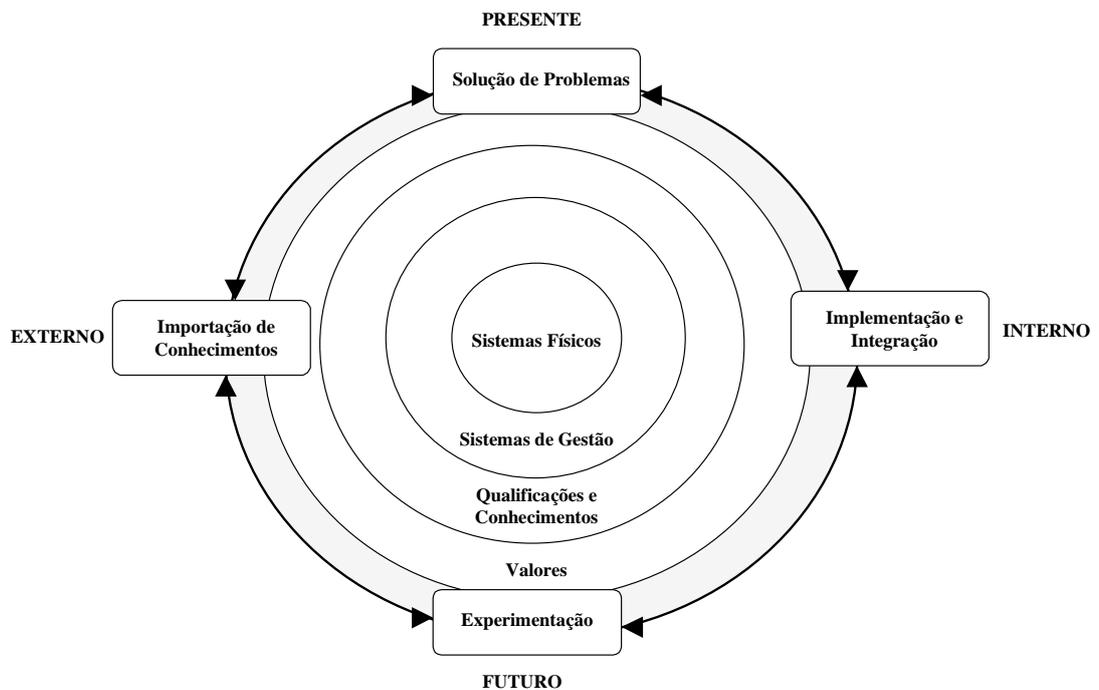


Figura 10 – Atividades criadoras de conhecimento e condições capacitadoras

Fonte: adaptado de Leonard-Barton (1998)

### 3.3 O Processo de Integração de Conhecimentos nas Organizações

Evidentemente, novos conhecimentos não são criados nas organizações a partir do nada. Pelo contrário, não se pode desprezar a grande importância do processo de acúmulo e integração de conhecimentos já existentes na geração de conhecimentos novos. Este fato é reforçado pela crescente complexidade do conhecimento envolvido nos produtos e processos organizacionais. Cada vez mais, conhecimentos são produzidos através da organização e da fusão inteligente de conhecimentos especializados e restritos a diferentes áreas de atuação.

Leonard-Barton (1998) ratifica a importância de se contemplar a atividade integradora na análise do processo de criação de novos conhecimentos. Segundo a autora, a integração de metodologias e tecnologias é uma das quatro atividades fundamentais que geram novos conhecimentos para as organizações.

Nota-se, desta forma, que o inevitável processo de especialização por que passam as empresas intensivas em conhecimento as coloca frente a novos desafios. Por um lado, são inegáveis os benefícios desse alto grau de profundidade e especificidade da atuação dos indivíduos em nichos de conhecimento. Por outro lado, este contexto torna o processo de coordenação e integração do conhecimento destes especialistas tarefa fundamental da organização (GRANT, 1996).

Dentre as pesquisas que abordam este crescente desafio, destacam-se, no contexto deste trabalho, aquelas que buscam respostas na estrutura organizacional e gerencial da empresas. Neste cenário, é possível identificar novas reflexões sobre o papel da média gerência nas organizações. A importância desta camada hierárquica, considerada foco de ineficiência por algumas abordagens administrativas na última década, ganha reforço considerável quando se enxerga a organização sob a ótica do recurso conhecimento (JANCZAK, 1999; NONAKA e TAKEUCHI, 1997). Tal fato se deve ao reconhecimento de que estes gerentes são peças fundamentais no processo de integração e articulação do conhecimento organizacional.

A escola japonesa de criação do conhecimento defende que os gerentes de nível médio exercem papel central na nova dinâmica produtiva, por efetuarem a conexão entre duas dimensões do conhecimento organizacional. Numa esfera superior eles são os responsáveis por assimilar a visão estratégica da alta direção e, através do seu vasto conhecimento acumulado, transformá-la em algo mais palpável, explicitar o conhecimento necessário para sua realização e gerenciar as tarefas necessárias dentro das equipes. Já em um nível mais baixo, são fundamentais na extração do conhecimento tácito dos especialistas presentes na linha de frente da organização. Assim, por efetuarem a ligação entre o mundo estratégico e o operacional, transformando as diretrizes do primeiro e as habilidades do segundo em

produtos, os gerentes médios são os verdadeiros “engenheiros do conhecimento” (NONAKA e TAKEUCHI, 1997).

Para melhor acomodar este fluxo de conhecimento e fomentar as conversões de conhecimento que compõem a espiral SECI, é proposta uma nova estrutura gerencial, denominada *Middle-Up-Down*, na qual a criação do conhecimento é centrada na média gerência em processo que envolve tanto a alta administração quanto os funcionários de linha de frente. Segundo eles, esta estrutura é mais preparada para alavancar o processo de criação do conhecimento do que aquelas nas quais o processo de inovação parte sempre do topo hierárquico (*Top-Down*) ou das equipes de linha de frente (*Bottom-Up*). A Tabela 11 apresenta uma comparação entre estes três tipos de estruturas gerenciais relacionadas ao modo como o conhecimento é criado na organização.

Tabela 11 – Comparação entre os modelos gerenciais de criação do conhecimento

|   | <i>Top-Down</i>                     | <i>Bottom-Up</i>                      | <i>Middle-Up-Down</i>                |
|---|-------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|
| Agente principal de criação do conhecimento | Alta direção                        | Indivíduo empreendedor                | Média gerência                       |
| Conhecimento acumulado                      | Explícito                           | Tácito                                | Explícito e Tácito                   |
| Conversão do conhecimento                   | Foco em Combinação e Internalização | Foco em Socialização e Externalização | Conversão em Espiral SECI            |
| Comunicação e disseminação do conhecimento  | Ordens/Instruções                   | Princípio da Auto-Organização         | Diálogo e uso de metáfora/analogia   |
| Ponto fraco                                 | Grande dependência da alta direção  | Custo de coordenação dos indivíduos   | Exaustão humana/Custo da redundância |

Fonte: Adaptado de Nonaka e Takeuchi (1997)

Em estudo sobre o modo como os gerentes médios integram o conhecimento organizacional, Janczak (1999) identifica a existência de três perfis distintos nesta camada hierárquica: o solucionador de problemas, o empreendedor e o negociador. Segundo o

autor, esta tipologia é definida principalmente pelo modo como o gerente médio percebe uma realização.

Como o próprio nome sugere, o primeiro tipo é caracterizado por encarar seus feitos como problemas que foram resolvidos. Possuem tendência natural à divisão de processos complexos em subprocessos menores mais factíveis de solução por parte de especialistas. O segundo tipo, o dos empreendedores, define gerentes médios que enxergam as realizações como processos de criação. Possuem tendência à geração de soluções inovadoras e entendem, muitas vezes, os projetos a serem desenvolvidos como desafios pessoais. Por fim, o gerente médio do tipo negociador se caracteriza por encarar os projetos como trabalhos de intensa articulação do poder e do conhecimento distribuído pela organização (JANCZAK, 1999).

Apresentadas algumas das principais abordagens que tratam do processo de criação de conhecimentos na organização, a próxima seção busca tecer uma síntese dos conceitos estudados.

### **3.4 Síntese Teórica**

Apresentou-se, até aqui, uma grande quantidade de conceitos, modelos e abordagens relacionados ao processo de criação de conhecimentos. Conforme visto, vários autores já forneceram grandes contribuições para o entendimento deste processo. Nesta revisão da literatura, chama a atenção a diversidade de óticas, níveis de abstração e focos de atenção envolvida no conjunto das teorias estudadas. Entretanto, ao contrário do que se observou na literatura relacionada à GC, não foram encontradas abordagens integradoras do processo de criação, que procuram organizar essa gama diversificada e heterogênea de conceitos em modelos conceituais mais amplos.

Sendo o processo de criação de conhecimentos o tema central da presente pesquisa, efetua-se aqui uma proposta de síntese das principais abordagens estudadas. Como resultado, espera-se obter um modelo conceitual que sirva de referência para a análise deste processo em projetos inovadores, na etapa empírica desta pesquisa.

Seguindo esta linha de raciocínio, sugere-se uma síntese teórica baseada em dois eixos principais:

- A integração entre os modelos de etapas do processo de criação de conhecimentos estudados, ressaltando pontos comuns e complementaridades;
- A organização dos conceitos estudados num modelo que contemple as dimensões principais de análise, de forma a estruturar a teoria relacionada ao processo e servir como base para a análise empírica.

### 3.4.1 Integração dos Modelos de Etapas do Processo de Criação de Conhecimentos

Como foi mostrado, tanto a Teoria Japonesa quanto as abordagens clássicas propõem um modelo composto de etapas para o processo de criação de conhecimentos. O objetivo desta seção é identificar similaridades e complementaridades destes dois modelos, numa comparação do conteúdo atribuído a cada uma de suas etapas. Stefanovitz (2006) propõe a integração entre esses modelos apresentada na Tabela 12.

Tabela 12 – Comparação entre os modelos do processo de criação de conhecimentos

| Abordagem                |                         | Etapas do Processo de Criação de Conhecimentos |                                  |  |                                      |  |
|--------------------------|-------------------------|--|----------------------------------|--|--------------------------------------|--|
| <b>Teoria Japonesa</b>   |                         | Socialização                                   | Externalização                   | Combinação                             | Internalização                       |  |
|                          |                         | <b>1.</b><br>Compart.<br>C. Tácito             | <b>2.</b><br>Criação<br>Conceito | <b>3.</b><br>Justificação<br>Conceitos | <b>4.</b><br>Construção<br>Arquétipo | <b>5.</b><br>Nivelamento<br>Conhecimento |
| <b>Teorias Clássicas</b> | <b>1.</b><br>Preparação | <b>2.</b><br>Identificação<br>Oportunidades    | <b>3.</b><br>Divergência         | <b>4.</b><br>Incubação                 | <b>5.</b><br>Convergência            |  |

Conforme mostra na Tabela 12, pode-se identificar as etapas 1 e 2 da Teoria Japonesa (“Compartilhamento do Conhecimento Tácito” e “Criação de Conceitos”) como responsáveis pela fase de “Divergência”, etapa 3 do modelo tradicional. Da mesma forma,

há uma clara identidade entre “Justificação de Conceitos” – “Incubação” e entre “Construção de Arquétipo” – “Convergência”.

As fases 1 e 2 propostas por pelo modelo tradicional não são contempladas de forma explícita pela Teoria Japonesa. No entanto, pode-se considerar a etapa final “Nivelção de Conhecimento” (Fase 5, Teoria Japonesa) como parte da “Preparação” (Fase 1, abordagem clássica) indispensável para a criação dos próximos conhecimentos a serem criados pela organização. Neste ponto, é saliente recordar que a Teoria Japonesa enfatiza o caráter espiral e “sem-fim” do processo de criação de conhecimentos, fato que credencia um entendimento da etapa final de seu processo de criação como componente do início de um novo processo criativo. De fato, o modelo tradicional descreve a fase de “Preparação” como etapa de consolidação e organização das experiências e conhecimentos prévios, o que a identifica fortemente ao processo de Internalização proposto pela Espiral de Criação do Conhecimento.

### **3.4.2 Proposição de um Modelo Integrado com as Principais Dimensões de Análise**

A revisão da literatura apresentada neste capítulo evidencia a pluralidade de óticas através das quais se pode analisar o processo de criação de conhecimentos. Além disso, a análise das teorias aqui apresentadas mostra a complexidade de se analisar este processo. Praticamente todas as abordagens deixam claro que as organizações devem entender o processo de criação de forma muito mais ampla do que a geração de idéias brilhantes. Se, por um lado, é certo que se trata de um processo fortemente influenciado por capacidades cognitivas individuais, é igualmente verídico que possui inexorável caráter coletivo. Assim, compõe-se de mistura indissolúvel de aspectos humanos, ambientais, contextuais e estruturais.

Este fato torna a análise deste processo – desafio proposto neste trabalho – mais difícil. Dentre as dificuldades a serem encontradas, reside a necessidade de se estruturar os diferentes conceitos envolvidos de forma mais organizada. Diante disso, busca-se aqui uma proposta de arranjo dos conteúdos estudados num modelo integrado que identifica as principais dimensões de análise deste processo. A Tabela 13 apresenta e descreve cada uma

destas dimensões, além de referenciar as seções deste trabalho ou os principais autores relativos a cada uma delas.

Tabela 13 – Dimensões de análise do processo de criação de conhecimento

| <b>Dimensão de Análise</b>                        | <b>Descrição</b>   | <b>Referências e conceitos</b>  |
|---|--|---|
| <b>1. Fontes e Tipos de Conhecimentos</b>         | Explora quais as fontes, internas e externas, e os tipos de conhecimentos que alimentam o processo de criação.                               | Tipos de conhecimentos utilizados e/ou criados (seção 2.1.3).<br>Teorias relacionadas à aquisição de conhecimentos externos (seção 2.4.7).  |
| <b>2. Atividades e Conversões de Conhecimento</b> | Explora as conversões entre tipos de conhecimentos e as atividades desenvolvidas que mais contribuem para a produção de novos conhecimentos. | Leonard-Barton (1998): atividades criadoras de conhecimentos (solução de problemas, experimentação, integração e importação de conhecimentos).<br>Nonaka e Takeuchi (1997): conversões entre tipos de conhecimentos (socialização, externalização, combinação, internalização).   |
| <b>3. Liderança e Atores</b>                      | Explora o papel e o perfil do líder e de outros atores, formais ou informais, envolvidos de forma significativa no processo criativo.        | Nonaka e Takeuchi (1997): modelos gerenciais <i>Bottom-Up, Top-Down e Middle-Up-Down</i> .<br>Janczak (1999): perfis dos gerentes médios integradores de conhecimentos.<br>King e Anderson (1995): modelos de liderança no processo de inovação.<br>Novos atores organizacionais: seção 2.5<br>Componentes da atividade criativa individual: seção 3.1. |
| <b>4. Contexto e Ambiente</b>                     | Explora o ambiente social e as condições organizacionais que sustentam e promovem o processo criativo.                                       | Nonaka e Takeuchi (1997): intenção, autonomia, flutuação e caos criativo, redundância e variedade de requisitos.<br>Krogh, Ichijo e Nonaka (1998): solicitude<br>Leonard-Barton (1998): sistemas físicos, sistemas de gestão, conhecimentos e qualificações e valores corporativos.   |

Fonte: Elaborado pelo autor

Desta forma, chega-se ao modelo integrado do processo de criação de conhecimentos mostrado na Figura 11. Este modelo será usado como referência na etapa empírica desta pesquisa.



Figura 11 – Modelo referencial para o processo de criação de conhecimentos

Fonte: Elaborado pelo autor

É importante notar que o modelo proposto não gera novos conceitos relacionados ao processo de criação de conhecimentos. Ele apenas busca uma organização dos conteúdos envolvidos neste processo, de forma a facilitar sua análise e evidenciar seu caráter multidisciplinar.

Estabelecida a fundamentação teórica que trata da criação de conhecimentos, o próximo capítulo se encarrega de estudar o processo que será utilizado, neste trabalho, para a investigação do processo criativo: o processo de desenvolvimento de novos produtos.

## **4 A INOVAÇÃO E O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS**

Este capítulo possui quatro seções, cada uma delas referente a um objetivo bem delineado.

A primeira seção busca uma caracterização do processo de inovação tecnológica. Os autores que investigam este processo são provenientes, de maneira geral, de duas áreas de pesquisa: a gestão de tecnologia e o desenvolvimento de produto. Neste trabalho, atenção especial é dada a abordagens de inovação ligadas ao estudo do PDP. Além da definição do termo “inovação” e de sua caracterização geral enquanto processo, enfoque é dado às tipologias utilizadas para se classificar diferentes projetos inovadores.

A segunda seção busca a formação de um referencial teórico ligado à conceituação e ao delineamento do PDP. Tal base conceitual é de suma importância pois a plataforma de estudo proposta neste trabalho para análise das teorias de criação do conhecimento é a de um ambiente de desenvolvimento de produtos.

Historicamente, as pesquisas que investigam o PDP provêm basicamente de quatro grandes áreas temáticas, a saber: Qualidade, com foco na prevenção e controle de falhas no processo; Engenharia e Administração, com foco na tecnologia do produto e do processo de fabricação e na gestão e estratégia; Gestão de C&T, com ênfase na tecnologia e na interface com o processo de P&D; e Marketing, com atenção especial à captação e à satisfação das necessidades do mercado (SILVA, 2002). A seção apresenta teorias baseadas em abordagens de Engenharia e Administração, tendo como principais referências teóricas Clark e Wheelwright (1992) e Rozenfeld et al. (2005).

A terceira seção reúne literaturas que buscam aproximar teorias organizacionais baseadas no conhecimento aos temas “PDP” e “inovação”. Enfoque é dado a abordagens recentes que enxergam o PDP sob o ponto de vista do recurso conhecimento. Desta forma, recorre-se a pesquisas – muitas das quais oriundas da área de Gestão de C&T – que buscam a

intersecção entre conceitos ligados ao PDP e aprendizagem, gestão e criação de conhecimentos.

Por fim, o capítulo apresenta uma seção de síntese teórica. Nela, busca-se a construção de um modelo referencial que organize os conceitos estudados relativos ao PDP, à inovação e ao processo de criação de conhecimentos. Tal modelo referencial, muito mais do que tentar reunir todas as variáveis inerentes a estes processos, procura servir de referência para a etapa empírica deste trabalho.

#### **4.1 A Inovação**

Segundo Dosi (1988), o processo de inovação consiste, em sua essência, na busca, descoberta, experimentação, desenvolvimento e adoção de novos produtos ou novos processos produtivos. Atualmente, pesquisadores oriundos de diferentes áreas parecem convergir para a definição do termo “inovação” como sendo o desenvolvimento e a produção de novos produtos e serviços capazes de obter sucesso comercial (GARCIA e CALANTONE, 2001).

Uma das características fundamentais do processo de inovação é o envolvimento de inexorável parcela de incerteza. Dosi (1988) ressalta que o termo “incerteza” se refere não simplesmente à falta de informações relevantes acerca da ocorrência de eventos, mas, fundamentalmente, a dois outros aspectos: a existência de problemas técnico-econômicos cujas soluções são ainda desconhecidas; e a impossibilidade de se prever com precisão os resultados de cada ação.

Estabelecidas as características fundamentais do processo de inovação, faz-se necessário estabelecer critérios e tipologias que classifiquem os diferentes tipos de projetos inovadores. Saber distinguir os projetos dentro de uma tipologia ligada aos seus graus de inovação é de suma importância não apenas para auxiliar a gerência a planejar e organizar os projetos individualmente, mas também para possibilitar o estabelecimento de um planejamento agregado que leve em consideração as necessidades específicas de cada um deles (CLARK e WHEELWRIGHT, 1992).

Em abordagem clássica e consagrada ligada ao tema, Clark e Wheelwright (1992) classificam os projetos de desenvolvimento de acordo com o grau de novidade presente no produto e em seu processo produtivo. Esta classificação está representada na Figura 12.

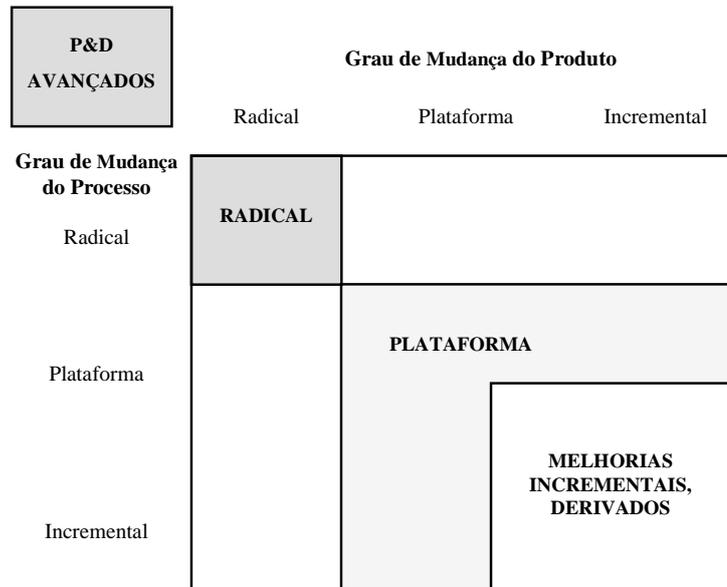


Figura 12 – Tipos de projetos de desenvolvimento de acordo com o grau de mudança

Fonte: adaptado de Clark e Wheelwright (1992)

Veryzer (1998) utiliza como dimensões de análise do grau de inovação de um projeto as capacidades do produto desenvolvido e das tecnologias utilizadas em comparação com os produtos e tecnologias já existentes. Como resultado desta abordagem, resulta classificação mostrada na Figura 13.

|                        |        | Capacidade do Produto |                                 |
|------------------------|--------|-----------------------|---------------------------------|
|                        |        | Igual                 | Melhoria                        |
| Capacidade Tecnológica | Igual  | CONTÍNUO              | RUPTURA COMERCIAL               |
|                        | Avanço | RUPTURA TECNOLÓGICA   | RUPTURA COMERCIAL E TECNOLÓGICA |

Figura 13 – Tipos de projetos segundo as dimensões produto e tecnologia

Fonte: extraído de Veryzer (1998)

Entretanto, em estudo que percorre extensa literatura, Garcia e Calantone (2001) identificam a utilização de vários outros construtos criados para se definir as tipologias de inovação a partir da década de 1990. Dentre eles, destacam-se aqueles que classificam a inovação presente em determinado projeto em: incremental / radical; incremental / modular / arquitetural / radical; evolucionária / revolucionária; sustentadora / disruptiva (GARCIA e CALANTONE, 2001).

São duas as variáveis fundamentais utilizadas para se modelar uma tipologia de identificação do grau de inovação de um produto:

- **Perspectiva macro ou micro:** uma inovação é identificada através da perspectiva macro quanto o produto introduz uma novidade para o mundo, para o mercado ou para uma indústria. Já uma inovação de perspectiva micro é identificada como aquela que introduz uma novidade para a organização ou para o cliente.
- **Descontinuidade tecnológica ou de mercado:** esta variável está ligada à força que origina a descontinuidade introduzida pela inovação. Produtos podem ser inovadores por estarem ligados a novos espaços do mercado e requererem novas habilidades mercadológicas da organização. Por outro lado, novos produtos podem sugerir através de

avanços tecnológicos e científicos. Evidentemente, uma combinação destas duas perspectivas é possível (GARCIA e CALANTONE, 2001).

Baseados nestas duas variáveis, Garcia e Calantone (2001) propõem heurística para uniformização da nomenclatura utilizada na determinação do grau de inovação. A tipologia proposta pelos autores apresenta três tipos de inovação:

- **Inovação radical:** aquela que introduz macro descontinuidades tecnológicas e de mercado.
- **Inovação *really new*:** aquela que introduz somente um tipo de macro descontinuidade: ou tecnológica, ou de mercado.
- **Inovação incremental:** aquela que apresenta micro descontinuidades tecnológicas, de mercado, ou ambas.

Ao se reconhecer os diferentes tipos de inovação, deve-se atentar para a importância de se gerir de forma adequada o portfólio de projetos inovadores de uma organização. Este portfólio deve ser coerente com a estratégia tecnológica e de mercado da empresa. Entretanto, Tidd, Bessant e Pavitt (2001) afirmam que tornar este mecanismo de supervisão do mix de produtos e projetos não é tarefa fácil. Isto pois as empresas possuem uma tendência natural de estruturar suas atividades inovadoras numa “taxa constante de mudança”, na qual a inovação ocorre, mas geralmente na direção apontada pelo que a empresa já sabe fazer bem.

Essa necessidade de constante ruptura com a *status quo* que permeia a natureza da inovação é tema central do que Christensen (2000) denomina “*The innovator’s dilemma*”. Segundo o autor, vários fracassos sofridos por empresas que detinham posições de liderança em mercados de tecnologia podem ser explicados pela consolidação de um ritmo de inovação centrado nas tecnologias existentes, fato que enfraquece a capacidade de resposta a mudanças disruptivas.

Faz-se necessário, no contexto deste trabalho, discorrer sobre o processo de inovação em sistemas tecnológicos. Barnett (1990) define um sistema tecnológico como sendo um conjunto de tecnologias básicas adotadas por determinado ramo industrial. Segundo o

autor, a competição entre empresas que operam em um mesmo sistema envolve diversos processos de padronização e de diferenciação de tecnologias e relações entre empresas dominantes e periféricas.

David (1995) define padrões tecnológicos como um conjunto de especificações técnicas que fabricantes adotam, seja tacitamente ou como resultado de um acordo formal. Tais padrões podem ser estabelecidos de forma oficializada, desenvolvidos e aprovados por comitês reconhecidos por meio de deliberações políticas ou procedimentos administrativos ou criados por firmas, grupos de firmas ou associações da indústria, surgindo de processos mediados pelo mercado por meio de intensa competição (SANTOS JR. e ALVES FILHO, 2000).

A evolução destes padrões exerce papel fundamental na dinâmica da competição entre as empresas, especialmente quando se trata de tecnologias sistêmicas como as presentes na informática, nas telecomunicações e em meios de transporte. Assim, é de grande relevância de compreender a influência de tais padrões tecnológicos no processo de inovação de produtos e nas estratégias das organizações (BARNETT, 1990).

#### **4.2 O Processo de Desenvolvimento de Produtos**

Inúmeras são as formas de se caracterizar e definir o PDP. Clark e Fujimoto (1992) o definem como o processo através do qual a organização transforma dados de mercado e possibilidades técnicas em bens e informações para a fabricação de um produto comercial.

Clark e Wheelwright (1992) afirmam que o PDP pode ser enxergado basicamente como um processo responsável por transformar idéias e conceitos em protótipos – através de engenharia e projeto da arquitetura do produto – e estes em produtos finais para fabricação e comercialização – através de testes e contínuos aperfeiçoamentos. Esses mesmos autores sugerem outras caracterizações. Dentre elas, destaca-se a visão do PDP como um complexo e iterativo processo de tomada de decisão, composto de várias etapas e filtros (CLARK e WHEELWRIGHT, 1992).

Segundo ROZENFELD et al. (2005), é comum, tanto em empresas quanto na literatura científica, haver uma distinção pouco clara entre o processo de P&D e o PDP. Na visão dos autores, é possível, sim, se delinear com precisão as esferas de atuações destes processos. Segundo eles, o processo de P&D é responsável pelo desenvolvimento de tecnologias e conhecimentos que serão utilizados no PDP. Estas soluções tecnológicas fornecidas ao PDP podem tanto nascer dentro dos planos internos de P&D quanto podem ser desenvolvidas por solicitação do PDP.

A multiplicidade de caracterizações para o PDP é reforçada pela heterogeneidade intrínseca a este processo e, conseqüentemente, à sua gestão. Coordenar e gerir o PDP engloba uma imensa diversidade de ferramentas, tecnologias e áreas de conhecimento. Assim, merece destaque a identificação dos fatores que contextualizam cada caso de desenvolvimento de produtos em modelos mais generalistas.

Amaral (2001) apresenta uma revisão que destaca da literatura os principais fatores que influenciam o gerenciamento do PDP, a saber: grau de inovação do produto; interface do produto com o usuário; tecnologia do produto; complexidade da estrutura interna; dimensões da qualidade do produto; cultura organizacional; estratégia inter-projetos; direcionamento estratégico; e estrutura do mercado. O presente trabalho apresenta visão do PDP fortemente contextualizada pelos fatores grau de inovação do produto e tecnologia do produto.

