

UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO
PROGRAMA DE MESTRADO E DOUTORADO EM ADMINISTRAÇÃO

ANTONIO DE SANT'ANNA LIMONGI FRANÇA

**FATORES RELEVANTES AO PROCESSO DE CRIAÇÃO DO CONHECIMENTO
ASSOCIADO À INOVAÇÃO EM EMPRESA DE BASE TECNOLÓGICA**

Orientador: Prof. Dr. Emerson Antonio Maccari

Co-orientador: Prof. Dr. César Augusto Biancolino

SÃO PAULO

2013

ANTONIO DE SANT'ANNA LIMONGI FRANÇA

**FATORES RELEVANTES AO PROCESSO DE CRIAÇÃO DO CONHECIMENTO
ASSOCIADO À INOVAÇÃO EM EMPRESA DE BASE TECNOLÓGICA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Nove de Julho – UNINOVE como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Administração.

Orientador: Prof. Dr. Emerson Antônio Maccari

Co-orientador: Prof. Dr. César Augusto Biancolino

**São Paulo
2013**

França, Antonio de S. Limongi

Fatores relevantes ao processo de criação do conhecimento associado à inovação em empresa de base tecnológica. Antonio de S. Limongi França. 2013.

f.

Tese (Doutorado) – Universidade Nove de Julho - UNINOVE, São Paulo, 2013.

Orientador: Prof. Dr. Emerson Antonio Maccari.

1. Inovação; 2.Criação do Conhecimento; 3 Aprendizagem; 4. Estratégias Corporativas

**FATORES RELEVANTES AO PROCESSO DE CRIAÇÃO DO CONHECIMENTO
ASSOCIADO À INOVAÇÃO EM EMPRESA DE BASE TECNOLÓGICA**

POR

ANTONIO DE SANT'ANNA LIMONGI FRANÇA

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração - PPGA da Universidade Nove de Julho – UNINOVE, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Administração, sendo a banca examinadora formada por:

Prof. Dr. Emerson Antônio Maccari – Universidade Nove de Julho - UNINOVE

Prof. Dr. Fabiano Del Masso – Universidade Presbiteriana Mackenzie - UPM

Profa. Dra. Claudia Terezinha Kniess – Universidade Nove de Julho - UNINOVE

Profa. Dra. Claudia Brito Silva Cirani – Universidade Nove de Julho - UNINOVE

Prof. Dr. Marco Antonio Pinheiro da Silveira – Universidade Municipal de São Caetano do Sul - USCS

São Paulo, 12 de dezembro de 2013.

DEDICATÓRIA

Dedico esta tese ao Engenheiro Gabriel Antonio Clemente dos Santos, pelas orientações, incentivo e ensinamentos nas áreas de Tecnologia da Informação e de Administração, desde 1970 até os dias de hoje. Foi “Seu” Gabriel quem me ensinou a programar linguagens de computador, quem me indicou o caminho da Faculdade de Administração, quem me ensinou a pensar em sistemas integrados de gestão empresarial, quem me apresentou ao Engenheiro Adalberto Zanini Scherer, de saudosa memória. Amigo desde sempre de “Seu” Gabriel, Scherer também foi meu grande professor das coisas da gestão empresarial integrada. Ambos me ensinaram muitas coisas sobre a vida em geral.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais pela orientação de vida e pelos exemplos dados ao longo dos anos.

Agradeço à minha família, em especial, à minha esposa Kátia pelo companheirismo e paciência nestes anos de pesquisas. Também à minha filha desde sempre - a Maria Júlia - e aos meus novos filhos Erick e Thaís, pela alegre convivência e pelas pesquisas que me ajudaram a realizar.

Ao meu orientador até o momento da banca de qualificação, Professor Dr. Milton de Abreu Campanário, por seus ensinamentos e orientações.

Ao meu orientador após o momento da banca de qualificação, Professor Dr. Emerson Antônio Maccari, pelas orientações e observações pertinentes.

Ao Professor Dr. Milton Freitas Chagas Júnior, pelas contribuições durante o período das pesquisas teóricas, quando foi meu co-orientador. Ao Professor Dr. César Augusto Biancolino, pela co-orientação na fase final do trabalho.

Aos Professores da banca de qualificação, Professora Dra. Cláudia Brito Silva Cirani, Professora Dra. Jouliana Jordan Nohara, Professor Dr. Leonel Cesarino Pessôa e Professor Dr. Fabiano Del Masso, pelas relevantes observações e recomendações. Aos Professores da banca de defesa de tese, Professor Dr. Marco Antonio Pinheiro da Silveira, Professor Dr. Fabiano Del Masso, Professora Dra. Cláudia Terezinha Kniess e Professora Claudia Brito Silva Cirani, por suas contribuições de grande valia. À Professora Dra. Cláudia Terezinha Kniess, pelas importantes observações que fez a respeito da análise dos resultados do trabalho, antes do momento da banca de defesa de tese.

Aos irmãos Ana Isabel, Ana Cristina, Ana Carlota, Vicente, Ana Judite e Carlos Otávio, representando toda a família, pela rica convivência familiar.

Ao Diretor de Tecnologia e Inovação e a todos os especialistas e colaboradores da empresa pesquisada, pois sem eles eu não conseguiria levar ao fim este trabalho. Foram muito atenciosos com este pesquisador e atentos aos detalhes que fizeram a diferença.

Aos professores, aos colegas alunos e aos colaboradores da Universidade Nove de Julho, pela saudável convivência nestes anos todos.

A Deus por sua imensa grandeza,orquestrando tantos fatores distintos que, juntos, tornaram possível este pequeno trabalho.

FATORES RELEVANTES AO PROCESSO DE CRIAÇÃO DO CONHECIMENTO ASSOCIADO À INOVAÇÃO EM EMPRESA DE BASE TECNOLÓGICA

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo compreender o modo como se dá o processo de criação do conhecimento associado à inovação em empresa de base tecnológica. Do ponto de vista teórico, pretende-se compreender tal processo por intermédio da análise dos fatores relevantes a ele. Com fundamento em diversas teorias no campo da inovação e na esfera dos estudos sobre aquisição e compartilhamento do conhecimento, a pesquisa aprofundou a análise de cinco casos de inovação na empresa Siemens, após uma abordagem em âmbito estratégico na empresa. A pesquisa de campo, com foco em cada um dos cinco casos analisados, com contextos, atores, variáveis e fenômenos específicos, baseou-se no conceito de estudo de casos múltiplos, considerando as teorias de Yin e de Eisenhardt, principalmente. A partir das teorias estudadas, foi elaborado um questionário para a perspectiva estratégica e outro para a perspectiva operacional dos processos inovativos. A partir dessas duas perspectivas e após a etapa de levantamento e análise de dados, criou-se um constructo, o qual introduziu as dimensões teóricas da pesquisa. A primeira perspectiva da pesquisa gerou uma dimensão de análise – Dimensão 01, caracterizadora do perfil estratégico da empresa. A segunda perspectiva gerou oito dimensões de análise operacional: Dimensão 02 - Tipos de inovação; Dimensão 03 - Ideia Inicial; Dimensão 04 - Desenvolvimento; Dimensão 05 – Investimento e Proteção; Dimensão 06 – Problemas Previsíveis / Inimagináveis; Dimensão 07 – Conhecimentos dos Usuários; Dimensão 08 – Integração da Solução; Dimensão 09 – Indivíduos e Paradigmas. A definição de cada uma das dimensões foi resultado da categorização das perguntas e respostas de mesma natureza teórica. A articulação dos resultados da pesquisa, *vis-à-vis* as teorias utilizadas, levou ao objetivo geral, indicativo dos fatores relevantes à criação do conhecimento associado à inovação em empresa de base tecnológica. A compreensão resultante da análise deste trabalho pode contribuir para o aperfeiçoamento dos métodos de gestão e desenvolvimento do típico processo inovativo nas organizações, dinâmico e complexo por natureza.

Palavras-chave: Inovação, processo inovativo, criação do conhecimento, aprendizagem.

RELEVANT FACTORS IN THE PROCESS OF KNOWLEDGE CREATION ASSOCIATED WITH INNOVATION IN A TECHNOLOGY-BASED COMPANY

ABSTRACT

The present essay aims at understanding how the process of knowledge creation, associated with innovation in technology-based companies, happens. From a theoretical standpoint, our objective is to understand the process through the analysis of factors that are relevant to the process itself. Based on several theories on the study of innovation and on acquisition and sharing of knowledge, the survey examined five innovation cases at Siemens, after research was done in the strategic level of the company. The field research, focused on each one of the studied cases, with contexts, participants, variables and specific phenomena, was based on the multiple-case study methodology, considering the theories of Yin and Eisenhardt, mainly. From the studied theories, two questionnaires were designed: the first having in mind the strategic perspective, and a second one focusing on the operational perspective of innovative processes. From these two perspectives and after a survey and data analysis phase, a construct was created, which introduced the theoretical dimensions of the research. The first perspective created an analysis dimension – Dimension 01, which characterizes the strategic profile of the company. The second perspective created eight dimensions of operational analysis: Dimension 02 – Kinds of Innovation; Dimension 03 – Initial Idea; Dimension 04 – Development; Dimension 05 – Investment and Protection; Dimension 06 – Predictable / Unimaginable Problems; Dimension 07 – Users' Knowledge; Dimension 08 – Solution Integration; Dimension 09 – Individuals and Paradigms. The definition of each of the dimensions was the result of the categorization of questions and answers that had the same theoretical nature. The results of the research, vis-a-vis the theories used, led to the general objective, which indicates the relevant factors in knowledge creation associated with innovation in technology-based companies. The understanding that results from the analysis of this essay can contribute to improve methods of management and development, typical of the innovative process in companies, which is, by its own nature, dynamic and complex.

Keywords: innovation, innovative process, knowledge, learning

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	12
LISTA DE QUADROS	13
1. INTRODUÇÃO.....	14
1.1. DESCRIÇÃO DA SITUAÇÃO PROBLEMA.....	15
1.2. QUESTÃO DE PESQUISA	18
1.3. OBJETIVOS.....	19
1.4. JUSTIFICATIVA	19
1.5. ESTRUTURA DO TRABALHO	20
2. REVISÃO TEÓRICA.....	24
2.1. TEORIAS RELEVANTES A RESPEITO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA ...	24
2.2. MANUAL DE OSLO	28
2.3. SISTEMAS DE INOVAÇÃO E A PROTEÇÃO AOS INVESTIMENTOS EM INOVAÇÃO	29
2.3.1. Sistemas Nacionais e regionais de inovação	30
2.3.2. Proteção aos investimentos em Inovação.	32
2.3.3. Proteção aos investimentos em inovação distribuída	32
2.3.4. Proteção aos investimentos em inovação aberta.....	32
2.4. TEORIAS A RESPEITO DO PROCESSO DE CRIAÇÃO DO CONHECIMENTO ASSOCIADO À INOVAÇÃO NAS ORGANIZAÇÕES	33
2.4.1. Criação do Conhecimento Organizacional que leva à Inovação, segundo o modelo SECI.....	33
2.4.2. A Questão da Complexidade no Processo de Criação do Conhecimento associado à Inovação nas Organizações	50
2.4.3. Conclusões teóricas sobre as questões analisadas	62
2.4.4. Resumo das teorias e conceitos que nortearam a pesquisa de campo	66
3. METODOLOGIA DA PESQUISA	69
3.1. DELINEAMENTO DA PESQUISA.....	69
3.2. MODELO CONCEITUAL DA PESQUISA.....	70
3.3. DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA A PARTIR DO MODELO CONCEITUAL	71
3.4. SELEÇÃO DE CASOS	75
3.5. COLETA DOS DADOS.....	76
3.5.1. Constructo da pesquisa	77
3.5.1.1. Apresentação do constructo da pesquisa	84

3.6.	ANÁLISE DOS DADOS	88
3.7.	MÉTODO DO ESTUDO DE CASOS MÚLTIPLOS.....	88
3.8.	DOCUMENTAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS	90
4.	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	91
4.1.	A SIEMENS	92
4.1.1.	As três direções dimensões estratégicas da Siemens.....	93
4.1.2.	A Visão e os Valores da Siemens.....	93
4.1.3.	A Siemens no Brasil	94
4.2.	A PESQUISA DE CAMPO REALIZADA JUNTO À SIEMENS.....	97
4.2.1.	Perspectiva Estratégica (Dimensão 01).....	97
4.2.2.	O Processo que leva à Inovação (Dimensões 02 a 09).....	103
4.2.2.1.	Transformador DrySub (caso 01).....	103
4.2.2.1.1.	Histórico e contexto.....	110
4.2.2.1.2.	Resumo de uma reunião com um fornecedor e parceiro da Siemens.....	113
4.2.2.2.	<i>Smart Grid</i> (caso 02)	116
4.2.2.2.1.	Conceito e descrições	117
4.2.2.2.2.	Centro de Desenvolvimento de P&D e outras parcerias	118
4.2.2.2.3.	Contexto e âmbito de atuação.....	119
4.2.2.2.4.	Software SCADA	120
4.2.2.2.5.	Inovação continuada.....	120
4.2.2.2.6.	Dinâmica de desenvolvimento das soluções junto aos clientes.....	122
4.2.2.2.7.	Declaração de missão	125
4.2.2.3.	Sistema de Posicionamento Dinâmico (caso 03).....	125
4.2.2.3.1.	Apresentação da Chemtech	125
4.2.2.3.2.	Conceito do produto Chemtech DPController	126
4.2.2.3.3.	Módulos do Chemtech DPController	127
4.2.2.3.4.	Modelo da Embarcação	127
4.2.2.3.5.	Controle da Embarcação.....	128
4.2.2.3.6.	Alocação de Propulsores	128
4.2.2.3.7.	Desenvolvimento do processo	129
4.2.2.4.	Contatores digitais (caso 04)	133
4.2.2.4.1.	Conceito da família de produtos: os Contatores Digitais	133
4.2.2.4.2.	Desenvolvimento do processo	133
4.2.2.5.	TTB (caso 05).....	137
4.2.2.5.1.	Desenvolvimento da inovação.....	138

4.2.2.5.2. Empresas iniciantes, escolhidas pela Siemens em 2012.....	140
4.2.3. Análise das nove dimensões estudadas	141
4.2.3.1. Inovação: Perspectiva Estratégica da Empresa (Dimensão 01).....	141
4.2.3.2. Tipos de inovação (Dimensão 02).....	143
4.2.3.3. Momento inicial do processo criativo (Dimensão 03)	144
4.2.3.4. Etapa de desenvolvimento e implantação do produto (resultado final do projeto) – (Dimensão 04)	145
4.2.3.5. Investimentos e criações: Proteção jurídica e retorno econômico (Dimensão 05).....	147
4.2.3.6. Problemas previsíveis e problemas inimagináveis (Dimensão 06).....	149
4.2.3.7. Conhecimentos e informações disponíveis ao usuário (Dimensão 07).....	151
4.2.3.8. Integração de soluções (Dimensão 08).....	152
4.2.3.9. Indivíduos e paradigmas – contribuições específicas (Dimensão 09).....	153
4.2.4. Considerações sobre o modelo SECI	157
4.3. FATORES RELEVANTES AO PROCESSO DE CRIAÇÃO DO CONHECIMENTO ASSOCIADO À INOVAÇÃO	157
4.4. DISCUSSÃO SOBRE OS FATORES RELEVANTES AO PROCESSO DE CRIAÇÃO DO CONHECIMENTO ASSOCIADO À INOVAÇÃO, DE ACORDO COM A PESQUISA.....	158
4.4.1. A Perspectiva Estratégica Corporativa (Dimensão 01).....	159
4.4.2. Ciclo da Inovação	159
4.4.3. Perspectiva operacional. Oito dimensões pesquisadas (Dimensões 02 a 09).....	160
5. CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA ESTUDOS FUTUROS.....	162
5.1. REFLEXÃO FINAL	165
5.2. SUGESTÕES PARA ESTUDOS FUTUROS.....	166
REFERÊNCIAS.....	167
APÊNDICE 1: FORMULÁRIO DE CONSENTIMENTO.....	174
APÊNDICE 2: ROTEIRO DE ENTREVISTA.....	176

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Modelo de Inovação aberta, por Chesbrough.	27
Figura 2: O radar da inovação.	28
Figura 3: Modelo SECI, adaptado pelo autor.	35
Figura 4: Relação entre natureza da inovação e quantidade de conhecimento inserido no processo inventivo	60
Figura 5: Siemens no Brasil. Fonte: Siemens (2012b).	96
Figura 6: <i>SMART GRID</i>	123
Figura 7: Contatores Digitais.	133

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Referências brasileiras aos conceitos do modelo SECI, de Nonaka e Takeuchi.....	48
Quadro 2: Transformação de datas, do formato numérico em formato por extenso.....	54
Quadro 3: Teorias e conceitos relacionados ao processo de criação do conhecimento associado à inovação	66
Quadro 4: Delineamento da pesquisa, com base nos estudos de caso.....	73
Quadro 5: Constructo da pesquisa	84
Quadro 6: Dados Gerais Siemens Brasil	94
Quadro 7: Fatores Relevantes ao Processo de Criação do Conhecimento Associado à Inovação	158

1. INTRODUÇÃO

Inovar pressupõe conhecer e aprender (Leonard-Barton, 1995; Newell, Robertson, Scarbrough, & Swan, 2009; Rodrigues & Riccardi, 2007). Diferentes teorias do conhecimento associadas à inovação têm sido estudadas. Para Polanyi (1964), o conhecimento efetivo de cada pessoa (chamado de conhecimento tácito) é maior que o conhecimento que essa pessoa sabe transmitir a outras (denominado conhecimento explícito). Dewey e Bentley (1948), por sua vez, destacam a relevância do conhecimento obtido na prática, durante a realização de determinada tarefa ou de algum estudo. Desde 1995, Ikugiro Nonaka e Hirotaka Takeuchi têm sido sistematicamente citados como referências no campo do conhecimento organizacional. São eles os autores do denominado modelo Socialização-Externalização-Combinação-Internalização - SECI, o qual reflete, no dizer dos autores, o modelo de criação do conhecimento organizacional que leva à inovação, tendo como base a indústria japonesa dos anos oitenta. O modelo SECI defende que a interação entre as formas de conhecimento, ou seja, entre os conhecimentos compartilhado, conceitual, sistematizado e operacionalizado, leva necessariamente ao conhecimento organizacional. Tal fluxo de conhecimento é então incorporado aos produtos, processos e serviços gerados por uma determinada organização, caracterizando e dando forma à inovação na empresa. Este modelo indica uma racionalidade que impulsiona cada etapa de incorporação do conhecimento organizacional, em direção à inovação.

Com base em Polanyi (1964), Schumpeter (1985), Foster (1988), Utterback (1994), Cook e Brown (1999), Hildreth e Kimble (2002), Kim (2006), Gourlay (2006), Sawhney, Wolcott e Arroniz (2006), Tigre (2006), Chesbrough (2008) e Chagas Jr. (2008), observa-se que a inovação é fruto de processos que envolvem outros fatores além do conhecimento em si.

A competição no mercado, a convergência de tecnologias criadas dentro e fora das organizações, a cadeia de suprimentos, o aprendizado prático que advém da execução de projetos, o acúmulo de experiências concretas de sucesso ou fracasso, situações inimagináveis, a convergência de experiências dos indivíduos e grupos que participam ou apenas apoiam o desenvolvimento que leva à inovação são alguns dos elementos que, além dos conhecimentos tácito e explícito, se compõem para criar condições para a geração de produtos e processos capazes de vencer as incertezas (não previsíveis e não calculáveis) impostas pelo sistema de conhecimento e pelo mercado. Ainda com base nos autores citados,

pondera-se que inovação é conhecimento posto a serviço do mercado ou da sociedade, sendo, portanto, não só fruto de um esforço científico e tecnológico, mas de experiência testada e aprovada pelos seus resultados práticos.