Com base em sólidas abordagens (CLARK e WHEELWRIGHT, 1992; PRASAD, 1997), pode-se apresentar o PDP como sendo constituído de quatro dimensões que devem ser trabalhadas de forma integrada: a Estratégia (relacionada à gestão de portfolio, avaliação do desempenho, relações interfuncionais e parcerias com fornecedores); a Organização (que envolve a estrutura organizacional e a liderança, a cultura de trabalho em grupo e os processos de aprendizagem); as Atividades/Informações (conjunto de atividades operacionais específicas executadas no PDP e as respectivas informações utilizadas); e os Recursos (técnicas, métodos, ferramentas, pessoas e sistemas utilizados no PDP).

Clark e Wheelwright (1992) apresentam um modelo bastante útil para a compreensão da complexidade e a identificação das decisões críticas efetuadas ao longo do processo de desenvolvimento. Esse modelo está representado na Figura 14.

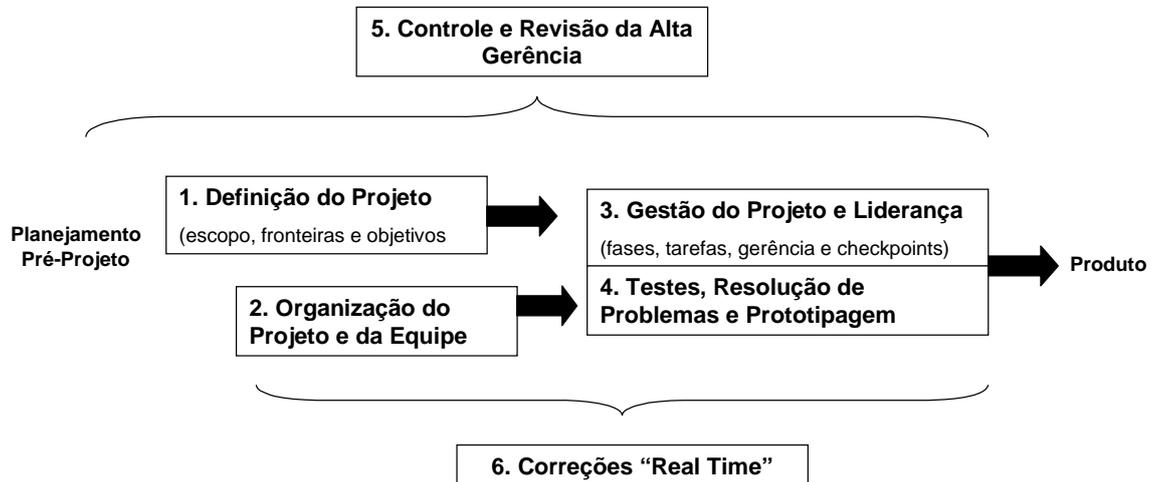


Figura 14 – O PDP e seus elementos

Fonte: adaptado de Clark e Wheelwright (1992)

Os elementos que compõem este modelo são caracterizados a seguir:

- **Definição do Projeto:** elemento responsável pela determinação do escopo do projeto, estabelecimento de suas fronteiras e definição de seus objetivos e propósitos.
- **Organização do Projeto e da Equipe:** elemento no qual se define quem participará do projeto e como a equipe será organizada. Envolve questões como responsabilidades individuais, treinamentos e contratações, uso de grupos de suporte e definição de espaço físico.
- **Gestão do Projeto e Liderança:** determina a natureza e o papel dos líderes e o modo pelo qual as atividades do projeto serão gerenciadas. Além disso, envolve o agrupamento das atividades em fases e o estabelecimento de *checkpoints* para cada fase.

- **Testes, Resolução de Problemas e Prototipagem:** foco em passos individuais de trabalho, nos modos através dos quais são conduzidos e os meios pelos quais o conhecimento necessário para se resolver os problemas é desenvolvido.
- **Controle e Revisão da Alta Gerência:** envolve aspectos ligados à frequência e ao formato das revisões, avaliações e modificações do projeto efetuadas pela alta gerência.
- **Correções *Real-time*:** engloba constantes redefinições de cronograma, organização, e atividades devidas à alta incerteza presente no processo de desenvolvimento.

Analogamente a componentes de um mesmo produto, esses seis elementos devem se integrar num sistema coerente e funcionar efetivamente para o bom desenrolar do processo (CLARK e WHEELWRIGHT, 1992).

O PDP se notabiliza por ser um processo intensamente multifuncional. Dentre todas as funções organizacionais nele envolvidas, destaca-se a importância crucial das equipes de Engenharia, Marketing e Manufatura. Clark e Wheelwright (1992) afirmam que o projeto do processo de desenvolvimento e o padrão do envolvimento funcional nas atividades, bem como a consolidação e disseminação deste padrão, são tarefas da alta gerência, responsável por definir o contexto em que as interações funcionais ocorrem. A Tabela 14 identifica as principais atividades nas quais estas três funções organizacionais de envolvem ao longo de cada uma de suas macro-fases.

Tabela 14 – Atividades funcionais nas principais etapas do PDP

|            | Desenvolvimento do Conceito                          | Planejamento do Projeto e Definição da Arquitetura                     | Desenvolvimento e Validação  | Preparação da Produção e Comercial   | Introdução no Mercado   |
|------------|--|--|--|--|---|
| Engenharia | Proposição de novas tecnologias, idéias e modelos.   | Interagir com fornecedores; Definição arquitetura; Analisar SSC.       | Detalhar projeto; Construção e teste de protótipos. Detalhar SSC.          | Avaliar e testar pilotos; Resolução de problemas.                                      | Avaliar experiência do produto no campo.  |
| Marketing  | Captar informações de mercado; Investigar conceitos. | Definir clientes alvo; Interagir com clientes; Estimar vendas.         | Avaliação de protótipos; Testes com clientes.                              | Treinar equipes de venda e pessoal de atendimento; Preparação para entrada no mercado. | Organizar canais de distribuição; Vender e divulgar; Interagir com clientes principais. |
| Manufatura | Propor e investigar conceitos de processos.          | Estimar custos; Definir arquitetura do processo; Validar fornecedores. | Detalhar processo; Testar equipamentos e ferramentas; Fabricar protótipos. | Fabricar pilotos; Refinar processo; Treinar pessoal; Verificar canais de suprimentos.  | Buscar metas de produtividade, qualidade e custo.                                       |

Fonte: Adaptado de Rozenfeld et al. (2005)

Há duas formas básicas de se efetuar a organização do PDP: usando uma estrutura funcional ou uma estrutura por projeto. Na primeira, a ligação entre os indivíduos se dá pela função que estes realizam. Na segunda, essa ligação ocorre pelo projeto em que as pessoas atuam.

Numa classificação de equipes de desenvolvimento que se tornou clássica, Clark e Wheelwright (1992) dividem os tipos de equipes em quatro principais, de acordo com sua tendência mais funcional ou por projeto: Equipes Funcionais, Equipes Peso Leve, Equipe Peso Pesado e Equipes Autônomas. A forma como se constituem estas equipes acarreta em diferenças de funcionamento que conferes vantagens e desvantagens a cada uma delas. A

Tabela 15 enumera as principais características e desafios desses tipos de equipes, além dos tipos de projetos para os quais cada uma delas se mostra mais adequada.

Tabela 15 – Tipos de arranjos organizacionais para o PDP

|   | <b>Funcional</b>  | <b>Peso Leve</b>   | <b>Peso Pesado</b>            | <b>Autônomo</b>   |
|---|---|--|-------------------------------|---|
| Autoridade do gerente de projeto                            | Pouca ou nenhuma  | Baixa  | Alta                          | Alta  |
| Controle sobre o projeto de desenvolvimento                 | Compartilhada entre o gerente de projeto e os gerentes funcionais | Compartilhada entre o gerente de projeto e os gerentes funcionais                      | Total pelo gerente do projeto | Total pelo gerente do projeto                               |
| Alocação do gerente de projeto                              | Tempo Parcial   | Tempo Parcial  | Tempo Integral                | Tempo Integral  |
| Ligação hierárquica entre os membros e o gerente do projeto | Indireta  | Indireta   | Direta                        | Direta  |
| Tipos de projeto  | Customização; Inovação incremental                                | Inovação incremental com alto grau de complexidade                                     | Inovação tipo plataforma      | Inovação radical  |
| Questões principais   | Como garantir a integração entre as diferentes funções?           | Como determinar o equilíbrio adequado entre a ligação funcional e a gestão do projeto? |                               | Como compartilhar o aprendizado de um projeto para o outro? |

Fonte: informações adaptadas de Clark e Wheelwright (1992) e Rozenfeld et al. (2005)

Embora sejam as organizações que ostensivamente projetem e desenvolvam produtos, pode-se afirmar também que, de certa forma, os produtos delineiam as organizações. Isto se deve ao fato de que a tipologia das atividades de coordenação envolvidas no projeto do produto determina intensamente as características organizacionais necessárias para o seu desenvolvimento. Assim, a organização do PDP pode ser entendida, de certa forma, como um subproduto da natureza intrínseca dos produtos desenvolvidos.

Dentre as características do produto que se destacam na definição da organização interna de um PDP, destaca-se, no contexto deste trabalho, o grau de acoplamento existente entre os componentes que fazem parte do produto. Este grau de acoplamento depende do nível de mudanças necessárias no projeto dos componentes quando uma alteração é efetuada em um

dos componentes do produto. Este parâmetro se relaciona fortemente com a intensidade da coordenação gerencial necessária para a coesão do PDP em questão.

O processo de desenvolvimento de componentes com alto acoplamento requer intensa coordenação gerencial, já que mudanças no projeto de um componente exigem fortes alterações no projeto de muitos componentes inter-relacionados. Já projetos caracterizados pelo baixo acoplamento entre componentes exigem esforços de coordenação muito menores. Tipicamente, este desacoplamento é obtido através da padronização das interfaces entre os componentes da estrutura do produto, de forma a se obter uma “coordenação intrinsecamente incorporada” que possibilita o desenvolvimento autônomo e concorrente de componentes (SANCHEZ e MAHONEY, 1996).

Veryzer (1998) chama a atenção para o fato de que a literatura voltada para o PDP se concentra muito mais no estudo de projetos mais incrementais. Segundo o autor, projetos mais disruptivos, por estarem sujeitos a maiores incertezas tecnológicas e mercadológicas, apresentam algumas características nitidamente distintas daquelas encontradas no PDP mais convencional. Em particular, destaca-se o caráter mais exploratório e menos direcionado ao cliente que envolve tais projetos. Os estudos empíricos efetuados pelo autor demonstram que, tipicamente, as empresas se valem de processos e sistemas menos formais e estruturados para a condução de projetos mais radicais.

O’Connor e Veryzer (2001) defendem que a habilidade de se ligar o avanço tecnológico às oportunidades de mercado é aspecto crucial para a performance de projetos radicais. Os autores sugerem a importância do processo de construção de uma visão de mercado (“market visioning”) para o sucesso destes projetos.

### **4.3 O Conhecimento, o PDP e a Inovação**

Faz-se mister notar que, a partir da definição de inovação como o desenvolvimento e a produção de novos produtos e serviços capazes de obter sucesso comercial, o termo envolve duas dimensões fundamentais: novidade e viabilidade. Gerir inovações, portanto, deve ser uma atividade fortemente direcionada por estes dois eixos conceituais, o da

criação de novas alternativas possíveis e o da convergência em direção a uma solução viável (LEONARD e SENSIPER, 1998).

A primeira dimensão – “novidade” – está ligada à criação de novas idéias e soluções. A base de sustentação desta dimensão reside no processo de criação de novos conhecimentos que tragam novas maneiras de se enxergar a realidade e se resolver problemas (NONAKA e TAKEUCHI, 1997). Os conceitos por ela envolvidos vão de encontro a abordagens que procuram entender os processos organizacionais sob a ótica do recurso conhecimento (GRANT, 1996; LEONARD e SENSIPER, 1998; NONAKA e TAKEUCHI, 1997). O conteúdo desta dimensão foi objeto de estudo dos Capítulos 2 e 3.

A segunda dimensão, ligada à viabilidade técnica e comercial, sustenta-se no processo de materialização das invenções e tecnologias em produtos demandados pelo mercado. Esse processo de conversão de idéias e conceitos em novos produtos e serviços é bastante explorado por pesquisas ligadas ao PDP, tema da seção anterior.

Desta forma, defende-se aqui que uma maior aproximação entre conceitos oriundos destas diferentes dimensões pode trazer um entendimento mais profundo do processo de inovação. Nesta linha de raciocínio, apresentam-se a seguir literaturas encontradas que fazem esta ponte entre as abordagens organizacionais voltadas para o conhecimento e o desenvolvimento de novos produtos. Esta revisão tem como objetivo servir de base conceitual para a síntese teórica proposta na próxima seção.

### ***Caracterizações do PDP sob a ótica do conhecimento***

A tendência de aproximação das teorias ligadas ao processo de criação de conhecimentos e ao PDP pode ser observada em pesquisas recentes que procuram unir conceitos destas duas áreas. Inúmeros autores já descreveram o PDP como um processo que faz uso intensivo de conhecimento (NONAKA e TAKEUCHI, 1997; DAVENPORT e PRUSAK, 1998; LEONARD-BARTON, 1998). Outros autores efetuam, além desta constatação, análises mais detalhadas do PDP sob a ótica do recurso conhecimento. Smulders (2004) ratifica que o resultado primário do PDP é o conhecimento incorporado em desenhos, especificações e procedimentos. Takahashi (1999) sugere a visão do PDP como uma

passagem do abstrato para concreto, num processo que transforma, em suma, idéias e conceitos em produtos.

Smulders (2004) também caracteriza o processo de desenvolvimento de novos produtos como um processo de aprendizagem, já que, para que ocorra o aumento de conhecimento responsável pelo desenvolvimento do novo produto, é cabal que haja aprendizado – tanto no nível individual quanto no nível organizacional.

Sanchez e Mahoney (1996) afirmam que projetos de desenvolvimento de novos produtos podem ser enxergados como “inovações programadas”, nas quais as empresas criam novos produtos através da aplicação de conhecimentos existentes e da criação de novos conhecimentos sobre os componentes do produto e suas interações.

Seguindo esta linha de raciocínio, Yang (2005) demonstra empiricamente a existência de uma relação positiva existente entre a criação de conhecimentos e a performance de novos produtos do mercado chinês de alta tecnologia.

#### ***Dimensões do conhecimento envolvido no PDP***

Ferrari (2002) afirma ser útil a classificação dos conhecimentos envolvidos no PDP em dois tipos: o conhecimento transformador e o conhecimento a ser transformado. O conhecimento transformador é aquele utilizado pelos atores do processo para transformar entradas em saídas. Destacam-se neste grupo os conhecimentos que alicerçam a competência técnica e a competência gerencial dos participantes.

Já o conhecimento a ser transformado é aquele que serve de matéria-prima para o PDP. Ele é caracterizado por constante evolução causada pela ação dos conhecimentos transformadores ao longo do processo. Tais conhecimentos estão mais ligados ao produto propriamente dito, e são usualmente obtidos de clientes, concorrentes e da acumulação histórica de conhecimentos sobre a tecnologia do produto e do processo dentro da empresa.

Sanchez e Mahoney (1996) afirmam ser possível a identificação de duas formas básicas de criação de conhecimentos no PDP, a saber:

- Criação de novos conhecimentos sobre os componentes e as funções por eles desenvolvidas – o que implica aprendizagem sobre os componentes.
- Criação de novos conhecimentos sobre os modos como os componentes interagem e podem ser configurados – o que implica aprendizagem sobre a arquitetura do produto.

Baseados nesta classificação ligada à dimensão estrutural do produto, os autores sugerem modelo que distingue os tipos de aprendizagem possíveis no PDP. A Tabela 16 apresenta uma descrição deste modelo.

Tabela 16 – Tipos de aprendizagem no PDP

|  |       | <b>Aprendizagem sobre Componentes</b>   |  |
|--|-------|---|--|
|  |       | Baixo   | Alto   |
| <b>Aprendizagem sobre Arquitetura e Interfaces</b> | Baixo | Aprendizagem Incremental no nível de Componente<br>Traz melhorias funcionais limitadas, variações de projetos em arquiteturas já existentes.                    | Aprendizagem Modular no nível de Componente<br>Traz fortes mudanças nas funções e design de componentes em em arquiteturas já existentes.  |
|  | Alto  | Aprendizagem Arquitetural<br>Aprendizagem sobre novas oportunidades de mercado traz novos modos de se combinar e configurar tipos de componentes já utilizados. | Aprendizagem Radical nos Níveis de Componente e Arquitetura<br>Aprendizagem sobre novas oportunidades de mercado e novas tecnologias de componentes traz novos modos de se combinar e configurar tipos de componentes novos e já utilizados. |

Fonte: adaptado de Sanchez e Mahoney (1996)

Assim, nota-se que a modularidade na estrutura do produto propicia importantes mecanismos de coordenação para a aprendizagem nos níveis de componente e de arquitetura. Uma arquitetura mais modular, ao intensificar a autonomia e o foco de cada equipe, estimula a evolução e o aprendizado profundo no nível de componente. Além disso, ao sugerir redefinições arquiteturais periódicas, ela também fomenta a criação de conhecimentos ligados à estrutura do produto (SANCHEZ e MAHONEY, 1996).

Conforme visto, inúmeras são as caracterizações do PDP que ressaltam a intensidade com que ele exige a aplicação, aquisição e criação de novos conhecimentos. Leonard-Barton (1998) afirma que uma das condições básicas para o seu desempenho efetivo é o emprego disseminado de práticas de GC. Dentre elas, a autora destaca aquelas relacionadas à capacidade de aprendizado e criatividade das pessoas envolvidas, à preocupação com a busca de conhecimentos externos à empresa e ao armazenamento e divulgação de conhecimentos adquiridos.

### ***Análise do PDP sob a óptica do conhecimento***

Em pesquisa que investiga cada etapa do PDP sob a ótica do conhecimento, Silva e Rozenfeld (2003) fazem uso da Teoria Japonesa de criação de conhecimentos. Os autores investigam a ocorrência dos quatro tipos de conversões de conhecimentos nas principais dimensões do PDP (Estratégia, Organização, Recursos, Atividades e Informações). Dois resultados apresentados pelos autores merecem destaque. Em primeiro lugar, está a demonstração de que a Socialização é a conversão mais freqüente em todas as dimensões do PDP. Tal fato reafirma a importância da transmissão de conhecimentos pela via tácita e de mecanismos organizacionais que criem ambiente propício à interação “face a face”. Ressalta-se, também, o desafio de se evitar que essa supremacia da Socialização não cause a perda de memória corporativa.

Em segundo lugar, os autores chamam a atenção para a grande intensidade com que se verifica o processo de Combinação na dimensão Atividades e Informações do PDP. Tal fato possibilita a comprovação do caráter “aglutinador de conhecimentos” de várias atividades envolvidas no desenvolvimento de produtos (SILVA e ROZENFELD, 2003).

Stefanovitz e Nagano (2006a) defendem a necessidade da organização estruturar processos adequados para sustentar as atividades envolvidas em cada etapa do desenvolvimento de produtos. Tais processos devem ser capazes de estimular as conversões dinâmicas entre os conhecimentos tácito e explícito predominantes em cada uma destas etapas.

Hoopes e Postrel (1999) afirmam que, apesar do reconhecimento de que a performance do PDP está diretamente relacionada ao grau de comunicação e integração entre especialistas e

processos, os mecanismos através dos quais isso ocorre continuam obscuros. A fim de abordar esta questão, os autores sugerem que práticas integradoras potencializam a performance do PDP através de três canais de influência neste processo: coordenação, cooperação e compartilhamento de conhecimento.

Von Hippel (1994) estuda a natureza das informações necessárias para a resolução de problemas típicos do processo de inovação. Ele defende que o conhecimento compartilhado útil para a resolução de problemas é difícil e ser criado de maneira espontânea. Isso ocorre por dois motivos principais. Em primeiro lugar, pois o elevado grau de especialização coloca os indivíduos e as equipes em diferentes universos cognitivos. Em segundo lugar, pois muito do que deve ser compreendido nas interfaces entre os especialistas constitui o que ele chama de “*sticky information*”. Por este termo, o autor denota a informação caracterizada por elevada dificuldade de ser transferida e absorvida de forma utilizável por quem a procura ou dela precisa.

#### **4.4 Síntese Teórica: os Processos de Criação de Conhecimentos e Desenvolvimento de Produtos**

Para um entendimento mais profundo do processo de inovação, faz-se necessário trabalhar o PDP e o processo de criação de conhecimentos de forma mais integrada. Se, por um lado, o PDP pode ser visto como o processo que transforma as necessidades de mercado e as novas idéias em novos produtos, o processo criativo deve ser enxergado como responsável pela geração das novas idéias e conhecimentos necessários para se chegar ao produto inovador.

Projetos de desenvolvimento de novos produtos ou tecnologias envolvem uma grande gama de pequenos processos de criação de conhecimentos. Novos conhecimentos são criados em várias atividades inerentes aos projetos inovadores devido à intrínseca parcela de incerteza que estes apresentam. Nesta linha de raciocínio, Stefanovitz e Nagano (2006b) defendem que projetos inovadores podem ser vistos como a totalização desta enorme quantidade de processos criativos incrementais.

Esta constatação direciona o trabalho de síntese teórica entre esses processos. Ela sugere que não se enxergue o processo de criação de conhecimentos como um processo paralelo e concorrente ao PDP, que tem início no começo de um projeto de desenvolvimento e fim no seu produto final. Pelo contrário, deve-se entender a materialização de um produto inovador como uma coleção de enorme quantidade de “pequenos” processos de criação de conhecimentos, ocorridos, em menor ou maior intensidade, em todas as etapas do PDP em questão. A Figura 15 busca representar esta relação entre estes processos, aqui assumidos como dimensões fundamentais do processo de inovação.

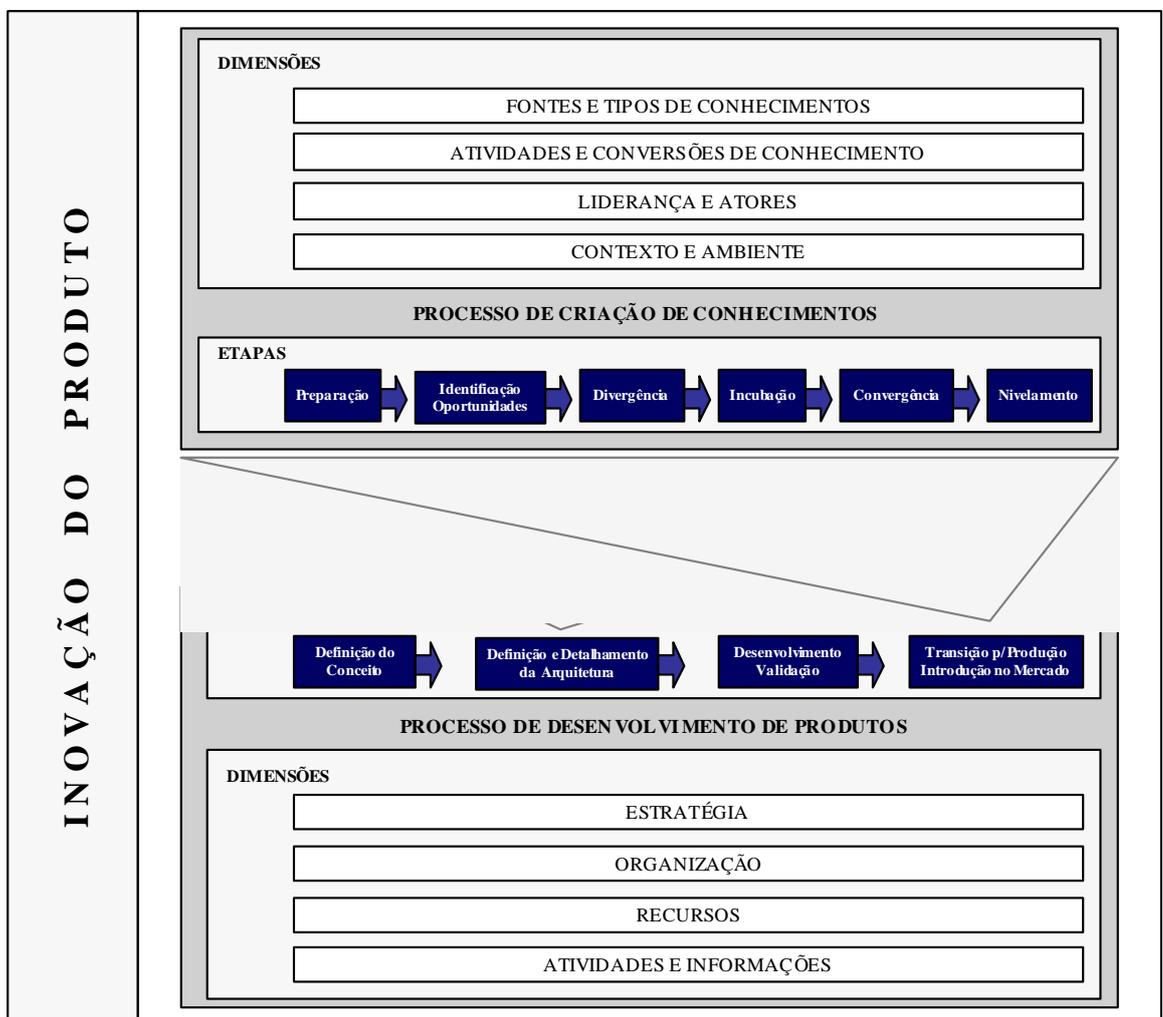


Figura 15 – Modelo referencial para o PDP e o processo de criação

Este modelo referencial proposto procura evidenciar a presença do processo criativo em cada uma das etapas do PDP. Evidentemente, o desenvolvimento de diferentes produtos inovadores demanda intensidades criativas diferentemente distribuídas ao longo de suas etapas. Questões como natureza e complexidade do produto e do mercado, modularidade e estágio tecnológico, entre outras, influenciam a demanda por novidade nas diferentes etapas do projeto.

É importante notar que o modelo, ao apresentar as etapas do PDP “recheadas” de pequenos processos criativos incrementais, defende a necessidade de se incorporar cultura e infraestrutura que estimulem a criatividade em toda sua extensão, e não apenas na concepção inicial. Evidentemente, as idéias geradas em etapas iniciais possuem maior visibilidade na organização ao longo do projeto. Não raro, elas representam o próprio conceito do produto que será resultado do empreendimento. Entretanto, uma série de decisões e soluções de problemas de cunho técnico e maior grau de especialização são tomadas ao longo de todas as fases mais adiantadas. A necessidade de alimentar com conhecimentos e estimular o pensamento inovador é igualmente relevante para a materialização do conceito original num produto físico inovador.

Além disso, vale ressaltar que projetos de desenvolvimento de diferentes produtos exigem processos criativos de diferentes características para atender às suas necessidades específicas. O modelo em dimensões busca, ao organizar os conceitos envolvidos neste processo, propiciar uma análise comparativa destas diferenças de forma mais organizada.

Finalizada a etapa de sustentação teórica do trabalho, busca-se no próximo capítulo delinear as questões metodológicas que permeiam a pesquisa.

## 5 MÉTODO DE PESQUISA

Esta pesquisa pode ser dividida em duas etapas principais. A primeira está relacionada ao levantamento bibliográfico de conceitos ligados ao tema desta pesquisa: criação de conhecimentos, desenvolvimento de produtos e inovação. Apresentada nos capítulos 2, 3 e 4, esta etapa é de suma importância na consolidação de arcabouço teórico que sustente e sirva de referência ao restante do trabalho.

A segunda parte está relacionada à pesquisa de campo proposta. A literatura mostra que há, ainda, uma baixa exploração empírica do tema, em particular dos conceitos ligados ao processo de criação de conhecimentos. Tal fato fortalece a importância de se delinear uma investigação de caráter mais prático em busca dos objetivos estabelecidos para este trabalho.

Este capítulo tem por função caracterizar a abordagem, a metodologia e as ferramentas utilizadas no desenvolvimento da pesquisa. Inicialmente, são caracterizados o tipo e a abordagem da pesquisa. Em seguida, efetua-se o delineamento metodológico do trabalho de acordo com roteiro estabelecido por Yin (2001). Finalmente, uma síntese do modelo de pesquisa é apresentada, evidenciando os papéis exercidos por cada parte do trabalho na busca dos objetivos propostos.

### 5.1 Tipo e Abordagem da Pesquisa

A natureza do problema de pesquisa proposto sugere a utilização de uma pesquisa **exploratória**. Segundo Roesch (1999), as investigações exploratórias são bastante adequadas em situações como esta, nas quais o projeto envolve temas ainda pouco estudados. Elas têm por objetivos definir melhor o problema de pesquisa, proporcionar considerações em direção à solução, definir e classificar fatos e variáveis.