1.1. DESCRIÇÃO DA SITUAÇÃO PROBLEMA

Utterback (1994) explica a complexidade do processo de formação de paradigmas inovadores utilizando como exemplo o mercado de impressão de papéis no dia a dia das pessoas e das empresas. Começa sua análise no surgimento da primeira máquina de escrever, liderada pela Remington em 1874, logo depois sofrendo a concorrência de novas marcas, dentre elas a Olivetti, até ser substituída pelos PCs da IBM na década de 1980. Ele mostra como as diferentes tecnologias deslocam líderes, criam novos conceitos, fazem surgir novas lideranças e destroem empresas dominantes. Quando surge uma novidade radical como essa, cria-se um ambiente de incerteza, sem que o impacto no mercado seja possível de ser previsto. Situações assim cristalizam-se com o tempo e um determinado padrão dominante se estabelece. Sendo esse padrão eficiente e lucrativo, surgem novos empreendedores concorrentes, muitas vezes vindos de outros mercados, com novas ofertas, deslocando a oferta naquele mercado e alterando sua conformação de concorrência.

Utterback (1994) segue a linha de pensamento schumpeteriana. De fato, para Schumpeter (1985), quando surge uma inovação que modifica conceitos e valores, chamada de inovação radical, ela destrói o que existe no mercado e na concorrência, criando um novo ciclo de desenvolvimento econômico, superando o que antes era a referência, gerando novos paradigmas, mudando costumes, comportamentos e obrigando as organizações e os indivíduos à revisão das bases de seu conhecimento. Schumpeter (1984, 1985), destaca que, na medida em que ocorre o amadurecimento dos novos padrões de mercado, com novos produtos ou novos processos, podem ocorrer dois movimentos paralelos: (1) A geração de melhorias nos produtos inovadores e diferenciados; e (2) A busca de novos e mais eficientes processos de fabricação do produto.

Tem-se, de modo alternado, períodos de ruptura, com novos ciclos de desenvolvimento e períodos de acomodação dos padrões existentes, com as melhorias e otimizações referidas. A visão schumpeteriana ressalta a relevância do conceito de crise, que destrói o que era referência, criando novos produtos ou processos, desestabilizadores do que

antes existia de modo comportado e bem sucedido, fora do controle dos empreendedores responsáveis pela situação anterior de sucesso.

As inovações que rompem padrões existentes costumam se apresentar sob a forma de criação destruidora (Schumpeter, 1985), particularmente em setores da economia em que as inovações são constantes, sem que haja tempo e condições para que se forme um padrão dominante (Utterback, 1994). Nessas situações de mercado, os concorrentes são obrigados à revisão de seus planos e objetivos, em função de bruscas mudanças na oferta de produtos e serviços por outras empresas (Leonard-Barton, 1995). As organizações que atuam em setores da economia nos quais as inovações são uma constante são obrigadas a se estruturar para que seus próprios planos estratégicos e táticos comportem tanto as mudanças planejadas quanto aquelas que surgem a partir de ação da concorrência, ou de novos materiais, ou ainda de novos processos produtivos (Chesbrough, 2008; Costa, 2006; Leonard-Barton, 1995; Newell et al., 2009; Schumpeter, 1985; Utterback, 1994).

A propósito, este trabalho cita Schumpeter diversas vezes, motivo pelo qual o pesquisador destaca que Schumpeter avançou com profundidade em seus estudos sobre o crescimento econômico, tendo escrito *Business cycles: A theoretical, historical and statistical analysis of the capitalism process* (New York London, McGraw-Hill, 1939), um livro em dois volumes no qual procurou responder à seguinte questão: “O que acarreta o crescimento e as flutuações da economia capitalista?”. Referências sobre o texto também podem ser encontradas no artigo “A Análise Teórica Schumpeteriana do Ciclo Econômico”, de Ekerman e Zerkowski (1984).

O problema central deste trabalho é a compreensão do modo como se dá o processo de criação do conhecimento associado à inovação, em especial, em organizações de base tecnológica. Analisa-se o modelo desenvolvido por Nonaka e Takeuchi (1997), bem como outros que parecem ser mais adequados à complexidade dos processos inovativos (Gourlay, 2006; Hildreth & Kimble, 2002). Observa-se que Nonaka e Takeuchi (1997) tratam do conhecimento organizacional, sendo que outros autores, citados neste trabalho, demonstram, de um modo ou de outro, que a realidade da criação do conhecimento associado à inovação nas organizações é mais complexa. Com base em Rodrigues e Riccardi (2007), pode-se refletir que o conhecimento organizacional refere-se em especial ao conhecimento que é incorporado à organização, sendo que o conhecimento nas organizações é mais amplo,

referindo-se tanto aos conhecimentos que permanecem com os indivíduos de alguma forma, quanto àqueles que são incorporados aos bancos de dados corporativos.

O modelo SECI de criação do conhecimento organizacional que leva à inovação é suficiente para explicar tal processo de inovação? A esta questão corresponde a seguinte proposição: O processo de criação do conhecimento que leva à inovação nas organizações, para além das questões formais, explícitas, deve considerar fatores futuros e previsíveis e, mais importante, compreender que fatores impensáveis poderão ocorrer, e que as pessoas envolvidas no processo são determinantes aos resultados obtidos, os quais dependem também das trocas de conhecimentos e aprendizados que se desenvolvem durante o processo que vai da criação do conhecimento à inovação em si. Nesses casos, dada a interação e a integração de indivíduos com variados históricos acadêmicos, múltiplas experiências profissionais e crenças em diferentes paradigmas da ciência e das tecnologias, surgem situações inesperadas ou mesmo a criação de conceitos que escapam ao âmbito do projeto inicial. Este conjunto de possibilidades e de situações novas torna complexa a questão da criação do conhecimento associado à inovação.

Essa proposição busca outras contribuições além do modelo SECI, o qual se refere prioritariamente ao desenvolvimento e produção de itens de manufatura em série, como se pode observar nos exemplos utilizados pelos autores em sua já referida obra. Observe-se ainda que para alguns autores, dentre eles, Gourlay (2006) e Hildreth & Kimble (2002), o modelo SECI não explica claramente o processo de criação do conhecimento que leva à inovação. Ademais, com base em Leonard-Barton e Straus (2001), pode-se afirmar que o modelo não explica como se dá a dinâmica das trocas de conhecimentos e aprendizados nos grupos de projetos em que as pessoas têm diferentes percepções, formações e experiências. Em consequência, verifica-se que a inovação resulta, via de regra, de um conjunto mais complexo de fatores e relações, que serão tratados a seguir.

Este trabalho faz uma revisão da literatura sobre o modelo SECI e sobre outros modelos de criação do conhecimento associado à inovação nas organizações, buscando identificar fatores relevantes em processos de inovação complexos. Propõe-se que em ambientes competitivos as empresas são levadas a uma busca intensa por inovações de produto, processo, organização e mercado (Schumpeter, 1985), com destaque para o que pode ser denominado de propriedades emergentes (Chagas Jr., 2008). Tais propriedades surgem exatamente porque os conhecimentos tácitos e explícitos, como definidos por Nonaka e

Takeuchi (1997), não são suficientes e adequados à definição de estratégias de inovação que lidam mais com o inesperado e com a incerteza do que propriamente com o que é previsível e com o que pode ter seu risco calculado (Gourlay, 2006; Hildreth & Kimble, 2002). Complete-se a proposição com a discussão sobre as dinâmicas que se dão em grupos de desenvolvimento heterogêneos (Leonard-Barton, 1995; Utterback, 1994), situação em que as ideias surgem de diferentes modos e origens.

Este trabalho **não aprofunda** o foco em outras perspectivas relacionadas ao conhecimento criativo nas organizações. As teorias sobre a Gestão do Conhecimento Organizacional em si, tratadas por Nonaka e Takeuchi (1997), não serão destacadas neste trabalho. O mesmo se dá com a questão da troca de conhecimentos entre diferentes pessoas e empresas ou mesmo entre empresas de um mesmo grupo econômico, que já foram tratadas por autores como Nelson (1990), Cohen e Levinthal (1990), Szulanski (1996) e Prochno (2004). As teorias com foco nas estratégias organizacionais que incluem a inovação, que foram pesquisadas por autores como Grant (1996), Barney (1991), Kogut e Zander (1993), Oliveira Jr. e Miranda (1999) e Serra, Ferreira, Moraes e Fiates (2008) em estudos sobre recursos e competências, não terão espaço específico no trabalho. Os estudos sobre alianças e redes profissionais, de Powell, Koput e Smith-Doerr (1996); Stuart, Hoang e Hybels (1999) também não terão abordagem específica. Por fim, a questão do capital social, com autores como Stewart (1998) e Nahapiet e Ghoshal (1998), também não faz parte do foco desta pesquisa.

1.2. QUESTÃO DE PESQUISA

A partir desse contexto a seguinte questão de pesquisa é formulada: **Como se dá o processo de criação do conhecimento associado à inovação em empresa de base tecnológica? Que fatores são relevantes a este processo?**

Pretende-se compreender e explicar o processo de criação do conhecimento associado à inovação, diante da complexidade do processo inovativo das organizações contemporâneas e de mercados cada vez mais sofisticados e globalizados. Esta complexidade incorpora múltiplas disciplinas e propriedades não totalmente previsíveis. Deste modo, a trajetória do processo não necessariamente avançará conforme o plano originalmente traçado, podendo seguir dinâmica própria. A partir de teorias articuladas, pretende-se analisar os fatores

relevantes a este processo. Completam-se estas considerações iniciais afirmando-se que tais questões têm sido enfrentadas por diferentes teorias do conhecimento, apresentadas neste trabalho.

1.3. OBJETIVOS

Tomando-se como base a questão da pesquisa, são apresentados os objetivos deste trabalho.

Geral

- ✓ Identificar os fatores relevantes que contribuem para o processo de criação do conhecimento associado à inovação em empresa de base tecnológica.

Específicos:

- (1) Identificar a perspectiva estratégica de empresa de base tecnológica em relação à inovação.
- (2) Entender a composição dos recortes teóricos que se aplicam à temática da criação do conhecimento associado à inovação em empresa de base tecnológica.