Gil (2002) ressalta a importância das pesquisas exploratórias para a evolução do tema de pesquisa, com vista a torná-lo mais explícito e a construir hipóteses. Assim, nota-se uma

grande aderência entre este tipo de pesquisa e os propósitos do trabalho, por ser o processo de criação de conhecimentos fenômeno ainda pouco explorado. Alguns autores defendem que, apesar da ascensão das abordagens organizacionais baseadas no conhecimento, ainda se conhece muito pouco sobre como ocorre o processo de criação de conhecimentos nas empresas (NONAKA, REINMOELLER e SENOO, 1998; TAKEUCHI, 1998).

A abordagem empregada nesta pesquisa é **qualitativa**. Esta escolha se justifica pela própria natureza do estudo exploratório proposto, uma vez que esta abordagem apresenta grande eficácia na decodificação e interpretação de fenômenos sociais. Bogdan (apud TRIVINOS, 1995) enumera características das pesquisas com abordagem qualitativa. A seguir, algumas delas são citadas e relacionadas ao contexto específico deste trabalho:

- “A pesquisa qualitativa é descritiva: os resultados são retratos da realidade”. De fato, este trabalho busca descrever características do processo de criação de conhecimentos nos projetos analisados.
- “A pesquisa qualitativa tem o ambiente natural como fonte direta dos dados e o pesquisador como instrumento-chave”. Os dados utilizados nesta pesquisa provêm de projetos reais de desenvolvimento de produtos e tecnologias. O processo de captação e decodificação destas informações está diretamente relacionado à capacidade do pesquisador de entender o ambiente em que os projetos se inserem e analisar de forma isenta o significado das informações recebidas.
- “Os pesquisadores que adotam a abordagem qualitativa estão preocupados com o processo e não simplesmente com os resultados”. A presente pesquisa busca mergulhar de forma profunda no contexto e nas singularidades dos processos investigados. Desta forma, evitam-se interpretações superficiais relacionadas a processos reconhecidamente complexos e de dinâmicas ainda não completamente conhecidas.

## **5.2 Metodologia e Delineamento da Pesquisa**

A presente pesquisa se caracteriza por fazer uso da metodologia do **estudo de caso** para buscar respostas às suas questões. Segundo Yin (2001), o estudo de caso é o método mais

apropriado para a investigação de questões de pesquisa do tipo “como” sobre um conjunto contemporâneo de fenômenos sobre os quais o pesquisador tem pouco ou nenhum controle. Assim, nota-se grande aderência entre o método escolhido e a natureza do presente problema de pesquisa.

Para se investigar a influência do grau de inovação do projeto nas variáveis ligadas ao processo de criação de conhecimento se faz necessário, evidentemente, investigar projetos de diferentes graus de inovação. Desta forma, a presente pesquisa se vale de um desdobramento específico da metodologia do estudo de casos: o estudo de casos múltiplos (YIN, 2001). Neste caso, será considerado objeto de estudo a empresa escolhida e casos cada um dos projetos investigados.

Segundo Yin (2001), as pesquisas empíricas devem ser delineadas de maneira que uma seqüência lógica conecte as questões propostas aos dados coletados e estes, finalmente, às conclusões. Segundo o autor, este delineamento, para uma pesquisa que adota a metodologia do estudo de caso, deve apresentar cinco elementos principais:

- Questões da pesquisa;
- Proposições;
- Definição da(s) unidade(s) de análise;
- Descrição da lógica que interliga os dados coletados às proposições;
- Definição de critérios para interpretação dos dados coletados.

Estes elementos são apresentados de forma detalhada nas seções que se seguem.

### **5.2.1 Questão da Pesquisa**

A fim de se atingir o objetivo proposto para este trabalho, coloca-se a seguinte questão principal de pesquisa:

*Quais são as diferenças fundamentais entre os processos de criação de conhecimentos envolvidos em projetos de desenvolvimento de produtos de alta tecnologia com diferentes graus de inovação?*

### **5.2.2 Proposições e Modelo Referencial**

Yin (1989) salienta que, mesmo em pesquisas exploratórias, onde o principal objetivo é a busca de novas reflexões e hipóteses para o entendimento de determinado fenômeno, é importante que se parta de um referencial teórico. Desta forma, afirma o autor, é possível conduzir a exploração segundo uma linha lógica ou direcionamento, mesmo que, posteriormente, as propostas iniciais sejam desmentidas. Cabe ressaltar que essas proposições iniciais não necessariamente são consideradas hipóteses da pesquisa, já que nem sempre haverá comprovação estatística.

Com a finalidade de se elaborar proposições que sirvam de referência teórica para a pesquisa, utilizou-se a revisão e a síntese das teorias relacionadas ao processo de criação de conhecimentos, desenvolvidas no Capítulo 3. A Figura 16 resgata este modelo referencial, destacando a região de concentração das atenções da pesquisa empírica.

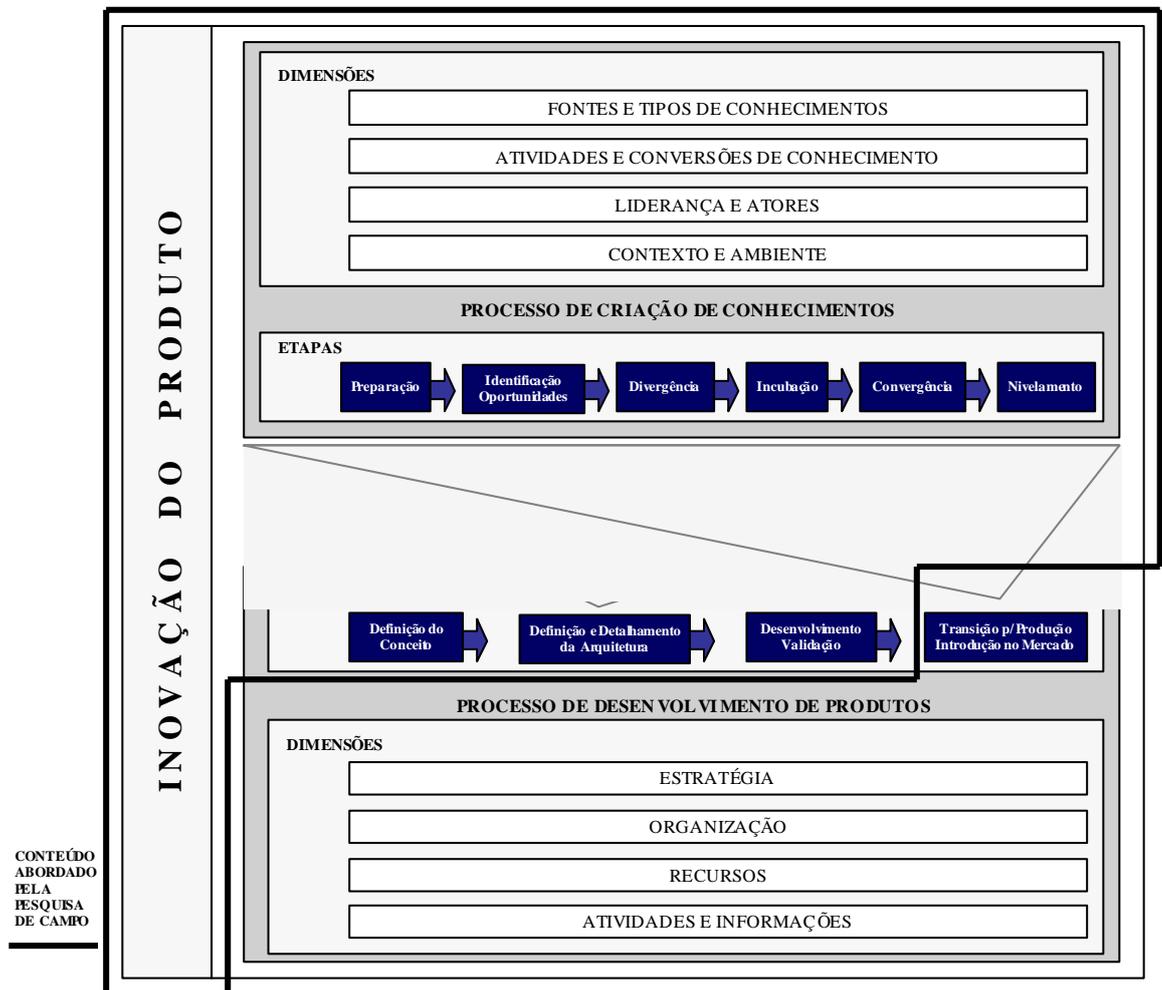


Figura 16 – Conteúdo do modelo referencial abordado pela pesquisa de campo

Cabe ressaltar que, por ser o foco deste trabalho a caracterização do processo de criação de conhecimentos em projetos inovadores, não houve a necessidade de se analisar tais projetos em todas as etapas contempladas pelo PDP. Desta forma, a pesquisa de campo concentrou sua atenção nas três primeiras etapas do modelo utilizado para o PDP, por se entender que nelas, em virtude da natureza dos projetos analisados, se encontra maior intensidade da atividade criativa. Assim, a etapa de “Transição para a Produção e Introdução no Mercado”, embora fundamental para o sucesso dos projetos, não foi analisada com mesma ênfase das demais.

De acordo com os objetivos, apresentados no Capítulo 1, esta pesquisa deve investigar possíveis diferenças relacionadas ao processo de criação de conhecimentos em projetos de desenvolvimento de diferentes graus de inovação. Desta forma, baseando-se no modelo referencial já apresentado, as variáveis analisadas nesta investigação são:

- Variável independente: grau de inovação do projeto analisado.
- Variáveis dependentes: fontes de conhecimentos mais importantes; tipos de conhecimentos mais importantes no processo; principais conversões entre tipos de conhecimentos; principais atividades de criação, integração e aplicação de conhecimentos; envolvimento das pessoas com o processo criativo; clima e condições organizacionais; papel da liderança no processo criativo; perfil dos demais atores envolvidos na criação.

A Figura 17 apresenta estas variáveis e as dimensões do modelo referencial em que cada uma delas se situa.

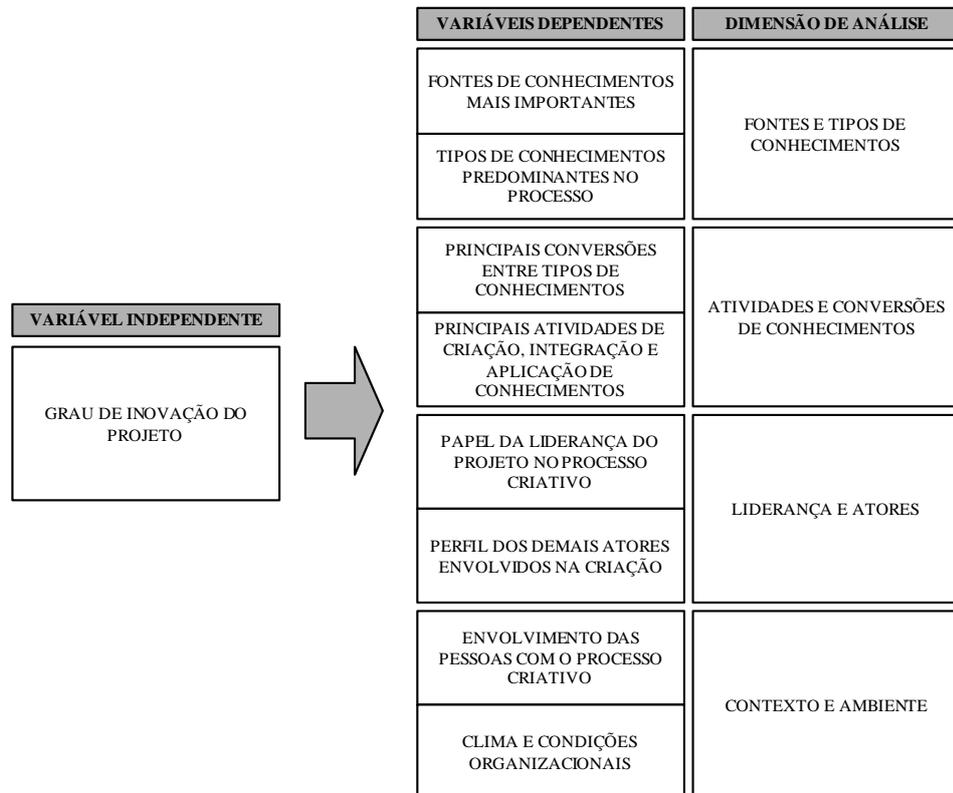


Figura 17 – Variáveis analisadas na pesquisa

A análise destas variáveis propostas busca avaliar a possível influência do grau de inovação do projeto na caracterização do processo de criação de conhecimentos nele envolvido.

### **5.2.3 Unidades de Análise e Tipo de Estudo: Casos Múltiplos**

Yin (1989) afirma existirem dois tipos principais de pesquisas baseadas na metodologia do estudo de caso: o estudo de caso único (*single case*) e o estudo de casos múltiplos (*multiple cases*).

Neste trabalho, será efetuado um estudo de casos múltiplos. O motivo desta escolha reside no fato dela possibilitar a comparação entre projetos dotados de diferentes graus de inovação. Esta análise comparativa vai de encontro direto ao objetivo central do trabalho, que é investigar a possível influência do grau de inovação do produto no processo de criação de conhecimentos envolvido no projeto.

Uma das etapas mais importantes do delineamento metodológico de um estudo de casos é a definição da unidade de análise da investigação. Neste trabalho, a unidade de análise é o processo de criação de conhecimentos envolvido em projetos inovadores. Desta forma, a etapa empírica da pesquisa deve se concentrar em descrever, caracterizar e analisar este processo nos casos estudados.

#### **5.2.3.1 Escolha dos Casos**

A escolha dos casos estudados é etapa fundamental da preparação para a etapa empírica do projeto de pesquisa. Yin (2001) afirma que cada caso específico deve servir a um propósito específico dentro do escopo global da pesquisa. Eisenhardt (1989) afirma que uma das maneiras de se escolher casos é por amostragem teórica. Segundo a autora, esta técnica consiste na seleção de casos pertencentes a diferentes categorias, o que permite a análise das similaridades dentro do mesmo grupo e das diferenças entre eles.

Nesta linha de raciocínio, como a presente pesquisa busca sugerir diferenças entre o processo de criação envolvido em projetos de diferentes níveis de inovação, buscou-se escolher, como casos de estudo, projetos que se diferenciam pelo nível de radicalidade.

Os três projetos escolhidos para análise foram executados na Divisão de P&D de uma empresa brasileira que desenvolve produtos de alta tecnologia para o setor de automação industrial. Quando analisados à luz da tipologia de Clark e Wheelright (1992), os projetos apresentam graus de inovação bem distintos, conforme apresenta a Figura 18.

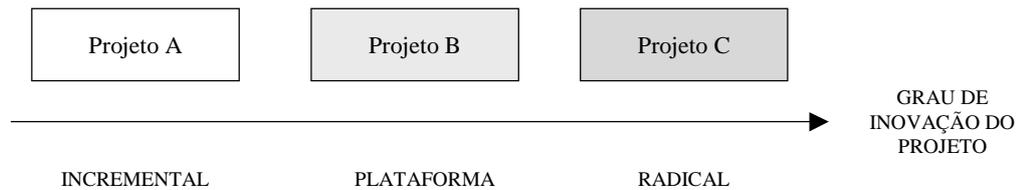


Figura 18 – Grau de inovação presente nos projetos analisados

A explicação desta classificação dos graus de inovação destes projetos está apresentada na seção 7.2, junto da caracterização de cada um deles.

A escolha de projetos relacionados ao mesmo setor industrial – o setor de automação industrial – apresenta vantagens e desvantagens. Por um lado, perde-se em abrangência, já que a interpretação dos resultados deve ser efetuada levando-se em conta as especificidades do contexto tecnológico e mercadológico do segmento escolhido. Por outro lado, este fato facilita e potencializa a análise comparativa dos casos, já que estão todos imersos em contextos semelhantes. O caráter exploratório do trabalho e a grande importância desta comparação entre os casos para objetivos da pesquisa foram determinantes para esta escolha de um setor único.

A mesma análise pode ser efetuada em relação à escolha de projetos pertencentes a uma mesma empresa. Novamente, o fato dos projetos terem sido efetuados numa mesma empresa fortalece a possibilidade de se comparar com maior precisão o processo de criação de conhecimentos neles envolvidos, já que muitas das condições ambientais externas aos projetos são semelhantes em todos eles.

### **5.2.3.2 Instrumentos de Coleta de Dados**

Eisenhardt (1989) afirma que a adoção da metodologia de estudo de casos exige cuidados especiais nos procedimentos de coleta e dados. Em particular, a autora ressalta a importância da utilização de múltiplas técnicas de coleta de dados para a obtenção de resultados mais robustos. Nesta linha de raciocínio, a presente pesquisa faz uso de quatro métodos principais, a saber: análise documental, observação direta, observação participante e entrevista. A seguir, apresenta-se uma descrição de cada uma destas técnicas, bem como do modo como elas foram efetuadas no presente trabalho.

#### **a) Análise Documental**

Mazzotti e Gewandszajder (2000) citam a importância das fontes documentais, ressaltando que deve se considerar como documento qualquer registro escrito que possa ser utilizado como fonte de informação, tais como atas de reunião, relatórios, arquivos e pareceres. A presente pesquisa possui acesso praticamente irrestrito a estas fontes na Divisão de P&D da empresa estudada: diretrizes gerais de desenvolvimento, atas de reuniões, documentação técnica, planejamento de projetos, registro de políticas internas. Este fato possibilita a delimitação da estrutura e do funcionamento do objeto estudado, servindo de alicerce para o entendimento dos demais dados coletados.

#### **b) Observação Direta**

A interação direta entre o pesquisador e o objeto de estudo reforça a competência na extração e interpretação de dados do fenômeno estudado (YIN, 2001). Nesta pesquisa, tal interação se materializou de duas formas. Em primeiro lugar, a convivência diária do pesquisador no ambiente investigado, por mais de dois anos, fortaleceu a capacidade de entendimento e caracterização das atividades internas que compõem o processo de desenvolvimento de produtos na Divisão estudada. Esta observação direta por longo tempo propiciou, assim, mergulho na intimidade dos processos investigados – muitas vezes abstratos e “invisíveis”.

Em segundo lugar, tal interação foi fundamental na análise específica dos projetos de desenvolvimento investigados. Em um deles, o pesquisador pôde acompanhar várias das etapas e conviver diariamente com quase todos seus integrantes.

### **c) Observação Participante**

A coleta de dados através da observação participante é uma modalidade especial de observação na qual o pesquisador, provido de caráter menos passivo, pode, de fato, participar dos eventos que estão sendo estudados. Esta técnica fornece oportunidades singulares para a coleta de dados de um estudo de caso, como, por exemplo, a permissão para vivenciar eventos comumente inacessíveis à investigação científica (YIN, 2001).

Em um dos projetos estudados, o pesquisador teve atuação como engenheiro de desenvolvimento desde seu início até sua finalização. Desta forma, em processo efetivo de observação participante, um mergulho nos detalhes e particularidades do projeto pôde ser verificado, ampliando a capacidade de coleta de dados e interpretação de significados. Esta maior intimidade com o contexto estudado já foi sugerida na literatura como necessária para o atual estágio evolutivo da pesquisa na área (SILVA e ROZENFELD, 2003).

### **d) Entrevista**

Lakatos e Marconi (2001) descrevem as entrevistas como conversas, efetuadas de maneira metódica, que objetivam fornecer ao pesquisador as informações necessárias. O caráter interativo desta técnica permite ao pesquisador tratar de temas complexos que dificilmente poderiam ser investigados de forma profunda por meio de questionários (MAZZOTTI e GEWANDSZNAJDER, 2000). Yin (2001) ressalta que a eficácia das entrevistas no tratamento de questões humanas faz delas uma fonte essencial de evidências para os estudos de casos.

Seguindo esta linha de raciocínio, optou-se pelo uso de entrevistas por se considerar a adoção de questionários estruturados como incapaz de tratar de forma satisfatória a complexidade do processo de criação de conhecimentos. As entrevistas efetuadas foram do tipo semi-estruturadas. Em entrevistas deste tipo, o pesquisador conduz a conversa baseando-se em agenda de questões pré-definidas, mas com flexibilidade para se

aprofundar mais em tópicos específicos de acordo com o andamento do diálogo. O roteiro utilizado na condução desta pesquisa está apresentado no Anexo 1.

Esta gama de diferentes instrumentos de coleta de dados foi utilizada de forma heterogênea nos três casos (projetos) estudados. A Tabela 17 apresenta as técnicas usadas em cada um deles.

Tabela 17 – Técnicas de coleta de dados utilizadas nos projetos investigados

| Projeto   | Grau de inovação | Técnicas de coleta de dados utilizadas  |
|-----------|------------------|---|
| Projeto A | Incremental      | Análise documental ; observação participante.                                     |
| Projeto B | Plataforma       | Análise documental ; observação direta<br>Entrevista com o coordenador do projeto |
| Projeto C | Radical          | Análise documental ; entrevista com o coordenador do projeto                      |

#### **5.2.4 Ligação entre os Dados e as Proposições: Análise dos Resultados**

A análise dos resultados obtidos através dos casos foi efetuada em duas etapas. Na primeira, um estudo individual de caso é efetuado. Na segunda, uma análise comparativa entre eles foi estabelecida, com o objetivo de se destacar as diferenças observadas nos processos de criação de conhecimentos de cada um deles. As seções que se seguem caracterizam cada uma destas etapas de forma mais detalhada.

##### **5.2.4.1 Apresentação e Análise Individual dos Casos**

Na análise individual de casos, buscou-se descrever os projetos de forma bastante completa, de modo a preservar o contexto de cada um deles o quanto fosse possível. Este tipo de descrição permite que o leitor compreenda o raciocínio empregado na elaboração das conclusões, abordagem que Yin (2001) chama de cadeia de evidência.

Os relatos dos casos foram efetuados com base em 5 seções principais, sendo a primeira delas uma caracterização do projeto e as demais as quatro dimensões do modelo referencial

do processo de criação de conhecimentos (seção 3.4). Uma descrição do conteúdo abordado nestas seções é apresentada na Tabela 18.

Tabela 18 – Delineamento dos relatórios individuais dos casos

| <b>Seção</b>                            | <b>Conteúdo abordado</b>   |
|---|--|
| Caracterização Geral do Projeto         | Nesta seção são apresentados o objetivo do projeto, a motivação da empresa em executá-lo, o grau de inovação envolvido, as principais características do produto ou da tecnologia desenvolvidos e a composição da equipe.            |
| Fontes e Tipos de Conhecimentos         | Esta seção apresenta as principais fontes de conhecimentos utilizadas pela equipe do projeto, bem como uma caracterização dos principais tipos de conhecimentos nele envolvidos.   |
| Atividades e Conversões de Conhecimento | Esta seção apresenta as etapas do projeto de forma cronológica. Em cada uma delas, são destacadas as atividades criadoras de conhecimentos e as conversões entre tipos de conhecimentos predominantes.                               |
| Liderança e Atores                      | Nesta seção, são destacados os principais papéis desempenhados pela liderança do projeto no processo de criação de conhecimentos. Também são relatadas as atuações de outros atores com participação relevante no processo criativo. |
| Contexto e Ambiente                     | Esta seção de preocupa em caracterizar as condições organizacionais e o tipo de ambiente interno à equipe do projeto durante sua execução.   |

Conforme assinalado na síntese teórica efetuada no Capítulo 4, projetos inovadores são constituídos de uma infinidade de pequenos processos de criação de conhecimentos. Em todas suas etapas, com diferentes intensidades e sob diferentes propósitos, novos conhecimentos são, consciente ou inconscientemente, criados pela equipe do projeto. Esta constatação é de grande importância para se entender a maneira como os casos são descritos neste trabalho.

Mais do que se ater a conhecimentos específicos que foram criados em momentos específicos do projeto, os relatos dos casos procuram caracterizar de forma global a atividade criativa ao longo de suas etapas. Isto, obviamente, sem deixar de pontuar as atividades mais importantes e os acontecimentos mais relevantes ao longo do projeto. Daí a importância fundamental do modelo referencial proposto na seção 6.2.2. Ele serve de

arcabouço para uma análise macroscópica do processo de criação de conhecimentos em suas dimensões fundamentais.

#### **5.2.4.2 Análise Comparativa dos Casos**

Após a apresentação individual de cada caso, uma análise comparativa de cada um deles é efetuada. Esta análise vai de encontro ao objetivo central da pesquisa, que é investigar as possíveis diferenças entre os processos de criação em projetos de diferentes graus de inovação. Assim, esta etapa da análise dos resultados funciona como ponte entre o estudo individual e detalhado de cada um dos casos e a extração das considerações finais do trabalho.

Neste estudo comparativo, novamente o modelo referencial de análise do processo de criação de conhecimentos é utilizado. Assim, a comparação entre os projetos é estruturada pelas quatro dimensões que compõem o modelo proposto. Busca-se, dentro de cada da análise de cada dimensão, a identificação de diferenças nas variáveis pesquisadas (Figura 17 da seção 5.2.2) provenientes dos diferentes níveis de radicalidade envolvidos em cada um dos projetos.

#### **5.2.5 Critérios para Interpretar os Resultados e Limitações da Pesquisa**

Eisenhardt (1989) destaca que um aspecto fundamental do processo de contribuição teórica reside na comparação entre os conceitos e hipóteses emergentes e a literatura existente. Este processo comparativo envolve o questionamento e a reflexão dos pontos de similaridade e contradição entre os resultados da pesquisa e a as teorias atuais.

Entretanto, faz-se mister atentar para as limitações da pesquisa efetuada na interpretação de seus resultados. Neste trabalho, as limitações de cunho metodológico estão relacionadas principalmente às características da amostragem de casos efetuada. Inseridos numa mesma empresa e num mesmo setor industrial, os casos investigados fornecem resultados com baixo poder de generalização. Assim, as conclusões finais deste trabalho devem sugerir

possíveis tendências relacionadas às diferenças entre os processos criativos envolvidos em projetos de diferentes graus de inovação. Resultados mais definitivos só poderiam ser obtidos em estudos mais abrangentes, que examinassem diferentes organizações inseridas em diferentes ramos de atuação.

### **5.3 Síntese do Modelo de Pesquisa**

A evolução desta pesquisa pode ser dividida em cinco grandes etapas. Na primeira etapa, efetuou-se fundamentação teórica que percorreu a literatura científica ligada ao tema do trabalho. Esta revisão da literatura, apresentada nos Capítulos 2, 3 e 4, permitiu a elaboração de um construto teórico que suporte a análise do processo de criação de conhecimentos proposta por este trabalho. Assim, a segunda etapa consistiu do desenvolvimento do modelo referencial (seção 4.4) que serviu de base para o delineamento da pesquisa empírica.

A etapa seguinte se encarregou de analisar os casos individualmente, conteúdo contemplado na seção 7.2. Em seguida, na seção 7.3, uma importante etapa de análise comparativa dos casos estudados é efetuada, de modo a avaliar as diferenças relacionadas ao processo criativo nos projetos de diferentes graus de inovação. Por fim, os resultados desta análise conjunta são observados à luz da literatura estudada, donde foram extraídas as considerações finais e conclusões da pesquisa. A Figura 19 apresenta um modelo esquemático deste modelo de pesquisa.

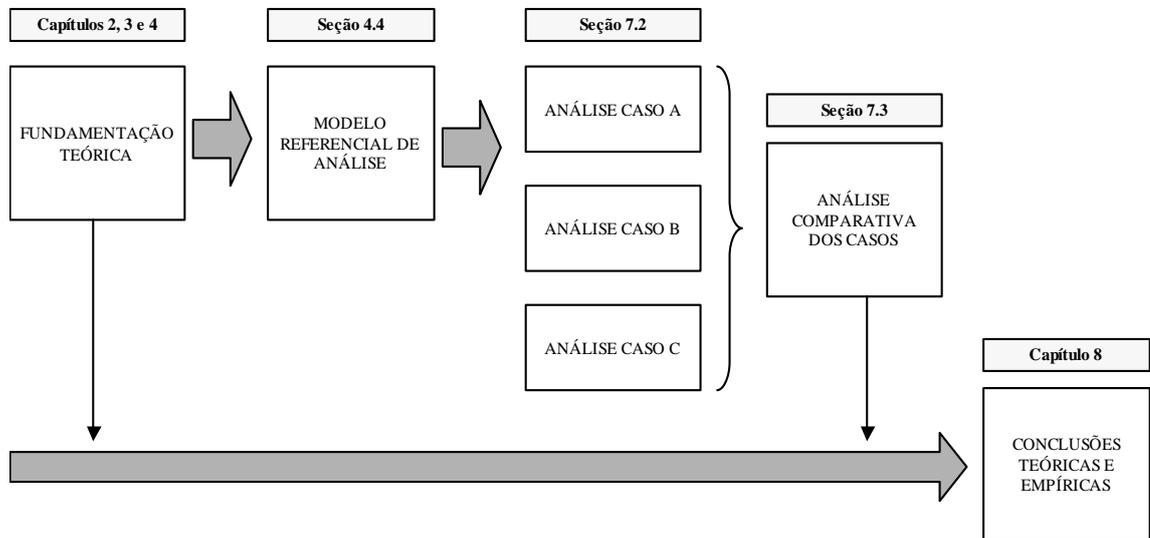


Figura 19 – Modelo de pesquisa

Evidentemente, esta descrição não contempla toda a iteratividade e a recursividade envolvida no trabalho. Eisenhardt (1989) afirma que o processo de construção teórica a partir de estudo de casos tem como características fundamentais o caráter iterativo e as constantes voltas e redefinições ao longo das etapas da pesquisa. Segundo a autora, conforme a pesquisa avança e novos dados se adicionam, é natural e saudável que haja um repensar das construções anteriores.

Em concordância com esta idéia, o presente trabalho também esteve sujeito a um processo de convergência não totalmente sequencial, mas que conserva em sua linha evolutiva principal o desenvolvimento das etapas apresentadas.

Após este delineamento do método de pesquisa efetuado, o próximo capítulo apresenta uma caracterização do setor e da empresa estudados na pesquisa empírica.

## **6 O SETOR DE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL E A EMPRESA PESQUISADA**

Este capítulo tem por finalidade apresentar as principais características do setor de automação industrial, escolhido para a etapa empírica desta pesquisa, e da empresa utilizada na investigação empírica.

Esta caracterização do setor é de grande importância por dois motivos. Em primeiro lugar, para ratificar a adequação da escolha deste setor aos propósitos do trabalho. Em segundo lugar, para ampliar a capacidade de entendimento dos projetos analisados. Assim, esta análise geral busca, ao apresentar as especificidades mercadológicas e tecnológicas do setor, completar de forma mais específica a fundamentação construída nos capítulos anteriores e a preparação para a etapa prática da pesquisa.

A caracterização da empresa investigada tem dois propósitos fundamentais. O primeiro deles consiste na apresentação das características gerais da organização, conteúdo importante para o dimensionamento de sua relevância tecnológica e de mercado. O segundo reside na caracterização específica do funcionamento de sua Divisão de P&D, célula responsável pelos projetos investigados na pesquisa. Esta seção traz informações e análises de grande importância para o entendimento dos casos estudados e, principalmente, da análise comparativa entre eles.

### **6.1 Caracterização mercadológica do setor**

O setor de automação industrial é responsável pelo fornecimento de equipamentos e sistemas capazes de operar, supervisionar e controlar processos produtivos. Tais soluções têm como objetivo primordial o aumento da produtividade da planta industrial automatizada e, conseqüentemente, da competitividade da organização na qual ela se insere. Dentre os principais clientes do setor de automação, estão grandes indústrias dos

setores alimentício, automotivo, de papel e celulose, eletroeletrônico, petroquímico, químico, metalmeccânico, energético e de telecomunicações.

O panorama do mercado brasileiro de automação sofreu fortes oscilações nas últimas décadas. O ramo esteve, durante muito tempo, protegido pela lei de reserva de informática. Quando esta deixou de vigorar, os efeitos da globalização começaram a ser sentidos pelas empresas nacionais que forneciam soluções para o setor. A concorrência imposta por imensas companhias internacionais trouxe, a partir deste momento, novos ingredientes ao ambiente competitivo brasileiro.

De início, houve grande aumento da importância da experiência das empresas nacionais em oferecer serviços *customizados* aos clientes locais. A médio e longo prazo, entretanto, os efeitos da globalização foram se acentuando e a competitividade passou a depender cada vez mais capacidade destas empresas em competir através via preço, qualidade de produtos e serviços e, principalmente, através da contínua inovação tecnológica. Dados da Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica (IBGE, 2000) mostram que, atualmente, o setor possui uma das mais elevadas taxas de inovação tecnológica da indústria brasileira.

De acordo com a Pesquisa da Atividade Econômica Paulista (PAEP), elaborada pela Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE, 2001), o setor de automação industrial pode ser dividido nos seguintes subsetores: automação de manufatura, automação de controle de processos, *design* e engenharia, redes de comunicação e integração e controle. O foco de atenção deste trabalho se concentra nos ramos de automação de controle de processos e de redes de comunicação.

## **6.2 Caracterização tecnológica do setor**

Até a década de 1960, a automação de controle de processos se baseava fortemente no uso de sinais de pressão para o monitoramento de variáveis e a atuação em equipamentos presentes nas indústrias. A partir de então, o avanço da eletrônica permitiu a incorporação de sinais analógicos na malhas de instrumentação. Mas o avanço dos processadores digitais, na década de 1970, trouxe consigo um novo paradigma de comunicação industrial.

Dessa forma, na década de 1980, começaram a surgir os primeiros equipamentos dotados de controle e comunicação digitais, mais precisos, eficientes e velozes.

Dentre as principais características deste setor, destaca-se a grande diversidade de tecnologias incorporadas em seus produtos. O desenvolvimento de sistemas para este fim exige o domínio de um amplo leque de áreas de conhecimentos, tais como eletrônica, *software*, telemetria e mecatrônica.

Apesar de cada uma das tecnologias citadas nem sempre ser integrada aos sistemas de automação no estado da arte em relação a ramos tecnológicos nos quais cada uma delas é predominante, a integração de todas, em nível avançado, compreende grande esforço de desenvolvimento. Assim, pode-se encarar o setor de automação como “consumidor” de inovações tecnológicas de outros setores, tais como telecomunicações e tecnologia da informação. Desta forma, as inovações do setor de automação residem geralmente na incorporação destas tecnologias em produtos com funcionalidades inéditas e na criação de novas formas de distribuir as funcionalidades entre os diversos produtos que compõem o sistema.

Um sistema completo de automação envolve basicamente três níveis estruturais principais. O nível mais baixo está relacionado aos equipamentos de campo, responsáveis pela atuação física em dispositivos da planta e pela medição de variáveis do processo. O nível mais elevado é formado por *softwares* responsáveis pela configuração e supervisão das operações.

Um nível intermediário estabelece a integração entre esses dois mundos. Ele é composto por controladores capazes de trocar informações tanto com os equipamentos de campo quanto com os aplicativos de gerenciamento, além de processarem algoritmos configuráveis de cálculo e controle. A Tabela 19 sumariza a descrição destes subsistemas.

Tabela 19 – Subsistemas de um sistema de automação industrial

| <b>Subsistema</b>         | <b>Produtos</b>                 | <b>Principais Funções</b>  | <b>Principais Componentes</b>                |
|---------------------------|---------------------------------|--|--|
| Campo                     | Sensores e Atuadores            | Coleta de informações de variáveis do processo; Atuação física em dispositivos da planta.                                  | <i>Hardware</i><br><i>Software embarcado</i> |
| <i>Bridge</i>             | Controladores e <i>Gateways</i> | Comunicação entre equipamentos e entre campo e supervisão; execução de funções lógicas e algoritmos de controle e medição. | <i>Hardware</i><br><i>Software embarcado</i> |
| Configuração e Supervisão | <i>Softwares</i>                | Definição da topologia do sistema e das funções lógicas executadas; Monitoramento operacional e gerencial do processo.     | <i>Software</i>                              |

No início da era digital dos sistemas de automação, cada fornecedor desenvolvia seu próprio protocolo de comunicação entre equipamentos. Rapidamente, o mercado foi invadido por grande diversidade de protocolos proprietários e os produtos só conseguiam se comunicar com outros produtos criados pela mesma empresa.

Este cenário trazia enormes desvantagens aos clientes. A primeira delas era que nenhum fornecedor possuía um leque de produtos tão vasto para suprir todas as necessidades das plantas industriais. Mesmo que isso ocorresse, nem sempre um único fornecedor era a melhor escolha para todas as partes do sistema a ser implantado. Assim, clientes e usuários destas tecnologias não tinham flexibilidade na aquisição de soluções, estando quase sempre sujeitos aos caprichos e especificidades que compunham o pacote de cada fornecedor (BERGE, 2001).

Mas o pior efeito desta conjuntura tecnológica era a grande dependência do cliente em relação ao seu fornecedor após a compra. Uma vez vendida a solução proprietária, os valores cobrados pela manutenção e atualização dos sistemas era altíssimo, já que o cliente estava atrelado rigidamente à tecnologia daquele fornecedor em particular (BERGE, 2001).

Este cenário fez com que vários especialistas do mercado começassem, em 1985, a levantar a defender a criação de protocolos de comunicação padronizados, isto é, que não dependessem do fabricante. Entretanto, este movimento enfrentou grande resistência dos

grandes fornecedores da época, confortáveis com o domínio de mercado alcançado no paradigma das tecnologias fechadas.

Frustrados pela demora do desenvolvimento destes padrões, alguns fornecedores e usuários formaram organizações para acelerar a criação destes protocolos, os chamados *fieldbuses*. Tais organizações tiveram, e têm até hoje, importância fundamental na consolidação e na evolução de normas internacionais de padronização tecnológica. Atualmente, a existência de padrões como Foundation Fieldbus, Profibus e Hart permitem grande interoperabilidade entre equipamentos de diferentes fabricantes, conferindo flexibilidade ao cliente na aquisição de sistemas de automação (BERGE, 2001).

Após esta caracterização tecnológica e mercadológica do setor de automação industrial, a próxima seção apresenta as características da empresa investigada.

### **6.3 A Empresa Pesquisada**

A fim de melhor projetar as etapas investigativas do estudo de caso e de asseverar a adequação do perfil da empresa estudada aos objetivos da pesquisa, esta seção estabelece uma caracterização geral da organização e de sua Divisão de P&D Eletrônico, objeto de estudo central deste trabalho.

#### **6.3.1 Histórico e Características Gerais**

A empresa estudada está presente no mercado de automação industrial há mais de 30 anos, teve surgimento fortemente ligado ao setor sucroalcooleiro e conta hoje com aproximadamente 1200 funcionários. Apresenta posição de destaque no nicho em que atua, destacando-se por importante presença no mercado internacional fortalecida através de representações e filiais estrategicamente distribuídas em 10 países.

Possui como diferenciais competitivos, inequivocamente, sua forte orientação ao desenvolvimento de novas tecnologias e sua ampla capacidade e flexibilidade para inovar. Tais afirmações são corroboradas pelos inúmeros prêmios de inovação tecnológica que já recebeu (dentre eles, o Prêmio FINEP de Inovação Tecnológica), pela consolidação de

parcerias internacionais para transferência de tecnologia e pelo seu elevado percentual de investimento em Pesquisa e Desenvolvimento. A Tabela 20 apresenta algumas características gerais da empresa.

Tabela 20 – Sumário de informações da empresa

|  |                         |
|--|-------------------------|
| Origem do Capital                        | Exclusivamente nacional |
| Número de funcionários                   | 1200                    |
| Investimento em P&D (% do faturamento)   | 13%                     |
| Patentes registradas nos EUA             | 20                      |
| Patentes em processo de registro nos EUA | 23                      |

O início de sua empreitada no mercado externo deveu-se ao grande sucesso de suas novidades tecnológicas no mercado nacional no período que sucedeu o fim do pró-álcool e a regulamentação das substituições de importações (década de 80). Neste contexto, intensificou seus esforços no desenvolvimento de produtos inovadores e conseguiu grande visibilidade mundial, principalmente em países desenvolvidos, onde há alta demanda por equipamentos de alto valor agregado. A partir de então, só fez crescer seu ritmo de desenvolvimento e a amplitude de seu portfólio de soluções.

### 6.3.2 A Divisão de P&D Eletrônico

Célula fundamental do processo de inovação da empresa, a divisão de P&D Eletrônico conta com aproximadamente 120 profissionais – 10% do total de sua força de trabalho – dentre os quais se destaca a presença de mestres e doutores formados pelas principais instituições de pesquisa do país. A Divisão é organizada em grupos de desenvolvimento responsáveis por cada uma das áreas funcionais que compõe a tecnologia integrada e por equipes multifuncionais dedicadas a projetos específicos. A estrutura hierárquica contém um diretor, gerentes que lideram os grupos de desenvolvimento, coordenadores que lideram os projetos e os demais engenheiros de desenvolvimento e testes. Na Tabela 21 são apresentados dados gerais sobre a formação dos recursos humanos presentes na Divisão.

Tabela 21 – Sumário de informações da Divisão de P&amp;D Eletrônico

|                                    |             |
|------------------------------------|-------------|
| Número de Funcionários             | 120         |
| Grupos de Desenvolvimento e Testes | 9           |
| Mestres/Doutorandos/Doutores       | 9 (7,5%)    |
| Mestrandos                         | 25 (20,8%)  |
| MBA's                              | 4 (3,3%)    |
| Funcionários com curso superior    | 100 (83,3%) |

A Divisão é organizada em torno de seis grupos funcionais que provêem recursos humanos para os projetos: Equipamentos de Campo, Comunicações, Sistemas, Aplicações, Interfaces e Industrialização. O objetivo da estruturação em grupos funcionais é a manutenção e a evolução de competências em áreas de conhecimento específicas, sendo cada um deles responsável de um gerente. Sete grupos, encabeçados por supervisores, fornecem serviços que dão suporte aos grupos funcionais principais: Certificação, Informática, Marketing Interno, Testes, Layout, Qualidade e Laboratório. A Figura 20 apresenta esta estruturação dos grupos da Divisão de P&D.



Figura 20 – Estrutura interna da Divisão de P&amp;D Eletrônico

A representação da estrutura interna da Divisão ilustra a divisão dos recursos humanos nos diversos grupos funcionais. No entanto, por abstrair apenas as relações funcionais e de autoridade, e por não contemplar as alocações de recursos por projetos, é bastante

incompleta no que se refere à diversidade das relações existentes entre os integrantes da Divisão.

Algumas políticas de incentivo à atividade criativa e à contínua atualização tecnológica das equipes foram identificadas na Divisão de P&D Eletrônico:

- Recompensa financeira individual pelo desenvolvimento de patentes.
- Recompensa financeira individual pela publicação de artigos em revistas técnicas especializadas.
- Reembolso de despesas de traslado e liberação de um dia por semana para dedicação a cursos de pós-graduação.

Os sistemas desenvolvidos possuem como características fundamentais o alto grau de especificidade tecnológica das partes que o integram e a forte interdependência entre seus módulos. Os produtos apresentados pela empresa ao mercado são constituídos por subsistemas de *software* e *hardware* inter-relacionados que vêm sendo desenvolvidos por cada um dos grupos há muitos anos, sendo perene a necessidade de cada parte acompanhar a evolução das demais e de permitir integração que preserve o histórico tecnológico já agregado. Assim, a estrutura requer especialistas focados no desenvolvimento, teste e manutenção de cada uma das partes – papel desempenhado pelos engenheiros de desenvolvimento – e líderes capazes de transmitir o conhecimento para novos integrantes, coordenar o trabalho dos especialistas e, principalmente, direcionar e acompanhar a evolução das interfaces entre os módulos concebidos de forma a propiciar uma integração harmoniosa do sistema.

Neste desafio, é notório o papel da média gerência na Divisão de P&D da empresa. Os integrantes desta equipe gerencial de desenvolvimento possuem um perfil bastante homogêneo: longo tempo de serviço na companhia – o menos antigo possui 12 anos de trabalho na Divisão; formação acadêmica e tecnológica de alto nível; conhecimento profundo da tecnologia envolvida no escopo de seu grupo – de forma geral, foram eles que desenvolveram a tecnologia utilizada atualmente; e conhecimento amplo das demais tecnologias que compõem o sistema.

Devido à alta complexidade do conhecimento tecnológico envolvido nos processo de desenvolvimento dos sistemas, os atores principais do processo de inovação estão nesta camada intermediária da Divisão. A alta direção, além de definir direções estratégicas abrangentes e acompanhar o desenvolvimento das tecnologias por uma ótica macroscópica, coordena o trabalho dos gerentes de desenvolvimento relativos a cada uma das áreas tecnológicas que compõem os sistemas. Na linha de frente da Divisão se encontra corpo de engenheiros de desenvolvimento responsáveis pelo estudo e pela implementação de partes altamente especializadas das tecnologias. Inseridos em escopos de atuação e conhecimento de alta profundidade, mas, geralmente, menor abrangência, torna-se mais difícil a concepção de processos de inovação de porte por parte destes funcionários.

### **6.3.3 O PDP da Divisão de P&D Eletrônico**

Os projetos desenvolvidos na Divisão de P&D Eletrônico podem ser divididos em dois grandes grupos. No primeiro, tem-se o desenvolvimento de novos sistemas e tecnologias requisitados pela Divisão Comercial da companhia. Nesse caso, pode-se considerar como clientes diretos da Divisão de P&D as próprias equipes de engenharia e vendas da empresa. Já o segundo grupo é constituído pelos projetos de parceria com outras empresas para transferência de tecnologia. O sucesso dos novos protocolos de comunicação industrial desenvolvidos pioneiramente pela empresa chamou a atenção de outras organizações – com destaque para as européias, nas quais estas tecnologias ainda não são totalmente disseminadas – interessadas em obter tais tecnologias. Nesse segundo tipo de projeto, a Divisão fornece sistemas, códigos-fonte e informações técnicas quase que diretamente ao setor de P&D da empresa contratante.

Um novo projeto tem início com a escolha de um coordenador, ficando este responsável pela elaboração de um Documento de Requisitos de Entrada (DRE) e um Documento de Planejamento (DPL). O DRE especifica os requisitos e do projeto ou do produto a ser desenvolvido, enquanto o DPL descreve os recursos que serão utilizados e uma versão inicial do cronograma do projeto. Ambos são submetidos à aprovação da gerência e da direção da empresa.

A documentação encontrada na empresa divide os projetos de desenvolvimento em seis grandes fases. A Tabela 22 caracteriza cada uma das fases, apresentando os principais elementos de cada uma delas.

Tabela 22 – Etapas do PDP da empresa

| <b>Etapas</b>  | <b>Evolução</b>         | <b>Documentos Formais</b>   |
|--|-------------------------|---|
| 1 Desenvolvimento do Conceito                        | Idéias                  | PGD: Plano Geral de Desenvolvimento<br>DRE: Documentos de Requisitos de Entrada               |
| 2 Planejamento do Projeto e Definição da Arquitetura | Estudos de Detalhamento | DPL: Documento de Planejamento do Projeto<br>Documento de Arquitetura do Produto              |
| 3 Desenvolvimento                                    | Construção do Protótipo | Procedimentos que definem a prática de desenvolvimento<br>Documento de Arquitetura do Produto |
| 4 Validação  | Teste do Protótipo      | Planos de Testes<br>DRS: Documento de Resultados de Saída<br>Estudos Técnicos                 |
| 5 Transição para Produção                            | Fabricação do Produto   | Procedimento de Produção<br>CI: Comunicação Interna   |
| 6 Alterações de Projeto                              | Produto                 | SAT: Solicitação de Alteração Técnica<br>ALT: Alteração Técnica                               |

Desta forma, a gestão de conhecimentos explícitos é alicerçada pelo estabelecimento de políticas de documentação, fundamentais para o armazenamento e distribuição de conteúdos de grande profundidade técnica. A documentação dos conhecimentos envolvidos em cada etapa do projeto se mostra necessária para a alimentação correta da etapa seguinte e para o armazenamento de conhecimento organizacional que permita o resgate rápido de informações e a reconstrução de históricos de projetos.

Apesar de utilizarem nomenclaturas um pouco diferentes, verifica-se que há grande compatibilidade entre o modelo do processo de desenvolvimento estruturado na empresa e o modelo do PDP utilizado no modelo referencial. Como o objetivo principal deste trabalho não é se aprofundar em detalhes da teoria sobre o PDP, foi efetuada uma compactação do processo encontrado para que ele seja analisável à luz do modelo referencial. A Tabela 23 apresenta a relação entre as etapas destes modelos.

Tabela 23 – O PDP da empresa e o modelo referencial

| Etapas do PDP da empresa |  | Etapas do PDP do modelo referencial |   |
|--------------------------|--|-------------------------------------|---|
| 1                        | Desenvolvimento do Conceito                        | 1                                   | Desenvolvimento do Conceito                     |
| 2                        | Planejamento do Projeto e Definição da Arquitetura | 2                                   | Definição e Detalhamento da Arquitetura         |
| 3                        | Desenvolvimento                                    | 3                                   | Desenvolvimento e Validação                     |
| 4                        | Validação  |                                     |   |
| 5                        | Transição para Produção                            | 4                                   | Transição para Produção e Introdução no Mercado |
| 6                        | Alterações de Projeto                              |                                     |   |

### 6.3.4 Canais de Aquisição de Conhecimentos Externos

O valor agregado aos sistemas desenvolvidos é majoritariamente constituído por complexos e extensos códigos de *software*. Assim, pode-se afirmar que a matéria-prima fundamental da Divisão é conhecimento. Ao longo do processo de desenvolvimento e evolução das versões destes produtos, inúmeras fontes de conhecimento, internas e externas, são identificadas. Um dos fatores do sucesso desta célula de P&D na criação e atualização das tecnologias da companhia é o modo intenso e versátil com que cria interfaces para troca de conhecimento com o mundo externo a ela. A Figura 21 ilustra as principais interfaces identificadas por Stefanovitz e Nagano (2006a).

|                                   |   | CONHECIMENTO  | INTERAÇÃO   |
|-----------------------------------|---|---|---|
| <b>DIVISÃO<br/>DE<br/>P&amp;D</b> | ← <b>CONCORRENTES</b>                                   | <b>Explícito:</b> Manuais de Produtos   |   |
|                                   | ← <b>ORGANIZAÇÕES<br/>INDUSTRIAIS</b>                   | <b>Explícito:</b> Normas Industriais e Tecnológicas<br><b>Tácito:</b> Tendências Tecnológicas   | Reuniões<br>Listas de Emails<br>Videoconferências                     |
|                                   | ← <b>CONGRESSOS,<br/>FEIRAS e REVISTAS<br/>TÉCNICAS</b> | <b>Explícito:</b> Apresentações e Artigos Técnicos<br><b>Tácito:</b> Tendências Tecnológicas e do Mercado.  | Palestras<br>Visitas<br>Assinatura de Revistas                        |
|                                   | ← <b>PARCEIROS<br/>TECNOLÓGICOS</b>                     | <b>Explícito:</b> Documentos Técnicos<br><b>Tácito:</b> Know-How Técnico Especializado;<br>Aperfeiçoamento das Equipes  | Reuniões<br>Mini-Cursos<br>Listas de Emails<br>Videoconferências      |
|                                   | ← <b>CLIENTES</b>                                       | <b>Explícito:</b> Relatórios de Necessidades e de Resultados<br>de Testes de Campo<br><b>Tácito:</b> Feedback Técnico; Tendências do Mercado;<br>Experiência de aplicações reais dos produtos.        | Reuniões de Definição<br>de Produto<br>Visitas<br>Assistência Técnica |
|                                   | ← <b>UNIVERSIDADES</b>                                  | <b>Explícito:</b> Artigos Acadêmicos; Apostilas e Livros;<br>Relatórios de Consultorias.<br><b>Tácito:</b> Formação Acadêmica e Aperfeiçoamento das<br>Equipes; Tendências Científicas e Tecnológicas | Aulas/Cursos<br>Grupos de Pesquisa<br>Consultoria<br>Congressos       |

Figura 21 – Fontes externas de conhecimento da Divisão de P&D Eletrônico

Dentre as interações encontradas, o canal de troca de conhecimentos com a universidade merece destaque especial. Além de possuir vários funcionários participando de cursos de Mestrado e Doutorado em universidades públicas, outros links vêm sendo formados entre a empresa e o meio acadêmico. No ano de 2003, por exemplo, seções de consultoria em determinada tecnologia foram ministradas por docentes de uma universidade, ao passo em que vagas em cursos de seu Departamento de Treinamento e estágios de curta duração foram concedidas pela empresa para alunos escolhidos pela instituição de ensino.

O estabelecimento de parcerias tecnológicas também faz parte do roteiro de aquisição de conhecimento da Divisão. Recentemente, acordo foi firmado com empresa alemã líder no segmento de segurança industrial, interessada em obter conhecimentos sobre as tecnologias de transmissão de dados industriais desenvolvidas na Divisão. A conexão permitiu o

intercâmbio direto de *know-how* entre equipes das duas empresas através de mini-cursos, reuniões e troca de documentos técnicos.

A participação de funcionários da Divisão em comunidades científicas e industriais também merece destaque. Dentre seus gerentes e coordenadores, encontram-se participantes ativos de grupos de pesquisa de caráter científico-tecnológico e líderes e membros de importantes comunidades e fundações, nacionais e internacionais, de padronização e disseminação de tecnologias. A Tabela 24 mostra um sumário dos tipos de interações com fontes externas à companhia.

Tabela 24 – Interações de destaque para aquisição de conhecimentos

| Fonte de Conhecimento                              | Tipo de interação                         | Conhecimento adquirido           | Modo de Aquisição  |
|--|---|----------------------------------|--|
| Universidade                                       | Parceria tecnológica                      | Científico/Técnico               | Reuniões entre pesquisadores e engenheiros   |
| Universidade                                       | Cursos de pós-graduação                   | Científico                       | Aulas;<br>Participação em grupos de pesquisa   |
| Indústria de segmento relacionado                  | Parceria tecnológica                      | Técnico, altamente especializado | Reuniões entre equipes das duas empresas   |
| Organizações de Tecnologia em Automação Industrial | Participação de funcionários como membros | Técnico, altamente especializado | Reuniões periódicas<br>Videoconferências<br>Listas de e-mails<br>Congressos e Feiras |

Após esta apresentação das características mais relevantes para este trabalho do setor de automação industrial e da empresa estudada, o próximo capítulo se encarrega de discorrer sobre o corpo e os resultados da pesquisa empírica efetuada.

## **7 ESTUDO DE CASOS**

Este capítulo apresenta a pesquisa empírica efetuada. Ele está dividido em duas partes principais. Na primeira, os casos são apresentados separadamente, de forma descritiva e com grande nível de detalhes. Na segunda, efetua-se uma análise comparativa deles, ressaltando pontos de concordância e discordância.

### **7.1 Apresentação Individual dos Casos**

Nesta seção é efetuada a apresentação individual dos projetos investigados. A fim de se organizar melhor as informações coletadas e facilitar a utilização do modelo referencial proposto para a análise dos resultados, optou-se por dividir a apresentação dos casos em seis partes: a primeira apresenta uma caracterização geral do projeto, a fim de situar o leitor; as quatro seguintes estão relacionadas a cada uma das dimensões do processo criativo presentes no modelo teórico; a última consolida as informações mais relevantes com considerações finais sobre o projeto.

#### **7.1.1 Projeto A – Inovação Incremental**

##### ***Caracterização Geral do Projeto***

O projeto A tem seu início com a encomenda de um sistema completo para a automação da medição de petróleo em tanques por parte de grande empresa brasileira do setor de óleo e gás. O desenvolvimento de sistema para tal propósito, inédito no Brasil, compôs pacote de produtos e serviços – instalação, treinamento e manutenção – vendidos por 10 milhões de dólares. Além do anseio por automatizar e evoluir tecnologicamente o sistema de medição da quantidade de óleo extraída do solo, a empresa contratante tinha como forte motivação pelo projeto a urgente necessidade de adequação de suas unidades de exploração às novas normas da Agência Nacional do Petróleo (ANP), órgão que regula a atividade no país.

O desafio, para a empresa estudada, consistia na utilização de tecnologias de automação industrial já existentes internamente para o desenvolvimento de um sistema capaz de atender a todas as especificidades desta aplicação. Assim, a equipe do projeto podia fazer uso de toda uma plataforma tecnológica já desenvolvida, composta por protocolos de comunicação, módulos de *hardware* e alguns *softwares* de controle e configuração. A necessidade de inovação estava presente no desenvolvimento de funcionalidades específicas para o processo de exploração e medição no *software* embarcado do controlador – além de *softwares* para a supervisão e acompanhamento gerencial.

Apesar de não haver a necessidade de se desenvolver novas gerações das tecnologias que fundamentam a automação industrial, o projeto tinha caráter bastante desafiador pela grande complexidade dos requisitos funcionais e operacionais que regem os sistemas de medição de petróleo. Por serem o petróleo e seus derivados produtos de alto valor de mercado, e por ser sua exploração vinculada ao pagamento de *royalties* ao governo brasileiro, era significativo o nível de exigência da precisão, confiabilidade, inviolabilidade e rastreabilidade das operações de medição efetuadas pelo sistema.

Pode-se caracterizar o grau de inovação presente neste projeto como incremental, já que ele não apresenta descontinuidade de mercado ou tecnológica em nível macro. Em termos mercadológicos, já existiam no mercado internacional sistemas similares, e o desenvolvimento deveria contemplar apenas algumas funcionalidades inéditas de suporte à medição de petróleo. Em termos tecnológicos, conforme mencionado, a empresa pôde fazer uso de toda uma plataforma tecnológica já existente. A Tabela 25 apresenta um sumário das tecnologias desenvolvidas, modificadas e utilizadas no projeto.