1.4. JUSTIFICATIVA

O presente estudo justifica-se em função da crescente relevância da questão da inovação na economia mundial, integrada e globalizada (Chesbrough, 2008; Newell et al., 2009; Schumpeter, 1985). Uma das questões que esta pesquisa articula é a compreensão do modo como se dá a criação do conhecimento associado à inovação, tanto de produtos quanto de processos, mercados ou da organização em suas diversas materializações; tanto nas inovações radicais, transformadoras, quanto naquelas às vezes imperceptíveis, que ocorrem no dia a dia, fundamentais por serem pequenas e constantes, por ocorrerem em imensa quantidade, de forma clara, óbvia, ou apenas sutil, modificando posições das empresas no mercado, alterando o grau de competitividade das empresas, deslocando produtos, modificando costumes, consumindo o crédito, contribuindo continuamente para o crescimento da economia.

O mundo da inovação envolve um conjunto de conhecimentos e de ações que não são apenas técnicas e previsíveis, requerendo a inclusão dos conceitos de incerteza, as diferentes formas de percepção sobre determinada realidade, os valores, princípios e estratégias da liderança empresarial, a produção jurídica, o mercado, o ambiente socioeconômico, o ambiente acadêmico, o grau de abertura das inovações locais, as parcerias relevantes da organização que se estuda, o crédito etc. (Leonard-Barton & Straus, 2001; Lopes, 2009; Utterback, 1994). Na verdade, inovar leva ao desconhecido. O desconhecido tem comportamento desconhecido. Daí as incertezas (Chagas Jr., 2008).

O paradigma representado pelo modelo SECI leva o estudioso a compreender de um modo específico o processo de criação do conhecimento associado à inovação, como adiante se verá. Outros paradigmas serão mais abrangentes por compreenderem de modo mais completo as causas, os ambientes, as circunstâncias, os conflitos, os paradigmas dominantes e desafiantes, os erros, as diferenças de percepções e os diversos modos de compreensão dos fenômenos que cercam a criação do conhecimento, o seu compartilhamento, os aprendizados, as eventuais inovações, enfim (Barbieri, 2003; Cook & Brown, 1999; Hildreth & Kimble, 2002; Kim, 1993; Leonard-Barton, 1995; Chagas Jr., 2008; Qing-dong, 2010; Rodrigues & Riccardi, 2007; Schreiber, Junior, Chaves, Vargas, & Maçada, 2011; Utterback, 1994).

1.5. ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho se apresenta dividido em capítulos. O **primeiro capítulo**, introdução, serve como base para o início da discussão dos assuntos abordados.

No **segundo capítulo** realizou-se a revisão da literatura com foco nos achados sobre o campo da criação do conhecimento e da inovação.

Diversas teorias foram analisadas, iniciando-se a pesquisa pelas questões relativas à inovação tecnológica, passando pelo estudo dos sistemas de inovação e dos modos de proteção aos investimentos em inovação, e avançando pela análise das teorias e dos conceitos relativos à questão do conhecimento e da aprendizagem em grupos de desenvolvimento.

Dentre as teorias e autores estudados, Schumpeter (1985) mereceu destaque por seu pioneirismo e visão de futuro. Destacou-se a questão do empreendedorismo e dos paradigmas relacionados às inovações, verificando-se a característica essencial dessas inovações: disruptivas ou incrementais. Com Nelson (1990) e Freeman (1995) cuidou-se dos sistemas de inovação como base da evolução econômica dos países. Lundvall (1997) fundamentou o

destaque à relevância dos sistemas de inovação, em que os conhecimentos essenciais são compartilhados por diferentes grupos em diferentes formatos, detentores de conhecimentos específicos.

A questão da proteção aos investimentos, tanto do ponto de vista jurídico quanto econômico, foi tratada com base em Utterback (1994), Leonard-Barton e Straus (2001) e Chesbrough (2003).

Com Kim (2006), destacou-se a relevância do caminho inverso, citando-se o caso da Coreia do Sul que, em tempos passados, partiu da imitação para a inovação tecnológica. As teorias de Chesbrough sobre a inovação aberta foram articuladas, integrando conceitos de diversos outros autores.

Com Sawhney et al. (2006) observou-se que a inovação segue vários modelos de desenvolvimento. Destacou-se a vertente das *soluções*, em que a participação dos clientes no desenvolvimento de soluções tecnológicas é o principal fundamento do desenvolvimento da inovação, partindo dos conhecimentos e necessidades de determinado cliente em direção ao novo.

A análise dos modos de criação do conhecimento organizacional cuidou do modelo SECI (Nonaka & Takeuchi, 1997, 1995) paradigma dominante no campo dos estudos a que se referem este trabalho. Em virtude do domínio destes autores no campo da administração, em especial, no do conhecimento que leva à inovação, deu-se relevante destaque a estes autores. A pesquisa prosseguiu com a articulação das ideias de Polanyi (1964) sobre a questão dos conhecimentos tácito e explícito e também sobre o conceito de *gestalt*, momento em que os ensinamentos de Kuhn (2006) se fizeram presentes. Kuhn também foi citado em função de seus estudos sobre os paradigmas da ciência, assim como Dosi (1988) o foi em relação aos paradigmas das tecnologias.

Analizou-se também a questão dos desenvolvimentos em grupo, em que as ideias podem aflorar de modo imprevisível, a depender das experiências dos participantes dos grupos de desenvolvimento (Leonard-Barton & Straus, 2001; Newell et al., 2009). Tal tema está relacionado às estratégias empresariais, planejadas ou emergentes (Chagas Jr., 2008; Mintzberg et al., 2000).

Em relação aos modos de aprendizagem e de compartilhamento de conhecimentos, em que se consideram as teorias e os conhecimentos adquiridos na prática, analisaram-se as teorias de Dewey e Bentley (1948), Kim (1993), Leonard-Barton (1995), Hildreth e Kimble (2002) e Cook e Brown (1999).

Sobre a síntese da relação entre intensidade de investimentos em conhecimento e inovação, Nicolsky (2010) sintetiza o tema, historicamente desenvolvido por Schumpeter (1985) em relação ao empreendedorismo e aos tipos de inovação (disruptivas ou apenas visando às melhorias em produtos existentes) e por Nelson (1990) nos assuntos relativos aos sistemas de inovação.

No **terceiro capítulo**, apresentou-se a metodologia de análise e de coleta dos dados. A pesquisa procurou explicitar a questão do método, ressaltando a importância dos conceitos desenvolvidos por Yin (2010), Eisenhardt (1989), Flick (2009), Miles e Huberman (1994), Maccari (2008) e Lima (2010). Utilizou-se o estudo de casos múltiplos, seguindo o modelo conceitual preconizado por Lima (2010) e por Maccari (2008), harmonizando os conceitos de Yin (2010) e de Eisenhardt (1989).

Deste modo, partiu-se de teorias, modelos e conceitos para a análise em profundidade de cinco casos de desenvolvimento de inovações na empresa Siemens.

Considerando-se que a Siemens é um grupo econômico global e multi-mercados, cuidou-se da compreensão de suas estratégias corporativas, utilizando-se como suporte à pesquisa de campo um questionário específico (questionário 01), semi-estruturado, levado à diretoria de Tecnologia e Inovação da empresa. Outro questionário foi preparado (questionário 02), também de modo semi-estruturado, para servir de base ao aprofundamento da pesquisa dos cinco casos analisados:

- 1º) Transformador subterrâneo a seco (DrySub) - desenvolvimento conjunto fornecedor-cliente;
- 2º) Sistema "*smart grid*" de gestão de energia – desenvolvimento entre a empresa, suas subsidiárias ao redor do mundo e um Centro de P&D em Universidade local;
- 3º) Sistema de posicionamento dinâmico de plataformas marítimas – integrando empresa subsidiária da Siemens, agencia de desenvolvimento, universidade, centro de pesquisa e outra empresa;
- 4º) Contatores Digitais – desenvolvimento conjunto entre empresas parceiras;
- 5º) Technology to Business (TTB) – Organização para identificação e desenvolvimento de parceiros em inovação no Brasil – considera a criação de um centro de inovações com parceiros em fase inicial de desenvolvimento de produtos.

Neste capítulo inseriu-se o **constructo da pesquisa**, que aglutinou as perguntas em conjuntos lógicos (os *clusters*), depois denominados **dimensões**, exatamente porque os *clusters* de perguntas tiveram como focos temas específicos (dimensões), que levaram aos **fatores relevantes** da pesquisa. Compreenda-se que o constructo foi elaborado depois da etapa relativa aos questionários e às entrevistas. A seção relativa ao constructo explica a formação das dimensões, relacionando-as às perguntas que lhes deram origem e às teorias que serviram de base para a elaboração das referidas perguntas.

O **quarto capítulo**, sobre a análise dos resultados, apresentou a empresa Siemens com um sumário de sua história no mundo e no Brasil. O que se verificou é que a Siemens, em função do âmbito de sua atuação e da maturidade de sua estrutura (pessoas, organização, mercados de atuação, tecnologias e parcerias, culturas e regiões de atuação) ao mesmo tempo em que centraliza as decisões estratégicas sobre quais produtos oferecer em quais mercados, buscando padrões internacionais de mercado e de qualidade, também cria um ambiente de grande potencial de criatividade, com a oferta de laboratórios, bancos de informações técnicas e disponibilidade de pesquisadores ao redor do mundo, o que se observou por ocasião dos estudos dos cinco casos analisados. Tais casos foram inicialmente explicados em profundidade, com foco na história de cada um deles, *sem nenhuma referência teórica*. Pretendeu-se com esta abordagem a compreensão factual de cada um dos casos, para que o leitor pudesse ter uma visão ampla de cada trajetória.

A seguir foi articulada uma análise dos casos práticos diante das teorias estudadas que serviram de base para as perguntas formuladas. Tais perguntas haviam sido aglutinadas em 09 dimensões, a primeira delas relativa à perspectiva estratégica da Siemens (questionário 01) e as oito dimensões seguintes voltadas à compreensão dos casos práticos estudados (questionário 02). Em sequência cuidou-se das considerações a respeito do modelo SECI.

Atendidos os objetivos específicos 01 e 02, passou-se à apresentação do Quadro 7, que apresenta o conjunto dos fatores relevantes ao processo de criação do conhecimento associado à inovação em empresa de base tecnológica.

No **quinto e último capítulo** foram apresentadas as conclusões e as recomendações para futuras pesquisas.

2. REVISÃO TEÓRICA

Nas primeiras partes deste capítulo são analisadas teorias a respeito da inovação, objeto final da pesquisa. Na sequência, são analisados diversos modelos e teorias acerca do processo de conhecimento associado à inovação, sendo este o objeto causal do presente trabalho.

2.1. Teorias relevantes a respeito da inovação tecnológica

Nesta parte do capítulo apresentam-se teorias que fundamentam o campo da inovação. São também apresentadas as definições do Manual de OECD (2005), dada a sua representatividade no campo da Inovação em ambiente globalizado.

Para Schumpeter (1984), caberia ao empresário a tarefa de criar inovações, sendo mesmo a mola mestra do capitalismo. Referiu-se ao tema nos seguintes termos:

O capitalismo, então, é, pela própria natureza, uma forma ou método de mudança econômica, e não apenas nunca está, mas nunca pode estar, estacionário. E tal caráter evolutivo do processo capitalista não se deve meramente ao fato de a vida econômica acontecer num ambiente social que muda e, por sua mudança, altera os dados da ação econômica; isso é importante e tais mudanças (guerras, revoluções e assim por diante) frequentemente condicionam a mudança industrial, mas não são seus motores principais. Tampouco se deve esse caráter evolutivo a um aumento quase automático da população e do capital ou aos caprichos dos sistemas monetários, para os quais são verdadeiras exatamente as mesmas coisas. O impulso fundamental que inicia e mantém o movimento da máquina capitalista decorre dos novos bens de consumo, dos novos métodos de produção ou transporte, dos novos mercados, das novas formas de organização industrial que a empresa capitalista cria (Schumpeter, 1984, p. 112).

Nelson (1990) reflete sobre a questão da P&D, base das inovações tecnológicas, destacando a função do laboratório de pesquisas, base do moderno capitalismo.

De acordo com Barbieri (2003), Inovação Tecnológica é o resultado da geração de uma ideia que foi implementada com resultados positivos. Tais resultados beneficiam a empresa, que obtém lucros, e os consumidores, que se satisfazem com a aquisição realizada. Pode ocorrer a inovação no produto ou no processo, ou ainda na própria organização ou mercado; pode ser contínua, quando se vai aperfeiçoando paulatinamente, ou radical, situação de ruptura de paradigmas, de quebra de costumes do consumidor e de valoração de ofertas, totalmente inovadora; a inovação será difundida, no caso em que proliferar o seu uso, via licenciamento ou transferência de tecnologia, ou mesmo por meio da imitação.

Para Tidd, Bessant e Pavitt (2001), a inovação se refere aos vários graus de novidade de uma oferta, em relação às mudanças:

- Inovação incremental: que parte de produtos ou processo existentes, melhorando-os;
- Inovação radical: quando muda a base tecnológica, proporcionando desempenhos superiores e diferenciados, mudando modos de pensar determinado problema; possuindo, portanto, alto grau de novidade.

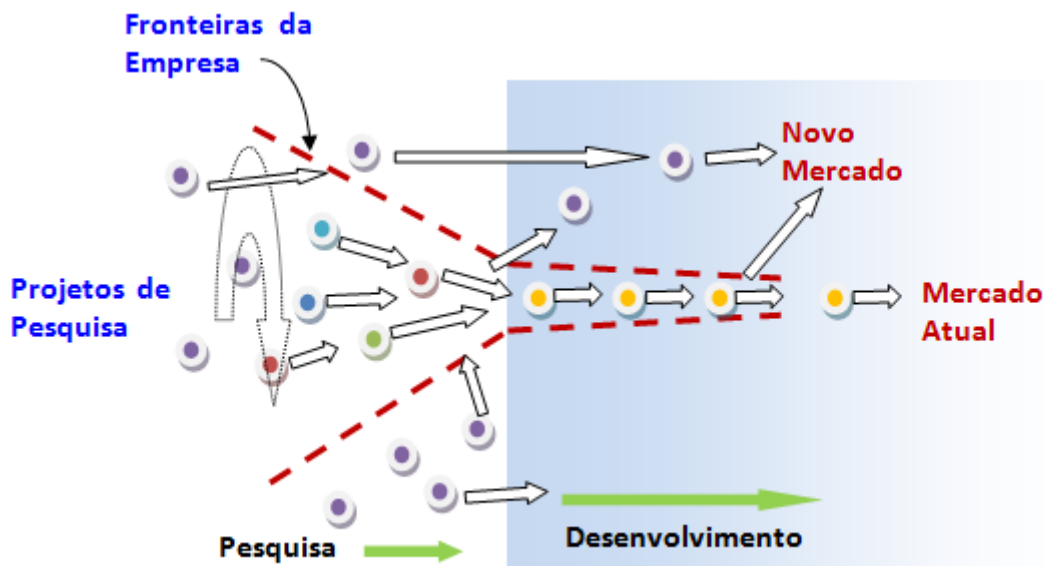
Tigre (2006), por sua vez, destaca que as inovações, já sabidamente radicais ou incrementais, em relação a um produto, processo ou sistema organizacional, ou ainda a um novo mercado, podem, em um extremo, mudar paradigmas e, em outro, apenas ajustar-se ao dia a dia de seu uso, que se vai ampliando proporcionalmente ao aumento do sucesso obtido, tornando-se uma referência de mercado. A partir daí, passam a ser imitadas, ou mesmo superadas. Chama-se a este fenômeno processo de difusão da inovação.

Em algumas situações, o processo inovativo percorre caminho contrário, partindo da imitação (que ocorre durante a fase de difusão) para a inovação. É o que se dá em determinados países em desenvolvimento, no estágio inicial de seu desenvolvimento, como ocorreu na Coreia do Sul (Kim, 2006).

Kline e Rosenberg (1986) destacam as ligações existentes entre as diferentes atividades de pesquisa e as atividades dos segmentos da indústria e do comércio. Neste modelo, o sentido das relações nem sempre vai da pesquisa básica para o desenvolvimento tecnológico. O processo de inovação evolui de técnicas simples para práticas mais complexas e sofisticadas. O modelo Kline e Rosenberg (1986) pode ser utilizado tanto em relação à atividade de inovação de uma única firma, a qual cuida de todas as fases típicas do processo de pesquisa e desenvolvimento de produtos e processos, até a colocação das ofertas no mercado, ou de um conjunto de empresas que atuam de modo integrado, como clientes e fornecedores; ou mesmo de redes de cooperação para a inovação, envolvendo, por exemplo, empresas e instituições de pesquisa.

Para Chesbrough (2003), inovação aberta é um paradigma que parte do princípio que as empresas podem e devem usar ideias internas e externas. A inovação aberta, para o autor, combina tais ideias dentro de uma arquitetura na qual as necessidades são definidas em função do modelo de negócio. Com o paradigma da inovação aberta, os modelos de negócios devem utilizar ideias internas e externas para criar valor, ao mesmo tempo em que definem mecanismos internos para que utilizem alguma fração desse valor (Chesbrough, 2003).

Inovação aberta, para Chesbrough (2008), é uma prática para a promoção da inovação, e também um modelo cognitivo para a criação, interpretação e pesquisa dessas práticas. Conforme se verifica na Figura 1, o modelo de Chesbrough (2008) é complexo, considerando tanto as ideias que vem de parceiros externos ou internos, dentre eles, empregados da empresa, entidades de P&D, fornecedores, concorrentes, parceiros em geral, até a venda, a terceiros, de tecnologias desenvolvidas que não tenham utilização estratégica na própria empresa, ou ainda, considerando a possibilidade de criação de novos negócios, separados do negócio original (*spin off*), com objetivo de maior agilidade nos diversos negócios e manutenção dos focos empresariais, sem dispersão das grandes missões corporativas (Chesbrough, 2008).



Fonte: Adaptado por **Rodrigues, Heringer e França (2010)**.
Figura 1: Modelo de Inovação aberta, por Chesbrough.

Para Lopes (2009), a sociedade sempre inventou e sempre inovou, sendo que, hoje em dia, vive-se uma nova forma de inovação: a inovação distribuída. Essa inovação é realizada em torno de um bem comum (*software* é o melhor exemplo), por muitas pessoas, que, em muitos casos, atuam sem remuneração. Os clientes das inovações precisam ser identificados, pois deles partirão as ideias que agregarão valor ao produto fornecido, difundindo a inovação, de modo que todos possam compartilhar das ideias que se tornaram produtos e processos inovadores (Hippel, 2005).

O ponto chave deste olhar reside na percepção sobre a insuficiência do compartilhamento apenas técnico das estruturas de desenvolvimento de ideias e de produtos, avançando para a noção da necessidade de formação de formas de relacionamentos para além das fronteiras da empresa, estabelecendo uma abertura de redes externas à organização, que permite que usuários participem da concepção de novos projetos e que não sejam apenas emissores de opiniões a respeito das funcionalidades do produto. Centra-se este modelo de inovação no usuário, partindo de suas necessidades, capacidade de articulação e produção em rede. (Hippel, 2005).

Sawhney et al. (2006) apresentam sua classificação das inovações conforme a Figura 2, que apresenta 12 modos de inovação tecnológica de produtos e de processos. Tal Figura é observada de modo mais claro por intermédio do que os autores chamaram

de radar, uma circunferência tendo à esquerda os fornecedores e parceiros de produção, à direita os clientes, acima o produto e abaixo o processo. Entre os quatro pontos de intersecção da circunferência com as duas retas perpendiculares observam-se os conceitos relacionados. O mais relevante neste estudo, sob a ótica do presente trabalho, é a maneira clara com que os autores do artigo apresentam ao leitor os diferentes modos de inovar, não apenas em relação ao produto ou ao processo, mas, mais que isso, em relação às variações sobre o tema.



Fonte: Adaptado pelo autor de Sawhney et al. (2006).

Figura 2: O radar da inovação.