Tabela 25 – Novidades e heranças do Projeto A

|                           |  |
|---------------------------|--|
| Componentes utilizados    | <i>Hardware</i> e quase todos os módulos do <i>software</i> embarcado do controlador.  |
| Componentes modificados   | Alguns módulos do <i>software</i> embarcado do controlador: inserção de algoritmos para o cálculo de volume e massa de petróleo com grande precisão e rastreabilidade. |
| Componentes desenvolvidos | <i>Software</i> : sistema supervisor específico para indústria de óleo e gás; alguns módulos novos do <i>software</i> embarcado do controlador.                        |

### ***Dimensão 1: Fontes e Tipos de Conhecimentos***

O processo de desenvolvimento se baseou na utilização de conhecimentos tácitos da equipe sobre a tecnologia utilizada e na integração de conhecimentos externos explícitos já existentes, porém ainda não combinados. O caráter *market-pull* do processo de inovação, já evidenciado na natureza do projeto sob encomenda, é ratificado pelo coordenador do projeto. Ele afirma que as fontes externas de conhecimentos mais importantes para o desenvolvimento do projeto foram o cliente, a documentação de produtos concorrentes similares e as organizações de normatização da indústria de óleo e gás.

A documentação enviada pelo cliente estabelecia os requisitos requeridos para o sistema. A análise de manuais de produtos concorrentes já existentes no mercado internacional apresentava algumas alternativas possíveis para se satisfazer tais requisitos e implementar as principais funcionalidades, embora a plataforma de *hardware* de tais produtos fosse bem diferente daquela usada pela empresa. Já as normas da indústria de óleo e gás estabeleciam uma enorme quantidade de especificações funcionais e operacionais que deveriam ser obedecidas pelo produto.

Assim, os conhecimentos a serem transformados pelo projeto se encontravam, predominantemente, explicitados e documentados. Tal fato reduziu a carga de incerteza presente no projeto, já que muitas das restrições tecnológicas eram conhecidas a priori.

Outra característica importante do tipo de conhecimentos que alimentou o projeto merece destaque. Tais conhecimentos estavam muito mais ligados às restrições e exigências funcionais desta aplicação específica (processo de exploração e medição de petróleo) do que aos detalhes que compõem a tecnologia. Isso pois, de caráter incremental, o projeto não exigia mudanças na plataforma tecnológica existente.

### ***Dimensão 2: Atividades e Conversões de Conhecimentos***

A equipe de desenvolvimento formada consistiu de um coordenador, três engenheiros de desenvolvimento e um engenheiro de testes. O projeto teve duração aproximada de um ano. A Tabela 26 apresenta uma caracterização de três etapas do PDP deste projeto.

Tabela 26 – Caracterização das principais etapas do Projeto A

| <b>Etapa</b>                            | <b>Caracterização</b>   | <b>Integração e Aplicação de Conhecimentos</b>  | <b>Intensidade Criativa</b>            |
|---|---|---|--|
| Definição do Conceito                   | Conceito pré-definido pela encomenda do cliente.  | Transferência de conhecimentos das operações do cliente para a equipe.  | Nula                                   |
| Definição e Detalhamento da Arquitetura | Concepção de soluções funcionais para que o controlador fosse capaz de executar as aplicações requisitadas. | Integração de conhecimentos explícitos, ligados às normas da indústria de óleo e gás e às operações do cliente. | Alta, centrada no coordenador.         |
| Desenvolvimento e Validação             | Implementação de algoritmos de cálculo de quantidades de petróleo no <i>software</i> do controlador.        | Conhecimento tácito dos engenheiros ligado à programação é utilizado para a implementação de algoritmos.        | Baixa, distribuída nos desenvolvedores |

Por se tratar de um projeto sob encomenda, o conceito do produto já esteve praticamente definido antes mesmo da formação da equipe de desenvolvimento, durante a licitação comercial vencida pela empresa estudada. Desta forma, os requisitos do sistema foram definidos pelo próprio cliente, e não houve necessidade de criação por parte da equipe formada nesta etapa.

Nota-se uma forte concentração do processo criativo na fase de Definição e Detalhamento da Arquitetura do sistema. Nesta etapa, foi preciso estruturar o modo como os algoritmos de cálculo seriam incorporados à estrutura de blocos funcionais da tecnologia existente. Esta tecnologia, já consagrada nos sistemas desenvolvidos pela empresa, cria blocos virtuais que realizam operações lógicas e aritméticas comumente utilizadas na automação. Através da interconexão destes blocos, a tecnologia propicia grande flexibilidade para a criação de malhas de automação específicas para cada planta a ser automatizada.

Entretanto, a biblioteca de blocos disponíveis não comportava a maior parte das funções que deveriam ser contempladas pela estratégia de controle do processo de medição de petróleo. Esta aplicação exige a existência de uma grande quantidade de parâmetros, ligados à configuração dos tanques de medição, dos tipos de produtos, dos algoritmos de cálculo de volumes, do armazenamento de relatórios gerenciais, das operações de segurança e rastreabilidade das atividades. Ao todo, mais de 400 parâmetros e 10 blocos

virtuais precisaram ser concebidos para suportar a automação deste tipo de aplicação com alta flexibilidade.

Para a concepção dos parâmetros e blocos que seriam suficientes e adequados para este fim, houve necessidade de intensa integração entre três áreas de conhecimento: da dinâmica de operação da planta do cliente; das normas nacionais e internacionais que regulamentam as operações de medição de petróleo; e do próprio funcionamento da arquitetura tecnológica utilizada. Este processo de síntese criativa foi fortemente concentrado na figura do coordenador do projeto. A conversão entre os tipos de conhecimento mais importante verificada nesta etapa foi a combinação. Em processo intenso de “aglutinação” de conhecimentos presentes em normas, requisitos dos clientes e manuais de produtos concorrentes similares, extensa documentação foi gerada.

As mais de 300 páginas resultantes da etapa de Definição e Detalhamento da Arquitetura aglomeravam conhecimentos que foram posteriormente utilizados pelos engenheiros de desenvolvimento no processo de implementação dos novos algoritmos no *software* embarcado do controlador. Assim, foi identificada forte utilização de canais explícitos nas trocas de conhecimentos entre os envolvidos no projeto.

Desta forma, pode-se afirmar que o coordenador do projeto funcionou como um catalisador de uma gama diversificada de diferentes tipos de conhecimentos, e o processo de geração de idéias e conceitos ocorreu de forma bastante individualizada. Para a etapa de convergência gradual da solução, a análise da documentação gerada pelo líder exerceu papel fundamental: equipes da empresa responsáveis pelo contato com o cliente previam inconsistências relacionadas à adaptação do sistema à operação da planta; engenheiros de desenvolvimento e testes encontravam inconsistências técnicas durante o processo de implementação da solução. Novamente nesta fase, houve grande predominância da troca de conhecimentos por via documental. Pouca utilização de *brainstorming* ou resolução de problemas em conjunto foi verificada.

A concentração das atividades criativas no líder do projeto fez com que, na etapa de Desenvolvimento e Validação, os engenheiros de desenvolvimento atuassem de forma bastante específica em seus respectivos componentes. A extensa documentação e a solidez

da plataforma tecnológica utilizada facilitaram o processo de integração dos componentes, tornando necessárias, novamente, poucas atividades de solução de problemas em conjunto.

**Dimensão 3: Liderança e Atores**

Uma forte aderência ao modelo gerencial *Middle-Up-Down*, proposto por Nonaka e Takeuchi (1997) pode ser verificada. O coordenador do projeto, gerente do Grupo de Aplicações da Divisão de P&D da empresa, utilizou sua larga experiência em projetos de desenvolvimento, a intensa alimentação de informações de clientes e concorrentes (fornecidas por setores comerciais da empresa) e os resultados técnicos obtidos pelos engenheiros de desenvolvimento durante a implementação do *software* para a materialização do produto final.

|  |  | CONHECIMENTO  | ATIVIDADES  |
|--|--|---|---|
|  | ALTA DIREÇÃO<br>(Diretor de P&D ; Diretor de Negócios)                                       | MERCADO: visão abrangente do mercado; novas tendências tecnológicas; necessidades dos grandes clientes.   | Contato comercial com cliente;<br>Diretrizes gerais de desenvolvimento.                                 |
| CLIENTE<br>Requisitos do sistema                       | MÉDIA GERÊNCIA<br>(Coordenador do Projeto, Gerente do Grupo de Aplicações da Divisão de P&D) | MERCADO: Conhecimento abrangente das tendências da área e conhecimento profundo da aplicação oil & gas.   | Definição da Arquitetura Detalhada do sistema;<br>Concepção de parâmetros e blocos funcionais;          |
| ORGANIZAÇÕES da INDÚSTRIA OIL & GAS<br>Normas técnicas |  | SISTEMA: Conhecimento profundo da arquitetura do sistema e das interfaces entre os componentes.   | Análise de viabilidade;<br>Planejamento do projeto;<br>Coordenação dos testes;                          |
| CONCORRENTES<br>Manuais de produtos similares          |  | COMPONENTES: apresentam experiência no desenvolvimento de componentes (tácito) e conhecimento técnico e científico das tecnologias dos componentes em que seu grupo atua. | Prospecção de normas técnicas e produtos concorrentes;<br>Elaboração manual e apostilas de treinamento. |
|  | ENGENHEIROS DE DESENVOLVIMENTO   | COMPONENTES: apresentam experiência no desenvolvimento de componentes (tácito) e conhecimento técnico e científico das tecnologias dos componentes em que seu grupo atua. | Implementação dos parâmetros e blocos funcionais;<br>Testes do sistema.                                 |

Figura 22 – A média gerência e as dimensões do conhecimento no Projeto A

Uma análise do fluxo do conhecimento identificado neste projeto segundo as dimensões “Mercado”, “Sistema” e “Componente” é capaz de evidenciar este papel integrador de

conhecimentos exercido pelo coordenador do projeto. A Figura 22 apresenta esta constatação sob a forma de um modelo integrado.

Esta representação ratifica o posicionamento do coordenador no centro da atividade criativa do projeto. Pode-se notar que ele se situa em ponto de convergência de conhecimentos de diferentes dimensões, sendo o único ator capaz de conceber soluções novas para o desafio do projeto. Todos os demais atores possuem contato com conhecimentos apenas parciais, fato que reduz suas possibilidades de participação efetiva no processo de concepção.

#### ***Dimensão 4: Contexto e Ambiente***

O ambiente foi primordialmente caracterizado pela atuação individualizada dos integrantes da equipe. Apesar da grande preocupação com a coordenação e o sequenciamento das atividades de cada membro do grupo, uma baixa incidência de atividades de *brainstorming* ou resolução de problemas em equipe foi verificada.

Tal fato se explica pois os desafios tecnológicos encontrados não envolviam a necessidade de se explorar problemas pouco conhecidos. Mesmo em etapas nas quais o assunto era novo, como na compreensão dos mecanismos de operação da medição de petróleo em tanques, a documentação disponível elucidava a maior parte das dificuldades. Desta forma, poucas vezes foi necessária a atuação coletiva para se chegar a uma descoberta.

A despeito do clima de liberdade presente na organização, a elevada quantidade de requisitos e itens já definidos – tanto pelo cliente quanto pela própria plataforma tecnológica utilizada – propiciou pouca flexibilidade ou autonomia para a criação por parte engenheiros de desenvolvimento. A maior autonomia encontrada no projeto foi verificada na atuação do coordenador, responsável por definir a estrutura de blocos funcionais e parâmetros que implementariam a solução. Ainda assim, as restrições acima citadas foram fundamentais na convergência da solução, restringindo a liberdade de proposição de idéias pessoais muito diferentes do rumo que tomava o projeto.

#### ***Considerações Finais sobre o Projeto A***

A caracterização do projeto evidencia que ele demandou a criação de conhecimentos necessários para se enfrentar o seguinte desafio principal:

*Como criar novas características no software embarcado do controlador para que ele seja capaz de automatizar o processo de medição de volumes de petróleo, bem como executar os cálculos a ele associados, de forma compatível com as necessidades operacionais do cliente e com as normas que regulamentam a atividade?*

O relato exposto mostra um processo criativo fortemente centrado na fase de convergência da etapa de detalhamento da arquitetura do sistema. Para tanto, uma gama de conhecimentos explícitos já sedimentados, oriundos de várias fontes, foram integrados na concepção de uma estrutura de blocos funcionais e parametrizações adequadas à aplicação industrial em questão. A liberdade de ação criativa esteve restrita pela existência de definições prévias do funcionamento do sistema, feitas pelo cliente e por normas industriais, e pela utilização de uma plataforma tecnológica já existente, com suas limitações. Assim, a fase de divergência do processo de criação dos conhecimentos demandados foi reduzida por estas características do projeto.

A atividade criativa envolvida na convergência citada esteve fortemente centrada na figura do coordenador do projeto. A participação dos demais membros da equipe neste processo foi reduzida e limitada à identificação de novas restrições e inconsistências que auxiliassem o afunilamento da solução final durante a etapa de Desenvolvimento e Validação.

### **7.1.2 Projeto B – Inovação Plataforma**

#### ***Caracterização Geral do Projeto***

O projeto B envolve o desenvolvimento de uma nova família de controladores. As novidades em relação à geração anterior desta família se encontram principalmente no aumento de performance e funções, na possibilidade de operação redundante e na incorporação de novos protocolos de comunicação. A motivação da empresa para este projeto nasceu da percepção de que havia demanda de mercado por uma linha de

controladores composta por produtos com maior interconectividade, velocidade de processamento e comunicação e versatilidade funcional.

A grande mudança introduzida pela família é a plataforma de *hardware*, integralmente desenvolvida para este projeto, baseada numa combinação de tecnologias não encontradas em produtos concorrentes. Esta plataforma e grande parte do *software* embarcado compõem base comum a todos os produtos da família. A Tabela 27 apresenta um sumário das tecnologias desenvolvidas, modificadas e utilizadas no projeto.

Tabela 27 – Novidades e heranças do Projeto B

|                           |  |
|---------------------------|--|
| Componentes utilizados    | Alguns módulos do <i>software</i> embarcado.   |
| Componentes modificados   | Alguns módulos do <i>software</i> embarcado: adaptação ao novo <i>hardware</i> .                                 |
| Componentes desenvolvidos | <i>Hardware</i> : nova plataforma; Alguns módulos do <i>software</i> embarcado: novos protocolos de comunicação. |

As principais características que distinguem os controladores desta geração em comparação aos produtos da geração anterior são:

- Comunicação *Ethernet* 100Mbits/s (controlador da geração anterior: 10Mbits/s);
- Suporte à operação redundante;
- Suporte à operação como *Linking Device*, isto é, o equipamento possibilita a criação de estratégias de controle que interligam dados de diferentes equipamentos de campo e de outros controladores.
- Suporte a outros protocolos de comunicação além do Fieldbus Foundation.

Ao todo, seis produtos compõem essa nova geração de controladores, dos quais dois ainda estão em estágio de desenvolvimento. A diferenciação entre eles é determinada pelas funcionalidades e pelo(s) protocolo(s) de comunicação suportado(s) por cada um. A Tabela 28 apresenta as principais características que os distinguem.

Tabela 28 – Diferenças técnicas entre os produtos criados no Projeto B

|            |  |
|------------|--|
| Produto B1 | Uma porta de comunicação Ethernet  |
| Produto B2 | Duas portas de comunicação Ethernet  |
| Produto B3 | Duas portas de comunicação Ethernet ; suporta protocolo Profibus                               |
| Produto B4 | Duas portas de comunicação Ethernet; maior capacidade de processamento para lógicas discretas. |
| Produto B5 | Duas portas de comunicação Ethernet; suporta protocolo Devicenet                               |
| Produto B6 | Duas portas de comunicação Ethernet; suporta protocolo As-i                                    |

O produto B1 pode ser considerado a raiz desta família de novos produtos. Grande mudança e esforço coletivo foram empregados na evolução da geração anterior para o produto B1. Este produto se consolidou como a plataforma a partir da qual as especificidades dos demais foram acrescentadas. Desta forma, como este estudo se propõe a analisar a inovação tipo plataforma, o relato a seguir se concentra fortemente no projeto de desenvolvimento do Produto B1.

### ***Dimensão 1: Fontes e Tipos de Conhecimentos***

Dentre as fontes de conhecimentos que alimentaram o projeto, duas merecem destaque, na visão do coordenador, na sua preparação técnica e mercadológica para a condução do projeto e para as tomadas de decisão inerentes a ele.

Em primeiro lugar, ele ressalta a importância fundamental de sua participação em uma conferência sobre tendências tecnológicas em *software* embarcado ocorrida em Londres (“*Embedded Show*”), pouco antes do início do projeto. Segundo ele, diferentemente das tradicionais feiras de produtos, em que as empresas mostram “o presente”, eventos ligados a novas tendências podem inspirar desenvolvedores a imaginarem os produtos “de amanhã”. O evento teve participação decisiva no *insight* de uma nova plataforma

tecnológica para a família de controladores. Ele conta que absorveu de forma intensa as informações disponíveis nos vários *stands* da feira, e que, enquanto os percorria, sentia a germinação de novas idéias para o projeto como nunca havia sentido.

Em segundo lugar, ele ressalta a importância do contato com as equipes comerciais da empresa e com os próprios clientes. Gerente do grupo de Interfaces da Divisão de P&D Eletrônico, o coordenador do projeto B é considerado uma referência por seu conhecimento sobre arquiteturas tecnológicas dos sistemas de automação. Isso fez com que ele sempre fosse alvo de sondagens a respeito da viabilidade do desenvolvimento de sistemas para fins de encomendas ou licitações. Esta interação se revelou fundamental para a identificação das tendências do mercado e da direção da evolução das necessidades dos clientes.

O coordenador também ressalta a importância de outras interações externas para a obtenção de conhecimentos utilizados no projeto, tais como organizações de padronização tecnológica e movimentos de vanguarda em pesquisa, como o do *software* livre. Segundo ele, a participação de membros do projeto neste ambientes, além de trazer novas idéias do mundo externo, aumentava a qualidade do debate em relação às tendências tecnológicas do mercado. Estas pessoas eram capazes de emitir opiniões mais embasadas principalmente nas atividades coletivas de tomada de decisão.

O projeto fez uso intenso da experiência acumulada nos membros da equipe no desenvolvimento de componentes dos produtos. Estes especialistas eram detentores de grande conteúdo tácito relativo aos componentes sob suas responsabilidades, obtidos, em grande parte, em projetos das gerações anteriores de controladores. Assim, os membros da equipe tinham atuação muito mais ligada aos conceitos tecnológicos que regem o funcionamento de cada uma das partes do controlador do que experiência na aplicação do produto em plantas reais de clientes. Este contato da equipe com as tendências mercadológicas e com as necessidades dos clientes também existia, mas era bastante concentrado no coordenador do projeto.

### ***Dimensão 2: Atividades e Conversões de Conhecimentos***

A equipe, inicialmente formada pelo coordenador e mais oito engenheiros de desenvolvimento, chegou a ter 20 participantes em algumas fases do projeto. A Tabela 29 apresenta uma caracterização de três etapas do PDP deste projeto.

Tabela 29 – Caracterização das principais etapas do Projeto B

| <b>Etapa</b>                            | <b>Caracterização</b>  | <b>Integração e Aplicação de Conhecimentos</b>  | <b>Intensidade Criativa</b>   |
|---|--|---|---|
| Definição do Conceito                   | Definição de requisitos técnicos para a nova família.  | Definições baseadas em conhecimentos do coordenador sobre o mercado e tendências para o setor.  | Média, centrada no coordenador.                                       |
| Definição e Detalhamento da Arquitetura | Arquitetura proposta pelo coordenador é redefinida por <i>feedbacks</i> dos especialistas. Importantes escolhas de plataformas tecnológicas.   | Integração gradual dos conhecimentos tácitos dos especialistas com a arquitetura proposta pelo coordenador. Intensos processos de tomada de decisão e documentação. | Alta, centrada no coordenador, mas com participação de toda a equipe. |
| Desenvolvimento e Validação             | Desenvolvimento de novos componentes e interfaces. Intenso processo de resolução de problemas em equipe. Adaptação de módulos de <i>software</i> à nova plataforma de <i>hardware</i> . Validação do produto B1, plataforma básica da família. | Processo de socialização de conhecimentos na busca de soluções. Reuniões intensas, com grande envolvimento pessoal da equipe.                                       | Alta, distribuída em toda a equipe.                                   |

Por se tratar do desenvolvimento de uma linha de produtos de plataforma comum, a definição de sua arquitetura foi processo de fundamental importância. O desafio consistia na concepção de uma estrutura coerente com o conceito proposto pelo coordenador e compatível com as restrições tecnológicas de cada um de seus componentes. Além disso, dever-se-ia, o quanto fosse possível, poder reaproveitar componentes presentes na geração anterior.

Neste processo, a documentação teve importante papel de externalizar a proposta inicial do coordenador, submetê-la à análise dos especialistas e permitir a incorporação dos conhecimentos tácitos de cada um deles relativos a cada componente. O processo de

incubação e divergência inicial de idéias foi centrado no coordenador, mas a eles se seguiu lenta etapa de convergência ditada pelas restrições técnicas impostas pelos especialistas em cada componente.

Enquanto ocorria esta evolução iterativa da arquitetura, importantes decisões relativas a escolhas de plataformas de *hardware* e de fabricantes puderam ser tomadas. Tais decisões eram fundamentais para o desenrolar das demais etapas do desenvolvimento. Neste ponto, foram notadas atividades de *brainstorming*, nas quais vários membros puderam expressar suas opiniões e auxiliar o processo de tomada de decisão, centrado no coordenador. Nesta etapa, foi decidido que a nova plataforma usaria processador de fabricante diferente daquele utilizado na geração anterior. Além de critérios técnicos, a escolha foi bastante balizada pelo custo do componente.

Esta decisão, que contou com total respaldo da alta direção, aumentava significativamente o trabalho de adequação dos módulos de *software* embarcado já existentes à nova plataforma de *hardware*. Aos poucos, a arquitetura deixava de ser uma idéia na cabeça do coordenador e passava a ser um conjunto de conhecimentos e especificações validados por boa parte da equipe.

Uma vez definida a nova arquitetura do *hardware*, composta por muitos subcomponentes totalmente novos para a empresa, a etapa de Desenvolvimento e Validação trouxe grandes desafios para toda a equipe. A cada nova placa de *hardware* gerada, comportamentos do protótipo em desacordo com o previsto geravam intenso trabalho de definição da causa do problema e de proposição de novas mudanças e novas soluções.

O alto nível de incerteza presente nesta etapa de desenvolvimento trouxe consigo uma grande carga de trabalho coletivo. Como nem sempre era claro em que componente estava o problema, a participação de vários membros na determinação de soluções se fazia necessária.

Em reuniões semanais, o time colocava metas para avanços na elucidação dos problemas e no entendimento das tecnologias a serem incorporadas. A troca de conhecimentos tácitos era intensa. Segundo o coordenador, foi freqüente a ocorrência de *insights* criativos durante

conversas entre pessoas que possuem conhecimento mais teórico e outras que apresentavam maior vivência prática no processo de desenvolvimento.

O trabalho coletivo era demandado pois, quando os problemas na nova plataforma de *hardware* surgiam, nem sempre se sabia qual dos componentes não estava funcionando corretamente. Além disso, especificações erradas ou incompletas nos manuais de chips dos fabricantes tornavam, algumas vezes, o processo de se determinar a causa dos problemas algo muito mais complexo. Nestas horas, a experiência dos engenheiros mais antigos, que haviam participado do projeto da geração anterior, era fundamental.

Após a consolidação do desenvolvimento do produto A, o projeto entrou numa nova etapa. A partir deste ponto, o foco passou a ser mais direcionado à implementação dos requisitos específicos de cada produto que compõe a família. Assim, o projeto se subdividiu em vários projetos menores, relacionados a cada um destes produtos, e conduzidos por diferentes coordenadores. Cada um destes produtos pode, desta forma, ser considerado uma inovação incremental em relação à plataforma desenvolvida para o produto B1.

### ***Dimensão 3: Liderança e Atores***

Dentre os principais papéis exercidos pela liderança ao longo do projeto, o coordenador destaca dois. Em primeiro lugar, sua função enquanto elemento integrador de conhecimentos: utiliza seu conhecimento tácito em desenvolvimento, seu conhecimento das tendências mercadológicas e da arquitetura do sistema para integrar os conhecimentos tácitos dos especialistas em cada componente. Neste ponto, possui grande aderência ao modelo *Middle-Up-Down* (NONAKA e TAKEUCHI, 1997).

Em segundo lugar, chama a atenção para a grande importância de sua participação na antecipação e resolução de problemas. Segundo ele, sua grande experiência com problemas típicos do processo de desenvolvimento – em particular àqueles em que o desafio é se definir “o que é o problema” – lhe conferiu grande poder de intuição sobre o melhor caminho para se lidar com tais entraves. Neste ponto, executou papéis que vão além da integração de conhecimentos, tendo atuado como mentor do processo de geração de novas

soluções e usando sua experiência para atuar como um facilitador do processo de resolução de problemas técnicos.

Em relação aos demais atores que compuseram o processo criativo, o coordenador ressalta a importância da diversidade presente na equipe. Em particular, ele destaca a presença de três membros, de perfis bastante distintos, para a evolução do projeto. O primeiro, um jovem engenheiro, de excelente formação acadêmica, bastante reconhecido por seu grande conhecimento teórico ligado às tecnologias de sistemas embarcados. O segundo, um engenheiro bastante experiente, que já havia participado de vários projetos, de perfil pouco teórico e bastante prático. O terceiro, um doutor em engenharia, de experiência média em projetos, que atua também como professor universitário e participa intensamente de movimentos tecnológicos de vanguarda, como o do *software* livre.

O coordenador ressalta que soluções criativas para os problemas saíam com grande frequência do debate entre estes três indivíduos. O poder desta união estava na integração de idéias geralmente distintas, mas de forte caráter complementar.

#### ***Dimensão 4: Contexto e Ambiente***

O ambiente de desenvolvimento se caracterizou fortemente pelo elevado nível de envolvimento da equipe, principalmente durante os trabalhos coletivos. Além disso, o coordenador ressalta a elevada autonomia no trabalho da equipe ao longo do projeto. Ele destaca a existência desta liberdade de atuação propiciada tanto pela alta direção em relação à equipe quanto pelo coordenador em relação aos demais engenheiros. Segundo ele, esta autonomia foi fundamental para o bom desenrolar das atividades de tomada de decisão e de solução de problemas.

Como exemplo emblemático do ambiente de trabalho identificado na equipe, o coordenador cita o desafio enfrentado na incorporação de um dos protocolos de comunicação, então inédito para a empresa, desenvolvido na consolidação da família anterior e que foi crucial para a nova linha de produtos. A opção por não contratar especialista no assunto impôs grandes desafios ao time: a assimilação de uma nova tecnologia e sua integração na linha de produtos. Boa parte da equipe foi focada quatro

meses para este trabalho, tempo no qual intensos processos de leitura de especificações de chips eletrônicos dos fornecedores e de “tentativa e erro” foram verificados. Segundo o coordenador, o elevado grau de envolvimento e a dedicação pessoal foram cruciais para o sucesso. Em suas palavras, *“implementar e integrar aquele componente parecia ter se transformado em questão de honra para os membros do time. Muitos continuaram a trabalhar em conjunto em casa mesmo durante dias de greve enfrentados pela empresa”*.

### ***Considerações Finais sobre o Projeto B***

O relato evidencia que o projeto demandou a criação de conhecimentos necessários para se enfrentar os seguintes desafios principais:

*Que arquitetura tecnológica permite que uma nova geração de controladores satisfaça os requisitos determinados? Como desenvolver os componentes novos e, principalmente, como integrá-los para que estes requisitos sejam satisfeitos?*

Desta forma, dois conjuntos principais de conhecimentos foram criados ao longo do projeto. O primeiro deles está relacionado à concepção da arquitetura tecnológica da nova família de controladores. Neste processo, a fase de divergência se iniciou com *insight* do coordenador, conhecedor das tendências tecnológicas e mercadológicas do setor. A diversidade de especialistas enriqueceu de modo fundamental esta proposta inicial e, a partir de então, teve início fase de convergência conduzida pelas restrições técnicas de cada um dos componentes. Aos poucos, o conhecimento acumulado se transformou em uma estrutura da tecnologia e o processo de concepção deu lugar a importantes tomadas de decisões relativas aos fabricantes de componentes utilizados.