No caso do Brasil, um país com recursos tecnológicos menores que os dos países desenvolvidos, mas com um mercado crescente e com uma competência local em crescimento, há campo para o desenvolvimento de inovações, não apenas e necessariamente no desenvolvimento do produto em si, mas sim nos usos do produto em ambiente integrado. É denominada inovação em soluções (*solutions*). Tal tipo de inovação se refere à inovação nos usos do produto em conjunto com outros produtos, de outros fabricantes.

2.2. Manual de Oslo

De acordo com o Manual de Oslo, desenvolvido pela OCDE, em sua terceira edição (OECD, 2005), as inovações podem ser de quatro tipos básicos: Produto, Processo, Organização e Marketing.

Em relação à inovação de produto e de processo, define o Manual que tal ocorre quando o produto inovador é colocado no mercado ou quando o processo é implementado no processo produtivo. Não basta inventar, melhorar, criar e testar protótipo; há que se levar o produto ao mercado ou, no caso de inovação em processo, implementá-la em processo de produção operacional. No caso do produto, há que se considerar que também os serviços são considerados sob o conceito de inovação de produto, segundo o mesmo manual.

Em relação às inovações organizacionais, diz o Manual que as mudanças ocorrem “em práticas de negócios, na organização do local de trabalho ou nas relações externas da empresa” (OECD, 2005, p. 23).

No que se refere às inovações em marketing, o Manual destaca que tais inovações “envolvem a implementação de novos métodos de marketing, incluindo mudanças no *design* do produto e na embalagem, na promoção do produto e sua colocação, e em métodos de estabelecimento de preços de bens e de serviços” (OECD, 2005, p. 23). É o caso da inovação em marketing promovida pela empresa Coca-Cola na Austrália, em 2011. Foram escolhidos 150 nomes de pessoas comuns, sendo que a Coca-Cola imprimia o nome da pessoa, em tempo real, na compra de uma lata de Coca-Cola em quiosques. A consequência foi o forte crescimento da venda de Coca-Cola e de sua participação no mercado local (Coca-Cola, 2013).

No Brasil, a empresa que comercializa o produto SEM PARAR é típico exemplo de inovação em organização: bancos, empresas de cartões de crédito, concessionárias de rodovias, estacionamentos de centros de compras, quiosques de vendas em lanchonetes, redes de manutenção de sistemas etc., todos integrados para viabilizar a passagem de veículos automotores por rodovias e estacionamentos sem a parada e o enfrentamento de filas para pagamento da autorização para a passagem do veículo pelo local de cobrança (Via Fácil, 2013).

2.3. Sistemas de Inovação e a proteção aos investimentos em inovação

Na quarta parte do capítulo são discutidas questões relativas aos sistemas de inovação, em diferentes âmbitos, pois destes sistemas de integração para a criação da inovação depende relevante parte dos sucessos em pesquisa e desenvolvimento com

vistas à inovação. Os sistemas de inovação se propõem a tratar do estudo da sistematização do aproveitamento de conhecimentos e aprendizados oriundos de diferentes escolas de pensamento e de diferentes situações profissionais, acadêmicas, científicas e tecnológicas. São integrados em função do projeto de desenvolvimento de um produto ou processo que pretende ser inovador, em momento futuro. É parte inerente ao processo de criação do conhecimento associado à inovação a compreensão dos diversos sistemas de inovação, pois cada sistema de inovação tem um ou mais formatos de criação e compartilhamento de aprendizados e de conhecimentos.

Completa-se esta parte do capítulo com uma breve discussão sobre a proteção das inovações, pois o processo de criação do conhecimento associado à inovação inclui a gestão de interesses e a dinâmica de parcerias que buscam, além da própria inovação, também os modos de proteção de seus investimentos (Herstad, Bloch, Ebersberger, & Van De Velde, 2010; Leonard-Barton, 1995; Utterback, 1994).

2.3.1. Sistemas Nacionais e regionais de inovação

Com base em Lundvall (1997) observa-se que o processo de inovação traz consigo incertezas intrínsecas, tornando impossível o conhecimento prévio das variáveis associadas a ela, destacando-se a relevância da necessidade de compreensão dos sistemas de inovação em virtude da diversidade de possibilidades na distribuição de competências entre indivíduos, organizações, regiões e nações.

Campanario, Maccari e Silva (2004), por sua vez, destacam a relevância da questão da inovação na política Industrial brasileira, inclusive no contexto das PPP's – Parcerias público-privadas, em especial, no setor de infra-estrutura. Destaca-se a relevância das PPP's, embora pouco exploradas, na perspectiva do sistema nacional de Inovação.

Qing-dong (2010), em pesquisa sobre os diferentes paradigmas dos sistemas de inovação, apresenta de modo sucinto, os seguintes modelos teóricos: Sistema de Inovação Nacional, Sistema de Inovação Regional, Sistema de Inovação empresarial, Sistema de Inovação por Indústria, Sistema de Inovação em *Cluster* e Sistema de Inovação Global.

Depois de tecer comentários sobre o equilíbrio e o desequilíbrio do sistema, que se estabiliza quando os fatores inter-relacionados estão adequadamente balanceados, e que se desequilibra quando há instabilidade relevante, partindo para outro patamar de equilíbrio, Li Qing-dong (2010) faz menção às inovações sob a perspectiva da tecnologia, do mercado etc., concluindo que a pesquisa sobre inovação teria começado com Schumpeter no início do século XX, depois passando para um modelo impulsionado pela tecnologia, o que teria ocorrido no pós-guerra, seguindo pelo modelo em que a demanda de mercado impulsionava as inovações, até que, nos anos oitenta, passou-se à lógica dos sistemas de inovação, pouco importando se o paradigma era a região, o país ou a indústria – o importante passou a ser o desenvolvimento conjunto que levasse à inovação.

Por sua vez, Herstad et al. (2010) recomendam um modelo de estudo que examine o modo pelo qual as políticas nacionais estejam respondendo aos desafios e às oportunidades resultantes da distribuição global das redes de conhecimentos, bem como os fluxos de informações tecnológicas entre os diversos setores do saber, argumentando que o propósito das políticas de pesquisa pública deve ser o de desenvolver e sustentar as bases de conhecimentos capazes de fazerem crescer e suportarem a competição internacional das indústrias, buscando a harmonização dos interesses territoriais, de governos e de instituições públicas com os interesses das empresas de todo tamanho, que necessitam inovar e que, neste sentido, desconhecem fronteiras.

Freeman (1995), teórico clássico dos sistemas nacionais de inovação, defende a relevância do foco nacional ou regional nos esforços voltados à inovação, mesmo em ambiente de globalização. Seu pioneiro estudo analisou diferentes países, como o Japão, o Estados Unidos da América, a antiga União Soviética, o Brasil, a Coreia do Sul etc. Observou os modos de desenvolvimentos de cada região, apresentando os resultados de modo objetivo, o que, além do mais, nos indica que caminhos podem ser percorridos. O autor observa que a relevância dos países diminuiu, de um lado, em função das organizações supranacionais e, de outro, por causa das regiões onde a economia está fortemente integrada, sejam regiões dentro de um país, sejam regiões que atravessam países.

2.3.2. Proteção aos investimentos em Inovação.

Dada a extrema necessidade de proteção dos investimentos em pesquisa e desenvolvimento com vistas à inovação, bem como da proteção das próprias inovações, discute-se, nesta seção, a questão da proteção relativa às referidas inovações, em suas modalidades básicas.

Na verdade, nos projetos em que não há um adequado sistema de proteção às ideias e aos investimentos em pesquisa e desenvolvimento, podem surgir conflitos de comunicação ou mesmo de interesses, de tal modo que o resultado do processo de criação do conhecimento associado à inovação talvez venha a ser prejudicado por fatores não considerados nos objetivos iniciais do projeto.

2.3.3. Proteção aos investimentos em inovação distribuída

Partindo-se do pressuposto de que a inovação distribuída está centrada no usuário do sistema, do produto ou do serviço, sendo o usuário o principal responsável pelas inovações incrementais resultantes do projeto, torna-se complexa a questão das políticas de proteção aos investimentos (Hippel, 2005). Onde não há proteção ao invento, ao conhecimento criado, ao aprendizado que leva ao novo, à melhor ideia aplicada, não há que se falar em proteção da futura inovação, ou da inovação ocorrida e consolidada. Em um ambiente informal, onde o conhecimento é tácito e compartilhado quase que livremente, a tarefa de formalização da propriedade de parcelas de contribuição à inovação é tarefa complexa e de difícil implementação.

2.3.4. Proteção aos investimentos em inovação aberta

Partindo das teorias de inovação aberta de Chesbrough (2003) há ainda outra forma de inovação, ou seja, aquela que é desenvolvida em conjunto com terceiros, levando a empresa a compartilhar os conhecimentos gerados e as receitas oriundas da comercialização da inovação, utilizando-se dos vários tipos de sistemas de inovação já referidos. Nesta situação, a definição da proteção das ideias que se transformam em inovações e das receitas daí oriundas, requerem estudo caso a caso, de tal modo que não

surjam conflitos de interesse ou desequilíbrios na obtenção dos retornos dos investimentos das entidades envolvidas no desenvolvimento (Leonard-Barton & Straus, 2001; Utterback, 1994).

2.4. Teorias a respeito do processo de criação do conhecimento associado à inovação nas organizações

Nesta parte do capítulo será analisado o modelo SECI, incluindo nela tanto a síntese de seus fundamentos quanto algumas questões teóricas críticas ao modelo. Serão apresentadas também referências brasileiras ao trabalho de Nonaka e Takeuchi (1997), mostrando a relevância e a influência destes autores na Academia Brasileira de Administração, em que a Criação do Conhecimento que leva à inovação tem como paradigma dominante o modelo SECI.

Com base em Rodrigues e Riccardi (2007), observa-se que o trabalho cuida da criação do conhecimento no nível operacional dos processos inovativos, caso a caso, *não tendo como foco principal o estudo da gestão do conhecimento organizacional que tem como principal objetivo fixar na organização os conhecimentos explícitos de seus desenvolvedores e colaboradores* (grifo do pesquisador).