O segundo processo criativo está relacionado ao desenvolvimento e à integração dos componentes descritos na fase anterior. As fases de divergência identificadas se materializaram em várias atividades em equipe, nas quais novamente a diversidade de perfis dos indivíduos se fez fundamental. Como resultados destes *brainstormings*, novos protótipos eram gerados. Os lançamentos destes protótipos eram seguidos por longos períodos de testes e resolução de problemas em conjunto que, ao trazerem novos conhecimentos para a equipe, afunilavam o projeto em direção à solução final.

### 7.1.3 Projeto C – Inovação Radical

#### *Caracterização Geral do Projeto*

O projeto C envolve o desenvolvimento do protocolo digital e aberto *Foundation Fieldbus*, e sua respectiva incorporação a uma nova linha de produtos, de forma pioneira no mundo. O desenvolvimento destes produtos representou uma grande ruptura de mercado em direção aos sistemas de tecnologia aberta providos de comunicação digital entre equipamentos. Um dos mais avançados protocolos de comunicação existentes, o *Foundation Fieldbus* tem como características principais:

- Grande precisão e segurança dos dados transmitidos;
- Poder de diagnóstico avançado das condições de campo;
- Controle distribuído entre os equipamentos de campo;
- Possibilidade de operação redundante.

Conforme exposto na seção 7.1, já no meio da década de 1980 começavam a surgir tendências em direção à padronização dos protocolos de comunicação digital entre equipamentos voltados para a automação industrial. Em virtude de resistência políticas e mercadológicas por parte dos grandes fabricantes da época, o movimento só ganhou força com a formação de organizações industriais internacionais formalizadas para reger o processo de normatização tecnológica. Dentre elas, destacavam-se, inicialmente, as européias WorldFIP (*Factory Instrumentation Protocol*) e ISP (*Interoperable Systems Project*). De raízes tecnológicas diferentes, as organizações uniram esforços e se fundiram em 1994, dois anos após suas origens, formando a Fieldbus Foundation.

Desde 1992, quando as normas da ISP e da WorldFIP começaram a serem publicadas, teve início corrida tecnológica que determinaria quais seriam as primeiras empresas capazes de desenvolver e incorporar em produtos a tecnologia que estava sendo padronizada. Estas certamente despontariam como referências num novo mercado de automação que nascia – marcado pelo paradigma das tecnologias abertas.

A empresa estudada, que naquela época contava com 300 funcionários, enxergou nesta transição uma grande chance de atingir posição de vanguarda tecnológica neste novo cenário competitivo e tecnológico. Até então, a empresa possuía considerável reconhecimento devido ao sucesso de seus transmissores de pressão e temperatura. Mas ansiava por destacar sua marca neste novo paradigma tecnológico, o qual possibilitaria uma reorganização mercadológica do setor.

Desta forma, o projeto exigia o desenvolvimento pioneiro de tecnologias de *software* embarcado e *hardware* que obedecessem às normas ditadas pelas organizações internacionais e a concepção de produtos que suportassem a comunicação por meio deste protocolo. Pode-se caracterizar o grau de inovação do projeto como radical pela união de dois motivos: a contextualização de uma ruptura mercadológica em direção ao paradigma da comunicação digital aberta entre equipamentos de diferentes fabricantes e o salto tecnológico representado pelas características do novo protocolo, com avanços de grande porte em relação às tecnologias da época.

### ***Dimensão 1: Fontes e Tipos de Conhecimentos***

Com relação às fontes de conhecimentos que alimentaram o processo criativo, o coordenador chama a atenção para o fato de que havia pouco conhecimento sedimentado a ser obtido do ambiente externo. Devido ao fato do projeto se inserir na transição para um paradigma de tecnologias abertas e padronizadas, pouco se podia aprender com clientes e concorrentes de forma direta.

O contato com o mundo externo se fez importante pela absorção das tendências tecnológicas durante os encontros internacionais das organizações de normatização da tecnologia. Nestas reuniões, membros trocavam idéias e apresentavam propostas ainda pouco maduras, mas que, em conjunto, apontavam para prováveis direções futuras. Assim, os conhecimentos adquiridos junto ao ambiente externo estavam relacionados muito mais aos desafios tecnológicos da concepção do protocolo do que aos cenários e aplicações industriais nas quais a nova linha de equipamentos seria inserida.

Se, por um lado, o ambiente externo se encarregou de mostrar apenas tendências, o acúmulo interno de experiências anteriores no desenvolvimento de protocolos proprietários e desenvolvimento de equipamentos foi indispensável para o sucesso do projeto. O coordenador havia passado seus últimos anos dedicados à criação de protocolos proprietários, e outros componentes da equipe possuíam grande experiência no desenvolvimento de transmissores de pressão e temperatura.

O conhecimento pessoal dos desafios intrínsecos ao desenvolvimento de um protocolo de comunicação tornou a absorção das novas características apregoadas pelas normas um processo mais natural. Já a larga experiência da equipe acelerou a fase de incorporação da nova tecnologia a uma nova plataforma de *hardware* que deu origem à linha de produtos Fieldbus. Assim, o coordenador ressalta que, numa situação em que o futuro era pouco previsível e o ambiente externo fornecia poucas informações concretas, a experiência interna da equipe no desenvolvimento de equipamentos para automação se fez ainda mais relevante.

### ***Dimensão 2: Atividades e Conversões de Conhecimentos***

A definição do conceito da nova tecnologia ocorreu de forma gradual, contando com a participação de várias empresas de todo o mundo. A consolidação deste processo se deu com a constituição formal de organizações internacionais que se propunham a normatizar a tecnologia. Uma vez constituídas estas organizações, o passo seguinte consistia em definir a arquitetura e detalhar as camadas e regras que regeriam o protocolo. Estas atividades eram efetuadas em reuniões e eventos dos quais participavam representantes das empresas interessadas em desenvolver a tecnologia.

Estes eventos eram constituídos por várias sessões simultâneas, cada uma delas responsável por debater uma das camadas e questões envolvidas no novo protocolo. As grandes potências do setor, que contavam com times maiores e mais recursos para o projeto, enviavam um engenheiro para cada sessão. Formavam, assim, especialistas em cada uma das camadas que compunham a tecnologia. A empresa estudada, entretanto, enviou apenas um engenheiro – que viria a se tornar futuramente o coordenador do projeto. Segundo seu

relato, ele entrava e saía de todas as sessões temáticas e passava a noite analisando as atas de todas elas.

Este fato, que parecia ser uma desvantagem, se revelou um grande diferencial positivo em etapas posteriores do projeto. Diferentemente dos concorrentes, a empresa angariava conhecimento amplo de toda a tecnologia internalizado em uma só pessoa, fato que conferiu agilidade para o desenvolvimento. Ao concentrar todo o leque de informações a serem absorvidas em uma só pessoa, a equipe não teve as dificuldades que os concorrentes tiveram para integrar o conhecimento de vários especialistas.

Nesse processo de internalização de conhecimentos relativos às várias partes que compõem a tecnologia, a imagem do todo já começava a se formar na cabeça do coordenador. Era provavelmente o único representante capaz de discutir as questões e desafios inerentes a todas as camadas. Além disso, já intuía previamente as dificuldades de concepção de soluções que integrassem todas elas. Talvez por esses motivos ele foi, anos mais tarde, reconhecido internacionalmente como o “pai do Fieldbus”.

Em paralelo a este processo de definição da arquitetura do protocolo, acontecia corrida tecnológica que determinaria quais seriam as primeiras empresas capazes de desenvolver a nova tecnologia que estava sendo normatizada. Assim, duas agendas de eventos marcavam o desenvolvimento do protocolo. Por um lado, reuniões internacionais eram realizadas, seguidas pelo envio de versões revisadas de documentação relativa ao processo de normatização. Por outro lado, as feiras de automação eram vitrines nas quais cada fabricante procurava demonstrar ao mercado o que já havia conseguido desenvolver.

Entre todas estas atividades, havia imensa carga de trabalho de desenvolvimento de *software* e *hardware*. As grandes empresas vendiam a idéia de que a evolução seria lenta, já que seria impossível implementar o sofisticado protocolo nas plataformas de *hardware* usadas naquela época. O então diretor de P&D da empresa estudada acreditava ser isso possível, e conferiu autonomia praticamente ilimitada para o time empregar seus esforços.

Como exemplo da grande prioridade e autonomia dada ao projeto, o coordenador cita o arrojo do diretor de P&D ao direcionar esforços de outras equipes para o desenvolvimento

de chip que aceleraria o processo de implantação e validação da tecnologia. Tradicionais fornecedores de chips não haviam demonstrado interesse em desenvolvê-lo. O chip foi concebido na própria empresa, e seu desenvolvimento *in house* tornou a equipe ainda mais completa e auto-suficiente. Fatos como esse ampliavam o *know-how* e o domínio tecnológico da equipe em relação a todas as questões que envolviam a tecnologia.

Uma vez concebidos os primeiros protótipos de hardware, o passo seguinte consistia na criação de soluções para a implementação de *softwares embarcados* que atendessem às normas. Nesta fase, a atividade criativa esteve traduzida em imensa carga de programação computacional, altamente centrada no coordenador do projeto. Este trabalho se caracterizou pelo grande esforço mental exigido para a codificação de algoritmos totalmente novos, e pelo intenso processo de teste e resolução de problemas. Enquanto isso, através do *feedback* das empresas que estavam tentando desenvolver a tecnologia, as normas eram constantemente revisadas e corrigidas pelas organizações de padronização, o que exigia constante atualização e esforço da equipe.

Uma segunda etapa do desenvolvimento consistia na integração deste protocolo com outros componentes de *software e hardware* na materialização dos primeiros produtos Fieldbus no mundo. Nesta fase, houve intenso trabalho do coordenador junto dos engenheiros responsáveis pelos produtos que receberiam a nova tecnologia. Nessa integração entre conhecimentos referentes ao protocolo e aos produtos aos quais ele seria incorporado, pouca documentação foi efetuada. A busca por rapidez fez com que essa integração não seguisse procedimentos formais, mas que fosse balizada por muita conversa e contato face-a-face entre os engenheiros envolvidos.

Os picos deste trabalho ocorriam às vésperas das feiras internacionais nas quais cada empresa demonstrava o que já havia conseguido desenvolver. O coordenador conta que, nas semanas antes destes eventos, era comum passar várias noites em claro em hotéis, junto com colegas do projeto, testando e corrigindo códigos dos protótipos que seriam apresentados.

A Tabela 30 apresenta as quatro principais etapas do desenvolvimento desta tecnologia e de sua incorporação pioneira em uma linha de produtos. As duas primeiras ocorreram em âmbito interorganizacional e as duas últimas na empresa estudada.

Tabela 30 – Caracterização das principais etapas do Projeto C

| <b>Etapa</b>  | <b>Caracterização</b>  | <b>Integração e Aplicação de Conhecimentos</b>  | <b>Intensidade Criativa</b>                    |
|---|--|---|--|
| Definição Conceitual da Tecnologia                    | Movimento internacional em direção a um protocolo digital normatizado. Definição das características funcionais da nova tecnologia.                | Aproximação entre empresas de todo o mundo interessadas em participar do processo de normatização.  | Média  |
| Definição e Detalhamento da Arquitetura da Tecnologia | Proposta da arquitetura tecnológica feita pelas empresas participantes era avaliada pelos comitês, documentada, e enviada para análise das demais. | Integração de conhecimentos de várias empresas que possuíam experiência no desenvolvimento de protocolos proprietários. Socialização em reuniões e externalização dos conhecimentos trocados em extensa documentação. | Alta, distribuída em empresas de todo o mundo. |
| Desenvolvimento e Validação da Tecnologia             | Desenvolvimento de plataforma de <i>hardware</i> e <i>software</i> embarcado que implementassem o protocolo atendendo às normas especificadas.     | Intensa absorção de conhecimentos sobre as camadas que compõem a tecnologia. Aplicação destes conhecimentos na concepção de soluções de <i>hardware</i> e <i>software</i> embarcado.                                  | Altíssima, centrada no coordenador.            |
| Desenvolvimento e Validação dos primeiros produtos    | Integração do protocolo com outros componentes: criação de uma nova linha de produtos.   | Intensa socialização de conhecimentos e trabalho em equipes; trabalho conjunto de pessoas ligadas à nova tecnologia e aos produtos das famílias anteriores; idealismo e grande envolvimento pessoal.                  | Altíssima, distribuída em toda a equipe.       |

### ***Dimensão 3: Liderança e Atores***

Três principais papéis foram desempenhados pelo coordenador deste projeto. Em primeiro lugar, ele atuou como uma ponte entre a tecnologia já existente na empresa e as tendências ligadas a normatização de protocolos digitais. As inúmeras viagens internacionais para fins de reuniões e feiras de automação fizeram dele um repositório de conhecimentos relativos ao estado da arte e aos desafios enfrentados na evolução da tecnologia Fieldbus. Desta

forma, atuou como um canal da empresa para absorção de conhecimentos tecnológicos avançados.

Em segundo lugar, por ser o grande detentor dos conhecimentos relacionados à nova tecnologia, teve participação fundamental no processo de resolução de problemas em conjunto com outros membros. Assim, o coordenador pôde disseminar todo o *know-how* acumulado através da troca de conhecimentos tácitos em atividades de intenso trabalho em equipe.

Por fim, deve-se ressaltar que tanto o coordenador quanto o diretor de P&D da empresa à época exerceram forte liderança no aspecto motivacional. Segundo ele afirma, tal influência foi essencial na consolidação de uma mensagem de busca do pioneirismo e de entrega à causa do projeto em torno do time. Tidos pelos colegas como referências tecnológicas da empresa, tiveram importante participação na construção de uma visão que mobilizou toda a Divisão de P&D em torno da “causa” do desenvolvimento da tecnologia Fieldbus. Esta postura desbravadora e empreendedora foi fundamental para a diluição de resistências internas no início do projeto e para a enorme concentração de esforços de toda a Divisão para a equipe do projeto.

#### ***Dimensão 4: Contexto e Ambiente***

O coordenador destaca elevado o grau de envolvimento das pessoas em todas as etapas do projeto. Em fases próximas às feiras de demonstração e aos testes de validação internacional nos quais a fundação escolheria as empresas que seriam usadas como referência, era comum os engenheiros passarem a noite na empresa, programando e integrando códigos. “*Existia um espírito ímpar de que estávamos fazendo algo diferente, de que seríamos os primeiros do mundo a desenvolver uma tecnologia que causaria grande ruptura no mercado de automação*”, afirma o coordenador. Em 1995, o primeiro sistema foi instalado, em empresa de grande porte do setor petroquímico.

O coordenador ressalta a grande importância da autonomia dada pela presidência da empresa para a equipe empregar seus esforços. A equipe possuía grande respaldo da diretoria para tomar decisões sobre iniciativas de desenvolvimento de novos protótipos,

custos com viagens e materiais e flexibilidade no horário de trabalho. Segundo o coordenador, havia um sentimento claro de que a organização não queria engessar o fluxo de trabalho da equipe com processos mais burocráticos. Desta forma, a equipe sentia claramente que o projeto se tornaria tão grande e representativo para a empresa quanto maior o esforço empreendedor empregado pelo time.

O ambiente do projeto era, nas palavras do coordenador, “caótico”. Segundo ele, desafios inesperados reordenavam constantemente as prioridades das tarefas e as atividades em grupo aconteciam de forma natural e sem a necessidade de formalidades prévias. Um intenso relacionamento interpessoal foi verificado, principalmente nas vésperas de feiras e demonstrações, em que havia grande pressão pela entrega de protótipos. Nesses casos, a presença de vários membros era indispensável para a resolução dos problemas e para o entendimento completo do funcionamento do sistema.

### ***Considerações Finais sobre o Projeto C***

O relato evidencia que o projeto demandou a criação de conhecimentos necessários para se enfrentar os seguintes desafios principais:

*Como desenvolver plataformas e componentes de hardware e software embarcado que implementem o protocolo Fieldbus? Como incorporar esta nova tecnologia a uma nova linha de equipamentos?*

Desta forma, dois conjuntos principais de conhecimentos foram criados ao longo do projeto. O primeiro deles está relacionado ao desenvolvimento de uma plataforma de *hardware* e *software* embarcado condizente com as normas do protocolo Fieldbus.

Neste processo, a etapa de divergência e incubação dos conhecimentos se deu na mente do coordenador do projeto, enquanto ele absorvia os conceitos envolvidos nas camadas do protocolo, estando em contato com os desafios e dificuldades expostos pelos especialistas de cada área nas reuniões de padronização da tecnologia. Ao se alimentar todas estas informações, automaticamente as soluções possíveis e os futuros desafios a serem enfrentados na implementação começavam a germinar em sua cabeça. A esta atividade

mental, aos poucos se adicionavam conceitos criados através do contato com outros indivíduos da empresa, responsáveis por desenvolver, posteriormente, protótipos de *hardware* para o projeto.

A convergência se deu apenas na etapa de implementação do *software* do protocolo e do protótipo do *hardware*. Neste ponto, restrições técnicas se tornavam evidentes e inconsistências encontradas nos testes fechavam o espectro de caminhos possíveis.

O segundo conjunto de conhecimentos criados ao longo do projeto se refere à integração da tecnologia Fieldbus com a plataforma de produtos existente na criação de uma nova linha de equipamentos. Neste processo, a etapa de divergência através do uso intenso da experiência e da criatividade do coordenador e dos responsáveis pelo desenvolvimento dos sensores. Foram criadas novas maneiras de se integrar o protocolo como um novo componente dos produtos, e a prototipagem se encarregou, novamente, de delimitar as possibilidades. Etapas incessantes de resolução de problemas em conjunto se seguiram num processo de convergência altamente estimulado pela chegada de feiras internacionais nas quais os novos artefatos seriam apresentados.

## **7.2 Análise Comparativa dos Casos**

De posse do estudo de cada um dos projetos, é possível se estabelecer uma análise conjunta de todos eles. A caracterização dos projetos mostra que eles se situam em níveis de radicalidade bem definidos e bem distintos entre si. Enquanto no Projeto A um novo tipo específico de aplicação no mercado exigiu um pequeno incremento tecnológico, no Projeto C uma grande ruptura tecnológica criou um novo mercado. O Projeto B apresenta caracterização intermediária, combinando as dimensões tecnologia e mercado de forma mais equilibrada em sua essência inovadora.

A análise a seguir busca identificar as diferenças entre as variáveis dependentes (apresentadas na seção 6.2.2) nos três projetos. A organização deste estudo comparativo está estruturada nas quatro dimensões do processo de criação de conhecimentos propostas no modelo referencial desta pesquisa.

### ***Dimensão 1: Fontes e Tipos de Conhecimentos***

Observa-se uma ligação entre o nível de radicalidade do projeto e os tipos de conhecimentos que alimentam o processo de desenvolvimento. No Projeto A, nota-se uma predominância do uso de conhecimentos explícitos, já sedimentados, geralmente presentes em extensa documentação. Tais conhecimentos se apresentavam de forma clara e estavam praticamente “prontos para a aplicação”. Enquanto as informações contidas nas normas técnicas explicavam claramente as fórmulas matemáticas dos cálculos que regem a medição de petróleo, os requisitos do cliente deixavam claras as características operacionais do sistema requerido. Os conhecimentos tácitos envolvidos estavam ligados muito mais ao processo de transformação dos conhecimentos obtidos em novos componentes do produto do que à essência da tendência tecnológica da área.

No Projeto C, situação oposta é observada. Há pouco conhecimento explícito sedimentado a ser obtido do ambiente externo. Como o próprio coordenador afirma, não havia como aprender com clientes ou concorrentes, já que o mercado ainda não dispunha das tecnologias que estavam sendo desenvolvidas. Assim, enquanto a participação nas organizações internacionais proporcionava entendimento sobre as tendências do setor, os demais conhecimentos envolvidos eram completamente obtidos dentro da equipe, da experiência prévia dos indivíduos e da criação de novas soluções *in-house*. O conhecimento explícito disponível no mundo externo, existente em baixa quantidade e presente na documentação gerada pelas organizações internacionais, estava pouco consolidado, sujeito a constantes mudanças e redefinições a cada reunião dos comitês.

O projeto B, de grau de inovação intermediário, apresenta uma composição mesclada de seus tipos de conhecimentos. Existiam, sim, conhecimentos tecnológicos já sedimentados a serem usados no projeto, como artigos e especificações de chips dos fabricantes dos componentes utilizados. Entretanto, esses conhecimentos não se mostravam tão “prontos para aplicação” quanto no Projeto A. Tais informações exigiam a criação de conhecimento arquitetural para que pudesse ser de fato útil. A esfera cognitiva de tais informações residia

no nível dos componentes tecnológicos, e não da aplicação do produto final. Por outro lado, esses conhecimentos disponíveis se apresentavam muito mais maduros e estáveis que os conhecimentos ligados ao Projeto C.

Com relação às fontes externas de conhecimentos, análise semelhante pode ser efetuada. Enquanto o Projeto A se alimentou intensamente de conhecimentos obtidos junto ao mercado existente (cliente e concorrentes), este tipo de aprendizado praticamente inexistiu no Projeto C. O fato do Projeto C se situar num contexto de ruptura mercadológica reduziu a possibilidade de aprendizado com clientes e concorrentes, já que a nova tecnologia ainda não existia. Novamente, o Projeto B apresenta uma situação intermediária entre esses dois extremos. Nele, ao aprendizado com o mercado já existente soma-se uma gama mais tácita de conhecimentos tecnológicos arquiteturais gerados dentro da própria equipe.

Uma análise comparativa do nível de conhecimento criado segundo a abordagem de Sanchez e Mahoney (1996) pode ser efetuada. No Projeto A, nota-se a criação restrita no nível dos componentes do *software* embarcado (os blocos funcionais), já que a arquitetura do produto não sofreu modificações. Mesmo nos componentes, a intensidade criativa pode ser considerada baixa, já que a formulação dos algoritmos estava determinada nas normas e a tecnologia utilizada para a implementação (programação computacional) é largamente conhecida.

No Projeto B, ao aprendizado relacionado a alguns novos componentes desenvolvidos, mas não inéditos, somou-se importante parcela de reorganização arquitetural do produto. Assim, a atividade criativa se envolveu fortemente com questões ligadas às interfaces entre os componentes e à modularidade da estrutura do produto. No Projeto C, o desenvolvimento de um componente absolutamente inédito (o protocolo Fieldbus) e a necessidade de criação de uma nova plataforma tecnológica demandaram elevados esforços criativos tanto no nível componente quanto arquitetura. A Tabela 31 apresenta uma síntese da análise comparativa dos projetos segundo a dimensão “Fontes e Tipos de Conhecimentos”.

Tabela 31 – Análise comparativa dos projetos – Dimensão 1

|  | <b>Projeto A</b>  | <b>Projeto B</b>   | <b>Projeto C</b>   |
|--|---|--|--|
| Inovação   | Incremental   | Plataforma   | Radical  |
| Criação de conhecimento  | Integração de conhecimentos explícitos oriundos de diversas fontes.   | Criação de conhecimento arquitetural e integração de conhecimentos tácitos dos especialistas.  | Absorção de novo padrão tecnológico e criação de conhecimento de componentes e arquitetura que implementassem a nova tecnologia em novos produtos. |
| Nível de conhecimento criado segundo a estrutura do produto    | Componente (baixo)  | Componente (baixo)<br>Arquitetura (alto)   | Componente (alto)<br>Arquitetura (alto)  |
| Conhecimentos explícitos disponíveis                           | Sedimentados, descreviam com detalhes uma aplicação mercadológica que exigia incremento em alguns componentes da tecnologia já existente. | Sedimentados, mas que descreviam apenas o funcionamento dos componentes utilizados, e não da arquitetura do produto.   | Pouco sedimentados, sujeitos a constantes mudanças, descreviam as camadas que deveriam compor a nova tecnologia.                                   |
| Fontes externas de conhecimentos explícitos                    | Clientes (requisitos)<br>Concorrentes (manuais)<br>Org. da Indústria de Óleo e Gás (normas)   | Org. de Padronização Tecnológica (normas)<br>Fornecedores (especificações)   | Org. de Padronização Tecnológica (normas)  |
| Canais de aquisição de conhecimento tácito do ambiente externo | Conversas com engenheiros da empresa contratante e visitas à planta do cliente  | Sondagens efetuadas por clientes a respeito da viabilidade do desenvolvimento de produtos (tendências de mercado)<br>Participação em feiras tecnológicas (tendências tecnológicas) | Participação em feiras tecnológicas, reuniões e eventos das organizações de padronização tecnológica (tendências tecnológicas)                     |

### ***Dimensão 2: Atividades e Conversões de Conhecimentos***

A análise das atividades mais relevantes em cada um dos projetos evidencia novamente uma polarização entre os Projetos A e C, intermediados pelo Projeto B.

No Projeto A, nota-se a criação fortemente centrada na combinação de conhecimentos explícitos, gerando conhecimentos explícitos mais complexos. Conforme ressaltado na análise da Dimensão 1 (“Fontes e Tipos de Conhecimentos”), havia uma enorme

quantidade de conhecimento documentado disponível para a equipe. Este fato tornava a atividade criativa um processo mental de “engenharia” de informações e restrições técnicas de elevado grau de clareza.

Este reduzido grau de incerteza das fases de desenvolvimento trouxe ao projeto maior determinismo e previsibilidade. A equipe encontrava relativa facilidade em determinar as causas dos problemas detectados durante os testes, o que reduzia a necessidade de trabalho em grupo. Desta forma, pode-se afirmar que a espiral SECI do processo criativo envolvido neste Projeto A se concentrou fortemente na combinação de conhecimentos.

No Projeto B, duas fases principais do processo criativo são identificadas. O projeto se inicia com um *insight* do coordenador. Após vislumbrar a nova combinação de tecnologias para a família de controladores, este conteúdo mental criado é externalizado em documentação para apreciação dos especialistas nos componentes. Estes engenheiros, por suas vezes, explicitam suas idéias e restrições, de forma a evoluir a idéias original do coordenador. Assim, nota-se uma importante atividade de externalização de conhecimentos tácitos por parte dos principais membros da equipe.

As etapas posteriores do projeto B são marcadas pelas tomadas de decisão, prototipagem e resolução de problemas. Nelas, o caráter multidisciplinar dos desafios encontrados e o desconhecimento da dinâmica de funcionamento dos componentes em conjunto fazem do trabalho coletivo um imperativo. Nestas atividades, a troca de conhecimentos se deu principalmente pelo contato face a face, fazendo da socialização principal mecanismo de intercâmbio e criação de conhecimentos.

No Projeto C, também é possível identificar duas fases principais do processo criativo. Inicialmente destaca-se a absorção dos conhecimentos referentes a todas as camadas da tecnologia em desenvolvimento por parte do coordenador, nas fases iniciais do projeto. A aquisição de tais conhecimentos, principalmente através das reuniões dos comitês internacionais, fez do processo de internalização uma das principais conversões identificadas no projeto. Isto pois, segundo se verificou, a integração deste *know-how* concentrado em um único engenheiro foi grande diferencial competitivo da empresa em relação aos concorrentes. A esta absorção se sucedeu naturalmente um processo de

construção conceitual do protocolo na mente do coordenador, processo fundamental para o desenvolvimento pioneiro do protocolo Fieldbus.

Durante e após o desenvolvimento do protocolo, pouca documentação foi gerada na tentativa de externalizar os conhecimentos gerados dentro da própria equipe. Este fato tornou o fluxo do conhecimento entre os indivíduos intensamente concentrado na via tácita e nas relações interpessoais diretas. Principalmente nas etapas de integração da nova tecnologia à linha de produtos, uma grande carga de trabalho de engenheiros em duplas, ou equipes maiores, foi demandada. Assim, a grande quantidade de processos de “tentativa e erro”, criação de alternativas, resolução, identificação e antecipação de problemas, a maioria de forma coletiva, fez do processo de socialização outra conversão fundamental. A Tabela 32 apresenta uma síntese da análise comparativa dos projetos segundo a dimensão “Atividades e Conversões de Conhecimentos”.

Tabela 32 – Análise comparativa dos projetos – Dimensão 2

|  | <b>Projeto A</b>  | <b>Projeto B</b>  | <b>Projeto C</b>   |
|--|---|---|--|
| Inovação                                       | Incremental   | Plataforma  | Radical  |
| Criação de conhecimento                        | Integração de conhecimentos explícitos oriundos de diversas fontes. | Criação de conhecimento arquitetural e integração de conhecimentos tácitos dos especialistas.                           | Absorção de novo padrão tecnológico e criação de conhecimento de componentes e arquitetura que implementassem a nova tecnologia em novos produtos. |
| Atividades predominantes no processo criativo  | Leitura e escrita de documentos                                     | Leitura e escrita de documentos.<br>Reuniões para tomada de decisões.<br>Atividades de resolução de problemas em equipe | Leitura de documentos.<br>Reuniões para tomada de decisões.<br>Atividades de resolução de problemas em equipe.                                     |
| Utilização de atividades de trabalho em equipe | Baixa   | Alta  | Alta   |
| Conversões de conhecimentos                    | Foco em Combinação  | Foco em Externalização e Socialização   | Foco em Internalização e Socialização  |

### ***Dimensão 3: Liderança e Atores***

Observa-se uma clara diferença entre o papel da liderança nos três projetos. No desenvolvimento mais incremental (Projeto A), o líder atua como um catalisador e tradutor dos conhecimentos obtidos junto a diversas fontes. Neste ponto, nota-se grande aderência ao modelo gerencial *Middle-Up-Down* proposto por Nonaka e Takeuchi (1997). O coordenador do projeto atua como um elemento de ligação entre diferentes esferas cognitivas: da alta direção, dos membros da equipe e das fontes externas.

Já nos projetos B e C, mais radicais, outras dimensões relacionadas à liderança e ao processo criativo são identificadas. Em primeiro lugar, nota-se uma intensa participação dos coordenadores na condução dos processos de tomada de decisão e de resolução de problemas em conjunto. Assim, os líderes desempenham importantes papéis de energização de processos intensamente dependentes de conhecimentos menos estruturados, mais tácitos.

Em segundo lugar, nota-se a importância do líder destes projetos enquanto motivadores da atividade inovadora envolvida na causa do projeto. Esta característica se fez bastante presente no Projeto C, na qual se verifica uma atuação da liderança ligada a atitudes inspiradoras e que procuram promover a busca pelo inédito. A fim de estimular a criação do novo e extrair conteúdos tácitos presentes na equipe, um maior nível de envolvimento pessoal com a causa do projeto é demandado. O perfil se aproxima bastante do gerente médio do tipo empreendedor proposto por Jankzac (1999). Sugere-se, assim, a importância desse caráter mais empreendedor da liderança como elemento catalisador do processo de extração do conhecimento tácito dos engenheiros.

Com relação aos demais atores que participaram do processo criativo, foi notada uma composição mais diversificada de papéis nos projetos radicais. No Projeto B, a atuação do coordenador no contínuo rastreamento das tendências mercadológicas e tecnológicas o remete ao papel de sentinela tecnológica proposto por Leonard-Barton (1998). Além disso, foi notória a importância da diversificação interna dos membros da equipe nos processos de resolução de problemas. Esta grande diversidade de perfis gerava dissidência e diversidade indispensáveis para o processo criativo, conforme defendido por Nemeth (1997).

No Projeto C, dois papéis informais podem ser identificados. Em primeiro lugar, a atuação do líder na captação de conhecimentos junto às diversas organizações internacionais de padronização tecnológica o aproxima do conceito do gerente da rede (POWELL, 1998). Em segundo lugar, pode-se afirmar que, tanto o coordenador do projeto quanto o então Diretor de P&D atuaram como ativistas do conhecimento, nos termos usado por Nonaka e Takeuchi (1997), por energizarem a equipe em torno do processo criativo necessário para o desenvolvimento da tecnologia Fieldbus. A Tabela 33 apresenta uma síntese da análise comparativa dos projetos segundo a dimensão “Liderança e Atores”.

Tabela 33 – Análise comparativa dos projetos – Dimensão 3

|   | <b>Projeto A</b>  | <b>Projeto B</b>  | <b>Projeto C</b>  |
|---|---|---|---|
| Inovação  | Incremental   | Plataforma  | Radical   |
| Principais papéis do coordenador no processo criativo | Integrador de conhecimentos explícitos oriundos de diversas fontes        | Integrador de conhecimentos explícitos e tácitos oriundos de diversas fontes<br>Condutor dos processos de tomada de decisão e resolução de problemas em equipe. | Condutor dos processos de tomada de decisão e resolução de problemas em equipe.<br>Mobilizador da equipe em torno da causa do pioneirismo do projeto. |
| Perfil gerencial do líder                             | Forte aderência ao modelo <i>Middle-Up-Down</i> (NONAKA e TAKEUCHI, 1997) | Mescla do perfil <i>Middle-Up-Down</i> (NONAKA e TAKEUCHI, 1997) e do modelo do gerente solucionador de problemas (JANKZAC, 1999)                               | Forte aderência ao modelo do gerente empreendedor (JANKZAC, 1999).  |

#### ***Dimensão 4: Contexto e Ambiente***

Apesar dos três projetos pertencerem à mesma empresa e, portanto, terem como pano de fundo várias condições organizacionais comuns, algumas diferenças fundamentais no contexto e no ambiente específicos da equipe de cada projeto puderam ser identificadas.

Em primeiro lugar, foi possível notar uma diferença de postura ligada ao grau de envolvimento pessoal dos membros em relação ao projeto. Esta maior ou menor entrega

pessoal não está relacionada propriamente ao nível de profissionalismo dos indivíduos, mas sim ao quanto eles encaravam o projeto como uma realização pessoal.

Esse envolvimento mais pessoal com o projeto e o processo criativo nele envolvido foi notado de forma mais intensa nos Projetos B e C – principalmente neste último. Em momentos críticos destes projetos, como o desenvolvimento de um componente inédito (Projetos B e C) e durante as vésperas das feiras internacionais de automação (Projeto C), o nível de dedicação e entrega à causa do projeto ratifica que o vínculo dos membros com o ineditismo do projeto superava as relações profissionais entre eles e a empresa.

Em segundo lugar, nota-se uma maior intensidade de relações interpessoais nos projetos mais radicais. Este fato está diretamente relacionada à maior quantidade de atividades coletivas identificadas nestes projetos (Dimensão 2), tais como reuniões de tomada de decisão, *brainstorming* e, principalmente, resolução de problemas em equipe. Esta maior proximidade entre as pessoas observada nos Projetos B e C foi responsável por tornar a comunicação menos formal e deixar os indivíduos mais à vontade para expressarem suas opiniões.

Em terceiro lugar, é possível tecer algumas considerações a respeito das condições organizacionais que suportam o processo criativo propostas por Nonaka e Takeuchi (1997) nos três projetos. Deve-se destacar a identificação de clara diferença no quesito “autonomia” para o processo criativo em cada um deles.

No Projeto A, a atividade criativa era limitada pela prévia definição dos requisitos (pelos clientes), do equacionamento dos cálculos (pelas normas) e do funcionamento do sistema (pela plataforma tecnológica utilizada). Houve, sim, esforço mental de combinar estas três dimensões numa solução final que satisfizesse a todas estas restrições. Entretanto, nota-se que este esforço se concentrava mais na convergência em direção a esta solução do que na divergência de idéias que sugerisse novas formas de se conduzir o desenvolvimento.

No Projeto B, uma maior autonomia na concepção de novos conhecimentos é identificada. A geração de uma nova idéia por parte do coordenador deu início ao projeto, e, a partir de

então, todos os especialistas foram convidados a colaborar com a criação de idéias e a visualização de possíveis restrições tecnológicas para a arquitetura proposta. Esse cenário inicial, mais imaginativo, foi intrinsecamente dotado de autonomia e diversidade interna pela própria natureza da atividade e composição da equipe. Em seguida, conforme ressaltado pelo coordenador, houve grande autonomia para a escolha dos fabricantes de chips que seriam utilizados no *hardware* dos controladores – escolha que afetava diretamente as atividades futuras de todos os envolvidos no projeto.

No Projeto C, este contexto de liberdade para a criação se verifica de forma ainda mais intensa. As únicas restrições impostas à atividade criativa da equipe provinham das normas do protocolo Fieldbus, em fase de normatização. Todas as demais escolhas, como plataformas de *hardware* e *software*, modo de implementação dos algoritmos previstos pelas normas e interface do protocolo com os novos produtos estavam sujeitas às ações criativas da equipe.

Tabela 34 – Análise comparativa dos projetos – Dimensão 4

|  | <b>Projeto A</b>  | <b>Projeto B</b>   | <b>Projeto C</b>   |
|--|---|--|--|
| Inovação   | Incremental   | Plataforma   | Radical  |
| Envolvimento pessoal dos indivíduos com o projeto  | Baixo   | Alto   | Alto   |
| Frequência de atividades coletivas                 | Baixa   | Alta   | Alta   |
| Contexto organizacional para o processo de criação | Autonomia para o processo criativo limitada pelos requisitos do cliente e pelas restrições da tecnologia utilizada. | Elevada autonomia para os processos de tomada de decisão e de geração de nova arquitetura tecnológica. | Elevada autonomia para os processos de tomada de decisão.<br>Clara intenção da organização no desenvolvimento dos conhecimentos ligados à nova tecnologia. |

### ***Análise Comparativa das Etapas do Processo Criativo nos Projetos***

A análise comparativa efetuada identifica importantes diferenças nas quatro dimensões do processo criativo envolvidos nos projetos estudados. Estas diferenças, em conjunto, evidenciam que, no Projeto A, o processo de criação de concentrou mais em sua etapa de convergência. Isso pois a grande quantidade de informações disponíveis já sedimentadas reduziu a necessidade de se ampliar o leque de soluções possíveis, o que tornou a atividade criativa voltada para a integração de restrições pré-definidas.

Uma maior presença da fase divergente do processo criativo foi identificada nos Projetos B e C quando comparados com o projeto A. Neles, notou-se uma maior necessidade de se gerar um leque de alternativas possíveis para o desenvolvimento dos conceitos. Este processo de reflexão foi de grande importância no trato da incerteza inerente a estes projetos, por potencializar a capacidade de prever problemas futuros.

Esta fase divergente foi notada fortemente no início da criação da arquitetura do produto no Projeto B, na germinação de idéias sobre a integração da tecnologia Fieldbus (Projeto C) e ao longo das etapas de Desenvolvimento e Validação destes projetos. Alguns pontos comuns merecem destaque em todas estas etapas. Em primeiro lugar, a grande importância da diversidade encontrada nos perfis e fontes de conhecimentos envolvidas. Para o *insight* criativo que originou a arquitetura do projeto B, o coordenador ressalta a importância de seu contato com várias fontes de conhecimentos (clientes, organizações de padronização tecnológica, feiras sobre tendências tecnológicas) e da contribuição de especialistas de diferentes perfis.

Para a concepção da arquitetura tecnológica que comportaria o protocolo Fieldbus, no Projeto C, merece destaque a ampliação do campo de visão do coordenador sobre a tecnologia. Ao percorrer reuniões relativas a todas as camadas, estando expostos a diferentes tipos de contatos com a tecnologia, fez-se possível o estabelecimento de conexões lógicas diferenciadas e pioneiras sobre os futuros desafios. Assim, foi possível prever restrições que seriam encontradas ao longo da etapa de desenvolvimento.

A análise das etapas de Desenvolvimento e Validação dos projetos B e C também evidencia a importância da diversidade de experiências, de perfis e de estilos de resolução de problemas na equipe. Estas etapas foram marcadas por intensos processos de resolução e entendimento de problemas, para o trato dos quais a contribuição de diferentes óticas se mostrou altamente enriquecedora.

Após a apresentação descritiva individual dos casos e esta análise comparativa entre eles, o próximo capítulo busca ligar o estudo à literatura utilizada na busca de reflexões finais.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS e CONCLUSÕES

Após a análise dos casos investigados e as considerações finais que seguem neste capítulo, acredita-se ter atingido o objetivo central desta pesquisa, enunciado como “**analisar e descrever as possíveis diferenças entre os processos de criação de conhecimentos envolvidos em projetos de desenvolvimento de diferentes graus de inovação**”.

O primeiro objetivo específico, apresentado no Capítulo 1, de identificação de um referencial teórico para guiar a realização do estudo empírico foi alcançado com a revisão teórica efetuada nos Capítulos 2, 3 e 4 e, principalmente, com a consolidação do modelo referencial apresentado na seção 5.2.2. Este resultado teórico é explicado em maiores detalhes na seção 8.1.

O segundo e o terceiro objetivos específicos do trabalho, ligados às diferenças – e suas causas – encontradas em projetos de diferentes graus de inovação foi atingido de forma empírica. Após a análise individual dos casos e a posterior análise comparativa, a extração das conclusões à luz das teorias estudadas é efetuada na seção 8.2 deste capítulo.

### 8.1 Considerações Teóricas

A fim de se atingir o objetivo de analisar o processo de criação de conhecimentos, uma importante etapa deste trabalho consistiu na criação de um modelo de referência para esta análise. Este modelo, que contempla a sequência de etapas e as principais dimensões envolvidas no processo, tornou possível o delineamento de uma análise mais organizada. Desta forma, acredita-se que este passo intermediário foi fundamental para a estruturação dos diversos conceitos encontrados na literatura e da análise comparativa dos casos.

A criação deste modelo foi fortemente inspirada na observação dos modelos da GC (TERRA, 2001) e do PDP (ROZENFELD et al., 2005) utilizados na fundamentação teórica da pesquisa. O desenvolvimento de um modelo integrado para o processo de criação, apesar de ainda preliminar e sujeito a melhorias, pode ser de grande utilidade para a

literatura ligada ao tema. Apesar desta pesquisa ter se focado no processo criativo envolvido no desenvolvimento de produtos, o modelo proposto pode servir de base para a análise da atividade criativa relacionada a outros processos. Como exemplo, podem ser citadas a pesquisa científica e a inovação em serviços.

Este trabalho também busca reforçar a importância de se abordar o tema criação de conhecimento para se entender o processo de inovação. O modelo referencial proposto defende que se considere o processo criativo uma dimensão fundamental do processo de inovação do produto, por ser ele o responsável pela geração de novas idéias, caminhos e soluções. Os próprios resultados da pesquisa chamam a atenção para a importância de se contemplar dimensões não envolvidas no PDP tradicional no estudo da inovação. A fusão de conceitos oriundos das teorias organizacionais baseadas no conhecimento com as teorias do PDP traz à tona elementos de grande importância para a materialização de novos produtos, conforme demonstrado nas quatro dimensões de análise propostas.

## **8.2 Conclusões Empíricas**

Apesar da limitação óbvia inerente a esta pesquisa – a impossibilidade de se generalizar resultados obtidos em apenas três casos – indícios levantados neste trabalho sugerem fortemente algumas reflexões. A análise comparativa dos casos aponta claramente para uma maior presença da etapa de divergência do processo de criação em projetos de maior nível de radicalidade. Argumenta-se, aqui, que este fato é a raiz de uma série de diferenças identificadas entre os projetos nas quatro dimensões de análise.

A geração de alternativas se faz indispensável para que se aumente a capacidade de antever futuras restrições. Projetos mais radicais demandam uma maior intensidade criativa na etapa divergente pois exigem um contínuo repensar das fronteiras entre o que existe e o que é possível de ser desenvolvido. Além disso, ao longo de todas as etapas do processo de desenvolvimento, lidam de forma direta com situações desconhecidas e imprevistas, que demandam a geração de novas formas de se resolver problemas e tomar decisões.

Conforme sugere a análise comparativa dos casos, esta característica do processo de criação molda de forma substancial os tipos de liderança, fontes de conhecimentos e processos de conversões de conhecimentos existentes em projetos de diferentes graus de inovação.

As seções que se seguem efetuam uma proposta de caracterização de cada uma das dimensões do processo criativo envolvidas nestes diferentes tipos de projetos. Esta análise se baseia na comparação dos casos investigados e busca sustentar os resultados obtidos na literatura existente. Além disso, objetiva-se fazer um paralelo entre alguns trabalhos relacionados ao tema e os resultados aqui obtidos, destacando-se as concordâncias teóricas e eventuais pontos de contradição.

### ***Dimensão 1: Fontes e Tipos de Conhecimentos***

É evidente que tanto projetos incrementais quanto projetos radicais fazem uso de uma grande gama de conhecimentos explícitos e tácitos. Apesar disso, os resultados da análise dos casos indicam que projetos mais radicais demandam uma utilização mais intensa de conhecimentos tácitos. Pode-se afirmar que as causas deste fato residem na própria natureza dos desafios enfrentados nestes diferentes tipos de projetos.

Projetos mais radicais exigem um maior nível de transposição da fronteira entre o já existente e o futuro. Para tanto, necessitam serem alimentados por conhecimentos ainda não sedimentados, disseminados e explicitados. Mais do que combinar diferentes informações no processo de materialização do produto, são guiados por tendências menos concretas na criação de novos paradigmas e referências tecnológicas e mercadológicas. Assim, o maior nível de incerteza presente nos projetos mais radicais aumenta a necessidade do indivíduo dispor de sua experiência acumulada, de *insights* criativos e da análise crítica dos fenômenos.

É possível ainda tecer considerações a respeito do tipo de conhecimento envolvido no processo criativo segundo a dimensão da estrutura do produto. Projetos mais incrementais são normalmente acompanhados por mudanças e melhoramentos em partes localizadas do

produto. Assim, tais projetos tipicamente demandam apenas o aprendizado incremental ou modular sobre componentes caracterizado por Sanchez e Mahoney (1996).

Já a intensidade das mudanças nos projetos tipo plataforma ou radicais causam alterações não apenas nos componentes do produto, mas também na forma como eles se organizam e interagem. Desta forma, conforme corroborado pelos casos investigados, tais projetos exigem aprendizado arquitetural, conforme definido pelos mesmos autores.

Esta constatação traz conseqüências para o modo como as equipes destes diferentes projetos devem ser constituídas. Projetos mais radicais demandam a participação de engenheiros que, além de conhecimento especializado sobre componentes do produto, estejam aptos a repensar e a recriar os conceitos que definem sua estrutura conceitual e arquitetural.

Com relação às fontes de conhecimentos, sugere-se que projetos mais radicais demandam a absorção de informações mais ligadas às tendências das tecnologias que compõem o produto do que às necessidades específicas do mercado atual existente. Mais até do que a capacidade de entender em detalhes o presente, a necessidade de ruptura exige da equipe de um projeto radical a capacidade de vislumbrar o futuro.

Projetos incrementais, pelo contrário, podem se alimentar de fontes que forneçam conhecimentos pontuais sobre as necessidades específicas dos clientes de hoje. Conforme mostra o estudo de casos, os clientes e a concorrência são fontes de conhecimentos importantíssimas para que se direcione o incremento tecnológico de forma a atender com precisão as demandas atuais do mercado. Internamente, tais projetos se alimentam fortemente dos conhecimentos gerados em projetos anteriores, responsáveis pela geração dos produtos que serão evoluídos.

| GRAU DE INOVAÇÃO                  | INCREMENTAL ←                             | → RADICAL                                 |
|-----------------------------------|---|---|
| PRINCIPAIS TIPOS DE CONHECIMENTOS | Explícito                                 | Tácito                                    |
|                                   | Ligado a aplicações e necessidades atuais | Ligado a tendências e cenários futuros    |
|                                   | Estável, sedimentado                      | Instável, sujeito a mudanças              |
|                                   | Ligado a componentes do produto           | Ligado ao conceito/arquitetura do produto |

Figura 23 – Grau de inovação e tipos de conhecimentos

A Figura 23 apresenta, em resumo, uma caracterização dos conhecimentos adquiridos e criados nos diferentes tipos de projetos. É importante ratificar que o conteúdo desta figura busca representar apenas as principais tendências encontradas nos diferentes tipos de projetos, já que, conforme mencionado, tais projetos fazem uso e criam uma gama bastante diversificada de tipos de conhecimentos.

### ***Dimensão 2: Atividades e Conversões de Conhecimentos***

A maior presença da etapa de divergência e a maior demanda pela utilização de conhecimentos tácitos em projetos mais radicais apresentam fortes implicações na tipologia das atividades inerentes ao desenvolvimento de produtos nestes projetos. Isto ocorre pois é impossível dissociar a natureza do conhecimento que flui em uma equipe da natureza dos processos que o conduzem e disseminam.

Projetos incrementais, caracterizados pelo uso intensivo de conhecimentos explícitos e sedimentados, fazem da documentação ferramenta fundamental de condução do conhecimento adquirido e criado. A abundância de conhecimentos já explicitados disponíveis para estes projetos motiva a utilização de via documental para o trânsito do conhecimento na equipe. Não raro, tais conhecimentos provêm de documentação gerada em projetos anteriores, que servem de plataforma para o incremento a ser introduzido no novo projeto. Desta forma, é notório que projetos mais incrementais têm a combinação de

conhecimentos explícitos como conversão fundamental dos conhecimentos envolvidos no projeto.

Já em projetos mais radicais, o estudo sugere a predominância de outros mecanismos para a integração e transformação do conhecimento, tais como a maior utilização de atividades de *brainstorming*, tomada de decisão e resolução de problemas em conjunto. Nestes projetos, o processo de socialização de conhecimentos apresenta grande importância, fortalecendo a via tácita para troca de conhecimentos entre os indivíduos.

Esta constatação ratifica Grant (1996), que identifica a documentação como base para a integração de conhecimentos explícitos e os processos de resolução de problemas e tomada de decisões como base para a integração de conhecimentos tácitos. Além disso, esta análise corrobora a abordagem de Leonard-Barton e Sensiper (1998), que realça a forte componente social demandada pelas etapas de divergência. Segundo as autoras, esta necessidade de divergência amplia a importância da prática do diálogo e da utilização de *brainstormings*, em concordância com o que foi identificado nos casos.

Esta constatação de que projetos mais radicais fazem uso de conhecimentos menos estruturados permite que se façam algumas considerações a respeito da eficácia de sistemas de informação para o gerenciamento do conhecimento ao longo do projeto. É possível sugerir que, em tais projetos, há uma maior dificuldade de utilização destes sistemas já que muito do *know-how* que flui é de difícil formalização e explicitação. A instabilidade e o caráter não-estruturado são uma barreira para a absorção, o armazenamento e o trânsito destes conhecimentos através de sistemas de informação.

A Figura 24 apresenta, resumidamente, um panorama geral desta caracterização das atividades predominantes nestes diferentes tipos de projetos.

|  |  |  |        |                                     |                                       |        |  |
|--|--|--|--------|-------------------------------------|---------------------------------------|--------|--|
| GRAU DE INOVAÇÃO                                 | INCREMENTAL ←————→ RADICAL   |  |        |                                     |                                       |        |  |
| PRINCIPAIS CONVERSÕES DE CONHECIMENTOS           | Combinação ←————→ Socialização   |  |        |                                     |                                       |        |  |
| PRINCIPAIS ATIVIDADES GERADORAS DE CONHECIMENTOS | <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">Integração de conhecimentos explícitos</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">←————→</td> <td style="width: 40%; text-align: center;">Integração de conhecimentos tácitos</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Documentação<br/>Análise de documentos</td> <td style="text-align: center;">←————→</td> <td style="text-align: center;"><i>Brainstorming</i><br/>Resolução de Problemas<br/>Prototipagem</td> </tr> </table> | Integração de conhecimentos explícitos                         | ←————→ | Integração de conhecimentos tácitos | Documentação<br>Análise de documentos | ←————→ | <i>Brainstorming</i><br>Resolução de Problemas<br>Prototipagem |
| Integração de conhecimentos explícitos           | ←————→   | Integração de conhecimentos tácitos                            |        |                                     |                                       |        |  |
| Documentação<br>Análise de documentos            | ←————→   | <i>Brainstorming</i><br>Resolução de Problemas<br>Prototipagem |        |                                     |                                       |        |  |

Figura 24 – Grau de inovação e atividades geradoras de conhecimentos

Novamente, ressalvas devem ser feitas. Não se espera com esta representação moldar uma visão maniqueísta das atividades que compõem o processo criativo nestes projetos. Tanto projetos incrementais quanto radicais fazem uso de uma diversificada gama de práticas para a criação dos conhecimentos demandados. No entanto, a necessidade de divergência e o elevado nível de incerteza fortalecem a componente social demandada nos projetos mais radicais, aumentando a importância do diálogo, do trabalho em equipe e de sessões de *brainstorming*.

### ***Dimensão 3: Liderança e Atores***

A análise do estudo efetuado à luz da literatura utilizada traz à tona algumas reflexões a respeito dos perfis de liderança envolvidos em projetos de diferentes graus de inovação. Nota-se que o modelo gerencial *Middle-Up-Down* de criação de conhecimento, proposto por Nonaka e Takeuchi (1997), ao enxergar o líder fundamentalmente como um integrador de conhecimentos, se mostra mais apropriado para projetos incrementais. Ao pregar ostensivamente a atitude colaborativa entre as pessoas e a constante combinação entre conhecimentos oriundos de diferentes fontes, este modelo apresenta grande compatibilidade com os desafios envolvidos em projetos menos radicais.

Conforme sugere o estudo de casos, entretanto, projetos mais radicais exigem uma parcela considerável de estímulo à postura empreendedora, dimensão não contemplada na análise da Teoria Japonesa. O cenário de incerteza e a necessidade de ruptura presente em tais projetos fazem da extração do conhecimento tácito dos indivíduos tarefa fundamental da liderança. Esta tarefa demanda a criação de ambiente que inspire e desafie os indivíduos a romper paradigmas estabelecidos, exigindo também deles postura mais pró-ativa e visionária.

A análise exposta até aqui permite a caracterização da atuação do líder de um projeto incremental mais próxima da gerência de conhecimentos explícitos. Por outro lado, a liderança de projetos mais radicais contempla a coordenação não apenas de conhecimentos formalizados e sedimentados, mas, principalmente, a condução de atividades e processos nos quais se integram e criam conhecimentos tácitos.

Desta forma, podem ser identificados dois níveis de papéis da liderança em projetos mais radicais. Num primeiro patamar se encontra a condução de atividades típicas de integração de conhecimentos tácitos, tais como os processos decisórios e de resolução de problemas em equipe (LEONARD-BARTON e SENSIPER, 1998). Num grau ainda mais elevado de extração dos conhecimentos tácitos presentes na equipe, encontram-se atividades ligadas à inspiração e à mobilização dos indivíduos em torno da causa do projeto e ao estímulo a atividade empreendedora.

Sugere-se que essa dimensão empreendedora demandada pelos projetos mais radicais seja necessária para enfrentar o maior nível de incerteza e a necessidade de tomada de decisão em meio à natureza caótica e imprevisível destes projetos. Além disso, esta postura mais pró-ativa se faz vital para se lidar com as pressões organizacionais por resultados de curto prazo em projetos de alto grau de incerteza mercadológica. Esta constatação ratifica O'Connor e Veryzer (2001), que identificam a necessidade de energia adicional na condução de projetos dotados de maior nível de incerteza.

|  |   |
|--|---|
| <b>GRAU DE INOVAÇÃO</b>                                    | INCREMENTAL ←————→ RADICAL  |
| <b>PRINCIPAIS PAPEIS DA LIDERANÇA NO PROCESSO CRIATIVO</b> | Integração de conhecimentos explícitos ←————→ Condução dos processos de tomada de decisão e resolução de problemas ←————→ Fomento à atitude empreendedora<br>Mobilização e inspiração da equipe |
| <b>IMPORTÂNCIA DA DIVERSIDADE NA EQUIPE</b>                | Baixa ←————→ Alta   |

Figura 25 – Grau de inovação e perfil da liderança e da equipe

A Figura 25 consolida as tendências encontradas na análise desta dimensão do processo de criação de conhecimentos. Com relação à constituição da equipe do projeto, é possível notar que projetos radicais demandam uma maior diversidade interna entre os perfis dos indivíduos envolvidos. Isso pois, diante de cenários menos previsíveis e de necessidade de geração de alternativas, as equipes precisam fazer uso de sua pluralidade de experiências e conhecimentos para enriquecer sua capacidade de abordar os desafios. Desta forma, é maior nestes projetos a importância de pessoas com diferentes estilos de resolução de problemas, contatos com diferentes fontes externas de conhecimentos e níveis de experiência.

Evidentemente, esta diversidade também pode ser enriquecedora em projetos incrementais. Entretanto, o nível de restrições previamente estabelecidas e o foco em convergência restringem a possibilidade de contribuição mais personalizada dos indivíduos, diminuindo, assim, a relevância da diversidade entre eles.

#### ***Dimensão 4: Contexto e Ambiente***

Dentre todas as dimensões analisadas, esta é aquela na qual houve maior dificuldade na extração de conclusões. Em primeiro lugar, pois o fato de se ter analisado projetos de apenas uma empresa reduz a efetividade de análises comparativas contextuais e ambientais. Em segundo lugar, pois as variáveis envolvidas nesta dimensão são, provavelmente, aquelas nas quais há menor precisão quando se utilizam os instrumentos de coleta de dados

aqui escolhidos. Mesmo com estas ressalvas, algumas considerações devem ser feitas com relação aos resultados obtidos nos casos.

Alguns fatores, observados nas demais dimensões, contribuem para uma maior carga de envolvimento pessoal e trabalho coletivo em projetos mais radicais. Dentre eles, destacam-se a inexistência de fontes consolidadas do conhecimento requerido, a elevada incerteza e a necessidade por “descobertas” sucessivas, de maior ou menor grau. Este cenário torna a extração do conhecimento tácito internalizados nos indivíduos desafio fundamental destes projetos. E uma maior carga de envolvimento pessoal da equipe com a causa do projeto certamente fomenta atitudes que tornam este conteúdo internalizado disponível para o projeto.