Completando esta parte do capítulo são analisadas e discutidas diversas teorias sobre o tema, incluindo uma discussão sobre os paradigmas das ciências e das tecnologias que levam aos conhecimentos que propiciam o ambiente para a criação das inovações. Observe-se que a questão da complexidade do Japão no pós-guerra está inserida nesta parte do trabalho, que inclui observações fundamentadas em Johnson (1993).

2.4.1. Criação do Conhecimento Organizacional que leva à Inovação, segundo o modelo SECI.

A relevância da discussão decorre da utilização do modelo SECI, na imensa maioria das vezes, sem uma análise prévia mais profunda do contexto em que foi gerado tal modelo, partindo-se especificamente da análise de seus componentes.

O modelo SECI foi apresentado por Nonaka e Takeuchi, originalmente, em 1995 e, posteriormente, em tradução para o português em 1997. Os títulos são: “Criação do Conhecimento na Empresa: Como as Empresas Japonesas Geram a Dinâmica da Inovação, 1ª edição: 1997; 20ª edição: 2008”; “The Knowledge – Creating Company. How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation” (Nonaka & Takeuchi, 1995). Verifica-se que todas as edições brasileiras tem o mesmo conteúdo.

Nonaka e Takeuchi contextualizam a definição do modelo SECI, utilizando principalmente casos da indústria japonesa dos anos oitenta, notadamente indústrias manufatureiras de produtos em série. Esta é uma situação específica, que não representa toda a complexidade dos mercados de produtos e processos nos diversos setores da economia. Nonaka e Takeuchi afirmam que:

“[...] o sucesso das empresas japonesas se deve a suas habilidades técnicas na “criação do conhecimento organizacional”, ou seja, “à capacidade que uma empresa tem de criar conhecimento, disseminá-lo na organização e incorporá-lo a produtos, serviços e sistemas”. Tudo se resumiria ao conhecimento humano (Nonaka & Takeuchi, 1995, p. XII).

Para os autores, conhecimento organizacional é a capacidade de uma empresa criar um novo conhecimento, difundi-lo na organização como um todo e incorporá-lo a produtos, serviços e sistemas.

Nonaka e Takeuchi destacam que o conhecimento se converte nos seguintes modos: do tácito para o tácito; do tácito para o explícito; do explícito para o explícito e do explícito para o tácito (Figura 3). Para eles, “os quatro processos juntos constituem a criação do conhecimento” – p. XII. Observam que o conhecimento é explícito quando é formal na linguagem, transmissível sem maiores dificuldades.

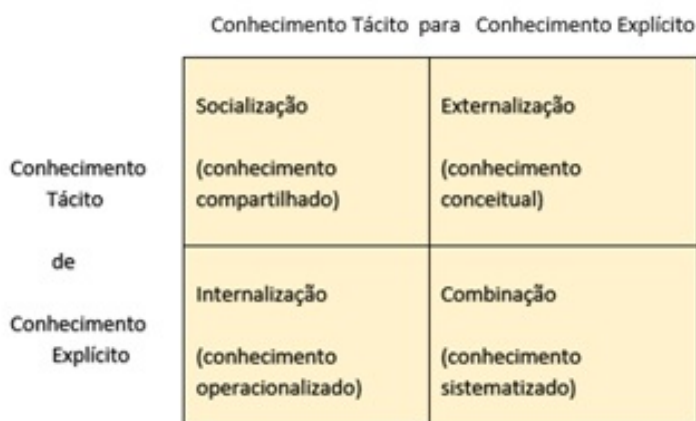


Figura 3: Modelo SECI - adaptado pelo autor, a partir de Nonaka e Takeuchi (1997).

Ressaltam ainda que o conhecimento tácito é difícil de ser articulado na linguagem formal, e também mais importante que o conhecimento explícito. É intangível, envolvendo crenças pessoais, perspectivas e sistemas de valor, sendo difícil de expressar. Alegam que, a partir da interação dessas duas formas de conhecimento surge a principal dinâmica da criação do conhecimento na organização do negócio. Para eles, trata-se de um processo em espiral. Acreditam verdadeiramente que o conhecimento organizacional que leva à inovação tem como princípio básico essa dinâmica.

Em verdade, Nonaka e Takeuchi procuram trazer um conceito já há muito discutido no campo: o de que existem níveis de criação do conhecimento na organização: indivíduo, grupo e organização. Voltam ao tema, afirmando que o ponto central sobre a criação do novo conhecimento nas empresas japonesas é a conversão do conhecimento tácito em conhecimento explícito. Destacam que os ocidentais não recorrem ao tema da criação do conhecimento organizacional.

Os autores consideram que os americanos tratam a organização como uma máquina de processamento de informações, utilizando apenas o conhecimento explícito, formal e sistemático: dados brutos, fórmulas, códigos etc. Para eles, os gerentes ocidentais precisam desaprender o que sabem e entender a importância da abordagem japonesa.

Concluem que: **“A criação do conhecimento leva à inovação contínua, o que por sua vez leva à vantagem competitiva”**. – p. 7.

Inicialmente, é preciso que se compreenda que, na época em que foi escrito o texto original dos autores, o Japão vinha de um período de décadas (após o término da Segunda Guerra), sendo um dos maiores **importadores** de tecnologias do mundo, tecnologias essas que adquiria do Ocidente, em especial, dos Estados Unidos da América (Johnson, 1993). Ao mesmo tempo, transformaram-se em referência mundial de qualidade em produtos e em processos manufatureiros.

Sobre o tema específico da inovação Nonaka e Takeuchi (1997) não trazem referências conceituais, ou sejam, não explicam o conceito de inovação, o que impede o leitor de saber a que tipos de inovação os autores estão a se referir no texto. Há outra questão, não esclarecida no texto: Como o conhecimento leva à inovação? Sabe-se que a inovação bem sucedida depende também de fatores externos à firma (Chesbrough, 2008). Observa-se ainda que as referências dos autores às empresas japonesas não explicam efetivamente como se dá o processo que leva da criação do conhecimento à inovação, mesmo no modo japonês de empreender e produzir.

Outra questão em aberto: Como fatores relevantes ao tema da inovação interferem na criação do conhecimento? Vejam-se alguns deles: (1) o mercado, que inclui temas como grau de competitividade e concorrência, comportamento do consumidor, preço e força da marca; (2) o crédito; (3) as pesquisas em inovação aberta a partir de outras entidades além da empresa; (4) a questão dos empreendedores que surgem com produtos inovadores criados a partir de outros campos do conhecimento, como já visto em Schumpeter (1985), Utterback (1994), Leonard-Barton (1995) etc.

Avançando nesta análise, o pesquisador apresenta uma realidade distinta daquela refletida no modelo SECI. Trata-se de observação sobre três documentários da organização National Geographic's, apresentados em canal de televisão por assinatura no início de 2012. São eles:

- (1) sobre a Fábrica do modelo F150, da FORD Motors;
- (2) sobre a Fábrica do modelo X3, da BMW;
- (3) sobre uma Fábrica da PORSCHE.

Os documentários mostravam funcionalidades dos modelos divulgados, apresentando a seguir o modo de produção dos componentes do veículo relacionados à funcionalidade apresentada. Algumas etapas de produção utilizavam maior grau de automação, com intensa utilização de robôs integrados por sistemas de produção computadorizados. As imagens buscavam sempre demonstrar qualidade dos produtos e respeito aos trabalhadores e ao meio ambiente.

Em pelo menos dois casos retratados, utilizou-se um banco na extremidade de um longo braço flexível, no qual o trabalhador executava as suas tarefas com postura física adequada, em frente ao assunto a ser tratado, sem esforço físico algum. Certamente, tal processo foi testado e cronometrado, tendo sido o trabalhador devidamente treinado, com as peças à mão, de modo a otimizar qualidade, tempo e custos.

Dir-se-á que a tarefa relatada, concebida e desenvolvida por equipe multidisciplinar de projetos, não realizou conversão de conhecimentos (presumível explicação segundo o modelo SECI), mas sim inovou na criação de um sistema, a partir de diferentes percepções, conhecimentos, aprendizados e experiências vividas pelos componentes dos grupos de desenvolvimento de processos fabris.

Um dos casos apresentados tratou de uma inovação em processo, ocorrida na fábrica da empresa FORD, não sendo relevante, neste momento, se a inovação ocorreu somente nessa fábrica, ou se em diferentes plantas industriais da empresa, ou se ocorreu difusão de uma inovação anterior. O que parece ser relevante é a inovação em si no caso concreto, em termos práticos. Tal inovação, certamente, trouxe à empresa um maior grau de competitividade na oferta de seus produtos ao mercado.

Reflete-se que o conhecimento tácito é conhecimento criativo, pessoal, oriundo das experiências de quem as tem, ou da curiosidade provocativa, sendo apenas o início mediato do processo que pode levar às inovações (Cook & Brown, 1999; Hildreth & Kimble, 2002; Newell et al., 2009; Polanyi, 1964).

Há longo caminho a ser percorrido e muito a ser aprendido, entre o momento inicial do projeto, em que cada indivíduo se apresenta munido de seus conhecimentos, experiências, formação teórica e convicções pessoais, e o momento em que a ideia se transforma em produto acabado pronto para ser levado ao mercado, após intensa troca

de experiências entre indivíduos de diferentes origens, muito aprendizado, testes e simulações, análises diversas, prototipagem, estudos sobre produto e processos, análise de materiais, modos de produção e custos/qualidade associados, grupos interdisciplinares presenciais e ou remotos, etc..

O que se torna explícito é o resultado pronto, pequena parte do todo, agora decomposto em partes, as quais serão manufaturadas segundo regras de otimização de custos, adequação de materiais, processos e maximização da qualidade (grifo do pesquisador). Abre-se então campo para a inovação em processos, que tem como fundamento a necessidade de fabricação de um novo produto.