Além disso, observa-se uma maior demanda por autonomia, flexibilidade e informalidade em projetos mais radicais. A autonomia e a flexibilidade são vitais para que os indivíduos possam lidar com desafios tipicamente pouco estruturados de forma adaptável e tolerante às peculiaridades do processo de “tentativa e erro”. A informalidade evita o processo de engessamento e “padronização” de comportamentos e soluções. Ela estimula, desta forma, contribuições individuais mais personalizadas e originais, importantíssimas para a divergência demandada nos projetos mais radicais.

Nesta linha de raciocínio, ratifica-se o trabalho de Nemeth (1997), que elege a uniformidade e a coerência adequadas para a implementação de idéias já criadas e a dissidência e a flexibilidade fatores fundamentais para a atividade criativa capaz de romper paradigmas. A Figura 26 consolida as considerações efetuadas nesta dimensão de análise.

| GRAU DE INOVAÇÃO                             | INCREMENTAL ←                        | → RADICAL                                      |
|--|--------------------------------------|--|
| AMBIENTE E CONTEXTO PARA O PROCESSO CRIATIVO | Integração de criações individuais   | Criação coletiva                               |
|  | Intenso fluxo de documentos          | Troca de <i>insights</i> e contato face a face |
|  | Restrições técnicas e mercadológicas | Autonomia para criar                           |
|  | Previsibilidade                      | “Caos criativo”, “tentativa e erro”            |

Figura 26 – Grau de inovação e o contexto do processo criativo

### **Conclusões Gerais**

A análise até aqui efetuada sugere de que forma o maior grau de incerteza presente em projetos de inovação mais radical influi na dinâmica e nas características do processo criativo nele envolvido. Os resultados indicam que tais projetos se situam em contextos de conhecimento menos estáveis e sujeitos a ambientes internos de maior autonomia e menor previsibilidade e determinismo. Além disso, evidenciam a necessidade de processos criativos mais coletivizados, alimentados por maior diversidade interna e submetidos a lideranças de forte componente empreendedora e inspiradora. Estes resultados estão consolidados em Stefanovitz e Nagano (2006b).

Esta caracterização da equipe e da natureza do projeto inovador radical não é absolutamente nova. Vários elementos citados, referenciados em contraponto aos projetos incrementais, aparecem, com maior ou menor destaque e clareza, em pesquisas anteriores. Clark e Wheelwright (1992) enfatizam a autonomia demandada pelos *Tiger Teams*, voltados para inovações radicais. Veryzer (2005) chama a atenção para o menor nível de formalização e dinâmica às vezes caótica de projetos de maior grau de ruptura.

Assim, a contribuição da presente pesquisa para a análise de projetos de diferentes níveis de inovação – e as características que decorrem destes níveis – reside na escolha em efetuar esta investigação sob o prisma do processo de criação de conhecimentos. Desta forma, além de estruturar esta caracterização de forma mais organizada e sistêmica, o trabalho

sugere que as diferenças características identificadas nos projetos têm origem fortemente vinculada à tipologia do processo criativo neles envolvidos. Dentre estas características, merecem destaque a intensidade de divergência demandada e o grau de disponibilidade de conhecimentos explícitos para a equipe do projeto.

### **8.3 Limitações do Trabalho**

Este trabalho apresenta, como limitação principal, a impossibilidade de se generalizar de forma absoluta resultados obtidos através da análise de apenas três casos. Em particular, esta generalização é dificultada pelo fato da análise ter contemplado apenas um caso referente a cada grau de inovação. Desta forma, os resultados obtidos podem sugerir indícios de uma caracterização do processo de criação de conhecimentos nestes diferentes tipos de projetos, mas a amostragem reduzida impede a extração de conclusões mais definitivas sobre a questão. Sob este ponto de vista, as conclusões da pesquisa devem ser vistas como uma semente em direção a um entendimento mais amplo do processo criativo em projetos inovadores.

Além desta, duas outras limitações de caráter amostral restringem a capacidade de generalização dos resultados obtidos. Em primeiro lugar, o fato dos projetos analisados terem sido executados todos em uma única empresa. Esta escolha, ao mesmo tempo em que trouxe ao trabalho algumas vantagens (apresentadas na seção 5.2.3.1), exige maiores cuidados na interpretação de resultados mais amplos. Além disso, outro limitante deste trabalho reside no fato de todos os projetos estudados pertencerem a um mesmo setor industrial.

Além das restrições metodológicas, faz-se necessário pontuar algumas limitações relativas ao conteúdo abordado neste trabalho. Em primeiro lugar, ressalta-se que o presente trabalho estuda apenas o processo de inovação em produtos, quando, cada vez mais, cresce a importância da inovação em serviços nos mais diferentes tipos de mercados. A pesquisa não contempla este tipo de inovação, concentrando seu foco de atenção no desenvolvimento de produtos materializados.

Algumas outras limitações, de cunho temático, devem ser ressaltadas. O trabalho analisa o processo de criação de conhecimentos sob ótica fortemente centrada na equipe de projeto. Desta forma, o fluxo de conhecimentos, as competências tecnológicas e a inovação não são, nesta pesquisa, analisados em suas dimensões estratégicas. A análise dos projetos foi realizada de forma individualizada e, pouca ou nenhuma atenção foi dada ao alinhamento estratégico ou corporativo destes projetos ao restante da organização.

#### **8.4 Recomendações para Pesquisas Futuras**

Uma análise das conclusões aqui expostas evidencia um leque de oportunidades para o prosseguimento de pesquisas vinculadas ao tema deste trabalho.

Em primeiro lugar, recomenda-se a realização de pesquisas semelhantes a esta, que busquem verificar a validade dos resultados obtidos quando se analisam projetos executados em outras empresas ou ligados a diferentes ramos industriais. Uma análise comparativa destes resultados pode ser bastante enriquecedora para uma caracterização mais abrangente do processo de criação de conhecimentos envolvido em projetos inovadores. A análise de produtos de outra natureza – como por exemplo da indústria farmacêutica ou de *software* puro – pode evidenciar a importância de variáveis não contempladas neste trabalho.

Mais do que a análise de projetos inovadores de desenvolvimento de outros tipos de produtos, sugere-se a extensão da abordagem aqui utilizada para a compreensão da dinâmica do fenômeno criativo vinculado ao desenvolvimento de novos serviços. Tema em ascensão na literatura atual, a análise da inovação em serviços pode contribuir de maneira bastante interessante para um maior entendimento do processo de criação de conhecimentos. Além disso, outros processos intensos em criação de novos conhecimentos merecem investigação semelhante, como, por exemplo, o processo de pesquisa e avanço científico.

## REFERÊNCIAS

AMABILE, T.M. (1997). Motivating creativity in organizations: on doing what you love and loving what you do. *California Management Review*, Berkeley, v.40, n.1, p.39-58.

AMABILE, T.M. (1998). How to kill creativity. *Harvard Business Review*, New York, p.77-87, Sep-Oct.

AMARAL, D.C. (2001). *Arquitetura para gerenciamento de conhecimentos explícitos sobre o processo de desenvolvimento de produto*. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2001.

BARNETT, W.P. (1990). The organizational ecology of a technological system. *Administrative Science Quarterly*, Ithaca, v.35, n.1, p.31-60. (Special issue: Technology, Organizations and Innovation).

BECKER, M.C.; ZIRPOLI, F. (2003). Organizing new product development: knowledge hollowing-out and knowledge integration – the FIAT auto case. *International Journal of Operations & Production Management*, Bradford, v.23, n.9, p.1033-1061.

BERGE, J. (2001). Fieldbuses for process control: engineering, operation and maintenance. : part 3, data link service definition. In: *The instrumentation, systems and automation society*. Research Triangle Park : ISA.

BRANNBACK, M. (2003). R&D collaboration: role of Ba in knowledge-creating networks. *Knowledge Management Research & Practice*, Houndmills, v.1, p.28-38.

CARDOSO, L.M.G.P.P.A. (2003). *Gerir conhecimento e gerar competitividade: estudo empírico sobre a gestão do conhecimento e seu impacto no desempenho organizacional*. 587f. Tese (Doutorado) – Universidade de Coimbra, Coimbra, 2003.

CASTELLS, M. (1999). *A sociedade em rede*. São Paulo: Paz e Terra.

CHRISTENSEN, C. (2000). *The innovator's dilemma*. New York: Harper Business.

CLARK, K.B.; FUJIMOTO, T. (1991). *Product development performance: strategy, organization and management in the world auto industry*. New York: Business School Press.

CLARK, K.B.; WHEELWRIGHT, S.T. (1992). *Revolutionizing Product Development: quantum leaps in speed, efficiency, and quality*. New York: The Free Press.

CORSO, M.; PAOLUCCI, E. (2001). Fostering innovation and knowledge transfer in product development through information technology. *International Journal of Technology Management*, Geneva, v.22, n.1-2-3, p.126-148.

DARROCH, J.; MCNAUGHTON, R. (2002). Examining the link between knowledge management practices and types of innovation. *Journal of Intellectual Capital*, Bradford, v.3, p.210-222.

DAVENPORT, T.; PRUSAK, L. (1998). *Conhecimento empresarial: como as organizações gerenciam o seu capital intelectual*. Rio de Janeiro: Campus.

DAVENPORT, T.; PRUSAK, L.; WILSON, H.J. (2003). Who's bringing you hot ideas (and how are you responding)? *Harvard Business Review*, New York, February.

DONAIRES, O.S. (2003). *Aplicação de abordagens sistêmico-evolutivas ao problema do planejamento e controle de múltiplos projetos concorrentes num departamento de desenvolvimento de uma empresa brasileira*. Monografia (Conclusão do Curso de MBA Especialização em Administração) - FUNDACE, Ribeirão Preto, 2003.

DOSI, G. (1988). *The nature of the innovation process*. In: DOSI, G. et al. (Orgs.) *Technical change and economic theory*. London; New York : Pinter Publishers.

DOUGHERTY, D. (2001). Reimagining the differentiation and integration of work for sustained product innovation. *Organization Science*, Linthicum, v.12, n.5, p.612-631.

DRUCKER, P. (1988) The Coming of the New Organization. *Harvard Business Review*, New York, v.66, n.1, p.45-53.

DRUCKER, P. (1993) *Sociedade pós-capitalista*. São Paulo: Pioneira.

- EDVINSSON, L.; MALONE, M.S. (1998). *Capital intelectual: descobrindo o valor real de sua empresa pela identificação de seus valores internos*. São Paulo: Makron Books.
- EDWARDS, J.; HANDZIC, M; CARLSSON, S.; NISSEN, M. (2003). Knowledge management research & practice: visions and direction. *Knowledge Management Research & Practice*, Houndmills, v.1, p. 49-60.
- EINSERHARDT, M. (1989). Building theory from case study research. *Academy of Management Review*, Ohio, v. 14, n. 4, p. 532-550.
- FERRARI, D. (2002). *Análise da Gestão do Conhecimento no Processo de Desenvolvimento de Produtos: Aplicação na Indústria Brasileira de Autopeças*. 166f. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2002.
- FLEURY, M.T.L.; OLIVEIRA JR., M.M. (2001). *Gestão estratégica do conhecimento: integrando aprendizagem, conhecimento e competências*. São Paulo: Atlas.
- GARCIA, R.; CALANTONE, R. (2002). A critical look at technological innovation typology and innovativeness terminology: a literature review. *Journal of Product Innovation Management*, Malden, v.19, p.110-132.
- GIL, A.C. (2002). *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4.ed. São Paulo: Atlas.
- GRANT, R.M. (1996). Toward a knowledge-based theory of the firm. *Strategic Management Journal*, Chichester, v.17, special issue, p.109-122.
- HEDLUND, G. (1994). A model of knowledge management and the N-form corporation. *Strategic Management Journal*, Chichester, v.15, p. 73–90.
- HOLTSHOUSE, D. (1998). Knowledge research issues. *California Management Review*, Berkeley, v.40, n.3, p.277-280.

HOOPEES, D. G.; POSTREL, S. (1999). Shared knowledge, “glitches”, and product development performance. *Strategic Management Journal*, Chichester, v.20, n.9, p.837–865.

KING, N.; ANDERSON, N. (1995). *Innovation and change in organizations*. Routledge.

INKPEN, A.C. (1996). Creating knowledge through collaboration. *California Management Review*, Berkeley, v.39, n.1, p.123-140.

JANCZAK, S.M. (1999). *Knowledge Integration: A New Approach to the Middle Management Role*. Tese (Doutorado) – Ecole des Hautes Etudes Commerciales, Montreal, 1999.

JUGEND, D. (2006). *Desenvolvimento de Produtos em Pequenas e Médias Empresas de Base Tecnológica: Práticas de Gestão do Setor de Automação de Processos*. 167f. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2006.

KOGUT, B.; ZANDER, U. (1992). Knowledge of the firm, combinative capabilities and the replication of technology. *Organization Science*. Linthicum, v.3, n.3, p.383-397.

KROGH, G.V.; NONAKA, I.; ICHIJO, K. (1997). Develop Knowledge Activists! *European Management Journal*, Oxford, v.15, n.5, p.475-483.

KROGH, G.V. (1998). Care in Knowledge Creation. *California Management Review*, Berkeley, v.40, n.3, p.133-153.

KROGH, G.V.; ICHIJO, K.; NONAKA, I. (2000). *Enabling knowledge creation*. Oxford: Oxford University Press.

KROGH, G.V.; NONAKA, I.; ABEN, M. (2001). Making the Most of Your Company’s Knowledge: A Strategic Framework. *Long Range Planning*, Oxford, v.34, p.421-439.

LEONARD-BARTON, D. (1998). *Nascentes do Saber: criando e sustentando as fontes de inovação*. São Paulo: Fundação Getúlio Vargas.

LEONARD-BARTON, D.; SENSIPER, S. (1998). The Role of tacit knowledge in group Innovation. *California Management Review*, Berkeley, v.40, n.3, p.112-127.

LEONARD-BARTON, D.; (2000). *When Sparks Fly. Igniting Creativity in Groups*. New York: Harvard Business School Press.

LIBONI, L.B. (2005). *Alianças Estratégicas para o Desenvolvimento de Novos Produtos*. 105f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2005.

LIBONI, L.B.; TAKAHASHI, S. (2003). Desenvolvimento de Novos Produtos no contexto de Internacionalização: Reflexos na Organização e Gestão do Conhecimento Inter-Empresas. São Paulo: Iberoamerican Academy of Management.

MAZZOTTI, A.J.A.; GEWANDSZNAJDER, F. (2000). *O método nas ciências naturais e sociais*. 2.ed. São Paulo: Pioneira.

MOORADIAN, N. (2005). Tacit knowledge: philosophic roots and role in KM. *Journal of Knowledge Management*, Bradford, v.9, n.6, p.104-113.

MORCILLO, P. (2003). *Dirección Estratégica de la Tecnología e Innovación*. Madrid: Civitas.

METHÉ, D.T.; TOYAMA, R.; MIYABE, J. (1997). Product Development Strategy and Organizational Learning: A Tale of Two PC Makers. *Journal of Product Innovation Management*, Malden, v.14, p.323-336.

NEMETH, C. (1997). Managing innovation: when less is more. *California Management Review*, Berkeley, v.40, n.1, p. 59-74.

NONAKA, I. (1991). The Knowledge-Creating Company. *Harvard Business Review*. New York, Nov-Dec.

NONAKA, I.; TAKEUCHI, H. (1997). *Criação de conhecimento na empresa*. Rio de Janeiro: Campus.

NONAKA, I.; KONNO, N. (1998). The Concept of "Ba": Building a foundation for knowledge creation. *California Management Review*, Berkeley, April.

NONAKA, I.; REINMOELLER, P.; SENOO, D. (1998). The 'ART' of Knowledge: Systems to Capitalize on Market Knowledge. Oxford, v.16, n.6, 673-684.

NONAKA, I.; TOYAMA, R.; KONNO, N. (2000). SECI, Ba and Leadership: Unified Model of Dynamic Knowledge Creation. *Long Range Planning*, Oxford, v.33, p.5-34.

NONAKA, I.; TOYAMA, R.; NAGATA, A. (2001). A Firm as a Knowledge Creating Entity: A New Perspective on the Theory of the Firm. *Industrial and Corporate Change*, Oxford, v.9, n.1, p.932-1292.

NONAKA, I.; TOYAMA, R. (2003). The Knowledge-Creating Theory Revisited: Knowledge Creation as a Synthesizing Process. *Knowledge Management Research & Practice*, Houndmills, v.1, n.1, p.2-10.

NONAKA, I.; TOYAMA, R. (2005). The Theory of Knowledge-Creating Firm: Subjectivity, Objectivity and Synthesis. *Industrial and Corporate Change*, Oxford, v.14, n.3, p.419-436.

NONAKA, I.; PELTOKORPI, V.; TOMAE, H. (2005). Strategic Knowledge Creation: the case of Hamamatsu Photonics. *International Journal of Technology Management*, Geneva, v.30, n.3/4, p. 248-264.

O'CONNOR, G.C.; VERYZER, R.W. (2001) The nature of Market visioning for technology-based radical innovation. *Journal of Product Innovation Management*, Malden, v.18, n.4, p.231-246.

OCDE (1996). *Oslo Manual: proposed guidelines for collecting and interpreting technological innovation data*. Washington, D.C. : Organisation for Economic Co-operation and Development: Statistical Office of the European Communities.

PARIKH, M. (2001). Knowledge Management framework for high-tech research and development. *Engineering Management Journal*, Amsterdam, v.13, n.3, p.27-33.

PERROTTI, E. (2004). *Estrutura Organizacional e Gestão do Conhecimento*, Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Economia e Administração, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

POLANYI, M. (1997). *The Tacit dimension*. In: PRUSAK, L. (Ed). Knowledge in organizations. New York: Elsevier.

POWELL, W.W.; KOPUT, K.; DOERR, L.S. (1996). Interorganizational Collaboration and the Locus of Innovation: Networks of Learning in Biotechnology. *Administrative Science Quarterly*, Ithaca, v. 41, p. 116-145.

POWELL, W.W. (1998). Learning from collaboration: knowledge and networks in the biotechnology and pharmaceutical industries. *California Management Review*, Berkeley, v.40, n.3, p.228-240.

PRASAD, B. (1997). *Concurrent engineering fundamentals: integrated product development*. Upper Sadle River : Prentice Hall. (Prentice Hall International Series, v.2).

ROESCH, S.M.A.(1999). *Projetos de estágio e de pesquisa em administração*. São Paulo: Atlas.

ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F.A.; AMARAL, D.C.; TOLEDO, J.C.; SILVA, S.L.; ALLIPRANDINI, D.H.; SCALICE, R.K. (2005). *Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo*. São Paulo: Saraiva.

RUGGLES, R. (1998). The State of the notion: knowledge management in practice, *California Management Review*, Berkeley, v.40, n.3, p.80-89.

SANCHEZ, R.; MAHONEY, J.T. (1996). Modularity, Flexibility, and Knowledge Management in Product and Organization Design. *Strategic Management Journal*, Chichester, v.17, special issue, p.63-76.

SANTOS, I.C. (2005). *Um Modelo Estruturado de Gestão do Conhecimento em Indústrias de Base Tecnológica: Um Estudo de Caso de uma Empresa do Setor Aeronáutico*. 185 f. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

SANTOS JR, D.; ALVES FILHO, A.G. (2000). Padrões tecnológicos e processo de inovação de produtos: o caso da Itautec-Philco S.A. *Gestão e Produção*, São Carlos, v.7, n.2, p.106-117.

SCHONSTROM, M. (2005). Creating knowledge networks: lesson from practice. *Journal of Knowledge Management*, Bradford, v.9, n.6, p.17-29.

SEADE (2001). Pesquisa da atividade econômica paulista. São Paulo. Disponível em: <<http://www.seade.gov.br/produtos/paep>>. Acesso em: 20 jun. 2006.

SENGE, P.M. (1992). *A quinta disciplina*. Rio de Janeiro: Best Seller.

SHANE, S.A.; ULRICH, K.T. (2004). Technological Innovation, Product Development and Entrepreneurship in Management Science. *Management Science*, Providence, v.50, n.2, p.133-144.

SILVA, S.L. (2002) *Proposição de um Modelo para Caracterização das Conversões do Conhecimento no Processo de Desenvolvimento de Produtos*. 229f. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2002.

SILVA, S.L.; ROZENFELD, H. (2003). Modelo de avaliação da gestão do conhecimento no processo de desenvolvimento do produto: aplicação em um estudo de caso. *Revista Produção*, v.13, n.2, p.6-19.

STEFANOVITZ, J.P. (2006). O processo de criação de conhecimentos nas organizações. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. 26., Fortaleza. *Anais...* Rio de Janeiro: ABEPRO.

STEFANOVITZ, J.P., NAGANO, M.S. (2005). Aquisição e criação de conhecimento na indústria de alta tecnologia. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. 25., Porto Alegre. *Anais...* Porto Alegre : ABEPRO.

STEFANOVITZ, J.P., NAGANO, M.S. (2006a). Aquisição e Criação de Conhecimento na Indústria de Alta Tecnologia. *Produção Online*, Florianópolis, v.6, n.1, p. 1-23

STEFANOVITZ, J.P., NAGANO, M.S. (2006b). Caracterização do processo de criação de conhecimentos de acordo com o grau de inovação do produto: estudo de casos em projetos de alta tecnologia. In: SIMPÓSIO DE GESTÃO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA. 24., Gramado, RS. *Anais...* Rio de Janeiro : ANPAD.

SMULDERS, F.E. (2004). Co-operation in NPD: Coping with Different Learning Styles. *Creativity and Innovation Management*. v.13, n.4, p.263-273.

SPENDER, J.C. (1996). Organizational knowledge, learning and memory: three concepts in search of a theory. *Journal of Organizational Change*. v.9, n.1, p. 63-78.

STEWART, T.A. (1998). *Capital Intelectual A Nova Vantagem Competitiva das Empresas*. Rio de Janeiro: Campus.

STRAUHS, F.R. (2003). *Gestão do Conhecimento em Laboratório Acadêmico: Proposição de Metodologia*. 118f. Tese (Doutorado) – Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

SUH, W.; SOHN, J.H.; KWAK, J.Y. (2004). Knowledge management as enabling R&D innovation in high tech industry: the case study of SAIT, *Journal of Knowledge Management*, Bradford, v.8, n.6, p.5-15.

SVEIBY, K.E. (1997). *The New Organizational Wealth: Managing and Measuring Knowledge-based Assets*. San Francisco: Berret-Koehler Publishers.

SWAN, J.; NEWEL, N.; SCARBROUGHT, H.; HISLOP, D. (1999). KM and innovation. *Journal of Knowledge Management*, Bradford, v.3, n.4, p.262-275.

TAKAHASHI, S. (1999) Integration of organization and product development teams based on competitive performance. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON MANAGEMENT OF TECHNOLOGY. 8. *Proceedings*

- TAKEUCHI, H. (1998). *Beyond knowledge management: lessons from Japan*. Disponível em: <<http://www.sveiby.com/Portals/0/articles/LessonsJapan.htm>>. Acesso em: 05/07/2006
- TEECE, D.J. (1998). Capturing value from knowledge assets: the new economy, markets for know-how, and intangible assets. *California Management Review*. Berkeley, v.40, n.3, p.55-79.
- TERRA, J.C.C. (1999). *Gestão do Conhecimento: Aspectos Conceituais e Estudo Exploratório Sobre as Práticas de Empresas Brasileiras*. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.
- TERRA, J.C.C. (2001). *Gestão do Conhecimento: o grande desafio empresarial*. São Paulo: Negócio Editora.
- TERRA, J.C.C.; GORDON, C. (2002). *Portais Corporativos: A revolução na gestão do conhecimento*. São Paulo: Negócio Editora.
- TIDD, J.; BESSANT, J.; PAVITT, K. (2001). *Managing Innovation: integrating technological, managerial and organizational change*. 2.ed. Chichester: Wiley.
- TOFFLER, A. (1995). *A terceira onda*. Rio de Janeiro: Record.
- UTTERBACK, J.M. (1996). *Dominando a Dinâmica da Inovação*. Rio de Janeiro: QualityMark.
- VERYZER, R.W. (1998). Discontinuous Innovation and the New Product Development Process, *Journal of Product Innovation Management*, v.15, p. 305-321.
- VON HIPPEL, E. (1994). “Sticky Information” and the Locus of Problem Solving: Implications for Innovation. *Management Science*, Providence , v.40, n.4, p. 429-439.
- YANG, J. (2005). Knowledge integration and innovation: Securing new product advantage in high technology industry. *Journal of High Technology Management Research*, New York, v.16, p.121-135.

YIN, R. (2001). *Estudo de caso: planejamento e métodos*. Porto Alegre: Bookman.

ZACK, M.H. (1999). Developing a knowledge strategy. *California Management Review*, Berkerley, v.41, n.3, p.125-145.

## **ANEXO – ROTEIRO DE ENTREVISTAS**

O roteiro apresentado abaixo foi utilizado como guia na condução das entrevistas efetuadas no estudo de casos.

### **1. Caracterização geral do projeto**

1.1 Qual era o objetivo principal deste projeto?

1.2 Quais foram as condições que levaram a empresa a investir no projeto?

1.3 Quantas pessoas compuseram a equipe do projeto? A que grupos de desenvolvimento elas pertenciam?

1.4 Qual foi a duração deste projeto?

### **2. Grau de inovação do projeto**

2.1 Em termos mercadológicos, o resultado deste projeto era novo para a empresa, para uma indústria específica ou para o mundo?

2.2 Em termos tecnológicos, o resultado deste projeto era novo para a empresa, para uma indústria específica ou para o mundo?

2.3 A novidade tecnológica se apresentava em novos componentes e/ou numa nova arquitetura/conceito?

2.4 Que componentes utilizados no projeto já existiam na empresa? Quais foram modificados? Quais foram desenvolvidos?

### **3. Fontes de Conhecimentos**

3.1 Quais os conhecimentos utilizados no projeto que já existiam dentro da organização? Quais os conhecimentos que se precisou obter para a realização do projeto?

3.2 Qual a importância de cada uma das seguintes fontes externas de conhecimentos para o desenvolvimento do projeto: Universidades; Eventos e Divulgações Técnico-Industriais; Organizações de Normatização Tecnológica; Clientes; Concorrentes; Parcerias Tecnológicas.

3.3 De que forma esses conhecimentos externos eram absorvidos pela equipe?

#### **4. Atividades e Conversões de Conhecimentos**

##### 4.1 Etapas do Projeto

4.1.1 Descreva a etapa de Definição do Conceito deste projeto.

Quais foram as principais atividades nela envolvidas?

Quais foram os principais desafios encontrados? Como eles foram superados?

Com que intensidade os conhecimentos nela gerados foram documentados?

4.1.2 Descreva a etapa de Definição e Detalhamento da Arquitetura deste projeto.

Quais foram as principais atividades nela envolvidas?

Quais foram os principais desafios encontrados? Como eles foram superados?

Com que intensidade os conhecimentos nela gerados foram documentados?

4.1.3 Descreva a etapa de Desenvolvimento e Validação deste projeto.

Quais foram as principais atividades nela envolvidas?

Quais foram os principais desafios encontrados? Como eles foram superados?

Com que intensidade os conhecimentos nela gerados foram documentados?

4.2 Em quais etapas do projeto houve maior intensidade criativa?

4.3 Com que intensidade foram utilizados trabalhos coletivos (reuniões, *brainstormings*, resolução de problemas em conjunto)?

### **5. Liderança e Atores**

5.1 Qual a intensidade da participação do líder em cada uma das etapas do processo de desenvolvimento? Quais as principais atividades por ele desempenhadas?

5.2 Qual o nível de conhecimento do líder do projeto sobre os componentes, o sistema e o mercado envolvidos no projeto?

5.3 Qual (Quais) dos papéis a seguir melhor descrevem a participação do líder deste projeto? Criador de Conhecimentos ; Integrador de Conhecimentos ; Solucionador de Problemas ; Organizador do Trabalho dos Engenheiros no Projeto. Por que?

### **6. Contexto e Ambiente**

6.1 Descreva o ambiente de trabalho entre os membros do projeto.

6.2 Qual era o nível de envolvimento e comprometimento dos membros com os resultados do projeto?

6.3 Qual era o nível de envolvimento e comprometimento dos membros com os resultados do projeto?

6.4 Como eram as atividades coletivas (reuniões, sessões de *brainstorming*, resolução de problemas em conjunto) efetuadas entre os membros da equipe?

### **7. Questões finais**

7.1 Descreva fatos ocorridos ao longo do projeto nos quais novos conhecimentos foram efetivamente criados.