Observa-se que a inovação percorre caminhos diversos e complexos, os quais têm como base inicial diversos tipos de conhecimentos, de informações e de condições de contorno, dentre os quais se incluem objetivos, metas, escopo, restrições diversas, conhecimentos conceituais, operacionais, princípios lógicos, tácitos, explícitos, percepções, experiências, aprendizados, trocas de informações presenciais ou virtuais entre membros de grupos internos ou externos, erros, enganos, mudanças de trajetórias, troca de lideranças e/ou de componentes dos grupos de trabalho do projeto, cronogramas, custos e prazos, conflitos entre ideias e ideais, questões de interpretação da realidade, consulta a pessoas e grupos de apoio etc., até que se chegue a algumas alternativas, a algum protótipo, que seguirá por novos caminhos, com novos achados, previsíveis ou inimagináveis, até o momento em que se obtém o resultado do trabalho, a finalidade do projeto, materializado em um produto ou processo pronto para o mercado (Kim, 2006; Chagas Jr. (2008), Leonard-Barton, 1995; Utterback, 1994). Deve-se lembrar que inovação é conceito a ser estendido aos ambientes de marketing e à própria organização (Chesbrough, 2008; OECD, 2005; Schumpeter, 1985).

Reflete-se também que o modelo SECI não considerou algo que é inerente ao processo de desenvolvimento de sistemas computadorizados. Trata-se do aprendizado inicial de programadores e analistas de sistemas, no momento em que realizam o levantamento da situação de um sistema de trabalho ou de informações que será substituído por outro sistema, este um sistema computadorizado (Prince, 1975).

Nonaka e Takeuchi (1997) citam três características essenciais para a criação do conhecimento. Para os autores, a primeira característica essencial à criação do

conhecimento é: Metáfora e Analogia. Apresentam como exemplo: “Evolução do automóvel”, “Máximo para o homem, mínimo para a máquina”. Afirmam que metáforas foram utilizadas para nortear o desenvolvimento de um produto - o Honda City. Os autores destacam que: “o conceito de metáfora é altamente eficaz no sentido de provocar o compromisso direto para com o processo criativo nos primeiros estágios da criação do conhecimento” (Nonaka & Takeuchi, 1997, p. 12). Os autores não explicam que tal conceito é universal. Para Morgan (2007), há diversas referências sobre o tema, que já vinha sendo discutido desde os anos 60. Ressalta-se que a metáfora indica caminhos, mas não é conhecimento em si e não leva necessariamente à inovação.

Nonaka e Takeuchi (1997) explicam a segunda característica:” Do conhecimento pessoal ao Conhecimento Organizacional”. À página 13 os autores referem que: “A história do Honda City revela como o novo conhecimento sempre começa com um indivíduo” - Hiroo Watanabe, no caso apresentado. Os autores não demonstram como teria ocorrido a suposta ampliação do conhecimento que, segundo eles, partiu de Hiroo Watanabe para um número maior de pessoas.

A terceira e última característica essencial, no dizer dos autores, à página 14, é: “Ambiguidade e redundância”. Destaca-se que, em realidade, toda mudança tem em seu interior um potencial de caos (Leonard-Barton, 1995; Newell et al., 2009). A incerteza, consequência do desconhecimento a respeito do futuro que logo chegará, deve ser minimizada, mas precisa ser tida como possibilidade efetiva, para que planos contingenciais sejam preparados. Leonard-Barton e Straus (2001) destacam que o desenvolvimento de produtos e de processos complexos deve considerar, em paralelo às estratégias planejadas, também aquelas denominadas emergentes, que ocorrem de modo imprevisto, exigindo análises e decisões não pensadas antes.

Nonaka e Takeuchi continuam, à página 16: “[...] os gerentes de nível médio servem como elo entre os ideais visionários da alta gerência e a realidade da linha de frente da empresa”. Os autores acreditam que os ideais visionários pertencem à alta direção da empresa, significando também que à alta direção compete a criação maior, cabendo as questões operacionais às pessoas da linha de frente. Essa abordagem parte de teorias estratégicas formais, típicas dos anos 60, reconhecidamente incompletas (Mintzberg, Ahlstrand, & Lampel, 2000), pois existem, além das estratégias e decisões deliberadas, também as questões que exigem estratégias emergentes. Além disso, há

também a questão da inteligência criativa de todas as pessoas da organização, em empresas que aprendem consigo mesmas (Rodrigues e Riccardi, 2007).

Os autores observam, à página 61: “Para explicar a inovação, precisamos de uma nova teoria da criação do conhecimento organizacional”, continuando nos seguintes termos: “Assim, como qualquer abordagem do conhecimento, esta terá a sua própria ‘epistemologia’ (a teoria do conhecimento), embora bastante diversa da abordagem ocidental tradicional”. Definem duas dimensões da criação do conhecimento: a dimensão epistemológica e a dimensão ontológica, destacando que a pedra fundamental da referida epistemologia seria a distinção entre o conhecimento tácito e o conhecimento explícito. Para os autores, o que definiria a ontologia desta teoria seria o estudo dos níveis de conhecimento, do individual ao organizacional. Os autores definem conhecimento como uma “crença justificada”, atacando supostas definições ditas ocidentais que, para eles, teriam a “verdade” como atributo essencial do conhecimento.

Observa-se nos estudos de Nonaka e Takeuchi (1997) que, além de utilizarem majoritariamente empresas de grande porte voltadas a bens manufaturados em série, também tecem considerações sistemáticas sobre a falta de criatividade do Ocidente, que sempre contrapõem ao Japão.

Nonaka e Takeuchi (1997) utilizam dois eixos principais na teoria que desenvolveram: um expresso nos gráficos e tabelas; outro constante nos textos escritos. Os gráficos e tabelas apresentam sempre a dicotomia entre tácito e explícito acompanhada da dicotomia individual versus organizacional. Já no texto os autores repetem sistematicamente que o Japão faz de modo certo e que o Ocidente não o faz.

Os autores creditam a Polanyi (1964) a definição dos conceitos de conhecimento tácito e de conhecimento explícito. Afirmam: “Quanto á dimensão epistemológica, baseamo-nos na distinção estabelecida por Polanyi (1964) entre conhecimento tácito e conhecimento explícito”, o primeiro, pessoal, específico ao contexto e, assim, de difícil formulação e comunicação; o segundo, codificado, relativo ao conhecimento transmissível em linguagem formal e sistemática (Nonaka & Takeuchi, 1997, p. 65).

Os autores completam seu raciocínio observando que, para Polanyi, o conceito de *gestalt* (advindo do campo da psicologia) estaria no cerne da compreensão do conceito de conhecimento tácito, conceito a ser analisado mais à frente.

➤ Espiral do conhecimento e o modelo SECI

Nonaka e Takeuchi apresentam a chamada espiral da criação do conhecimento, que surge “quando a interação entre conhecimento tácito e conhecimento explícito eleva-se dinamicamente de um nível ontológico inferior até níveis mais altos” (Nonaka & Takeuchi, 1997, p. 62). Trata-se do modelo SECI, já apresentado na Figura 2 (Socialização, externalização, combinação e internalização), que, no dizer dos autores, “constitui o ‘motor’ do processo de criação do conhecimento como um todo” – p. 62.

Conforme Nonaka e Takeuchi, o modelo SECI apresenta os seguintes pontos essenciais:

A **Socialização** (conversão do conhecimento tácito em conhecimento tácito) seria o processo de compartilhamento de experiências, imitação, práticas e observação. O exemplo que utilizam é o da empresa HONDA, “que instituiu sessões de *brainstorming* – reuniões formais para discussões detalhadas destinadas a resolver problemas difíceis nos projetos de desenvolvimento” (Nonaka & Takeuchi, 1997, p. 69). O que se observa é que, neste caso, nada de incomum ocorreu, pois realizar o levantamento da situação existente e estudar o modo de implementação de rotinas informatizadas ou automatizadas é trabalho usual dos especialistas na área. É o próprio desenvolvimento de sistemas (Prince, 1975).

Outro exemplo que trazem é o da empresa Matsushita, em situação na qual a questão era mecanizar o processo de ligar a massa do pão, problema resolvido a partir da observação de uma analista de *software*, que acompanhou os procedimentos de um padeiro, imitando o que o padeiro fazia, de modo mecânico. Neste exemplo, os autores trabalham com a experiência de um padeiro sênior e com a experiência de uma analista de *software* em codificar rotinas manuais, simplificando-as, modelando-as, ajustando-as aos meios mecânicos e eletrônicos possíveis e adequados, incluindo suas bases de dados e potencial de novas conexões e análises. Não há conversão de uma coisa em outra, mas conhecimento adquirido de uma coisa e transformação desta coisa em outra que, em

determinadas situações, resultará em algo análogo. Sobre este tema, já se pronunciou Ashby (1970) quando se referiu ao conceito de isomorfismo, base da cibernética. Nesse exemplo não se vislumbra a possível contribuição dos autores, uma vez que, com base em Wiener (1954) e Ashby (1970), a lógica dos sistemas computacionais parte exatamente da observação da experiência em direção à definição de modelos de trabalho que imitem, ao menos inicialmente, os procedimentos tradicionais, sejam eles mecânicos, hidráulicos, humanos etc. A propósito, na fase de análise, irá o especialista buscar modos de automatização das funções com acréscimo de funcionalidades que aumentem a eficácia e a eficiência dos processos, criando modos de trabalho inovadores, a partir do potencial oferecido pelas tecnologias digitais disponíveis no momento do desenvolvimento do projeto.

A **Externalização** (conversão do conhecimento tácito em conhecimento explícito) seria “a articulação do conhecimento tácito em conceitos explícitos” (Nonaka & Takeuchi, 1997, p. 71), com a utilização, principalmente, da linguagem escrita. Para Silva (2011), externalização é o “processo de conversão do conhecimento tácito em conhecimento explícito”, o qual ocorreria “com a utilização de metáforas e analogias, conceitos, hipóteses e modelos”, através de diálogos ou “reflexões em equipes de trabalho”. Os conhecimentos, já explicitados, seriam então codificados e expressos em linguagem sistemática e lógica” (p. 41).

Nonaka e Takeuchi apresentam o exemplo da empresa MAZDA, no caso do desenvolvimento do modelo RX-7, “descrito como um autêntico carro esporte que privilegia o prazer e o conforto de dirigir” (Nonaka & Takeuchi, 1997, p. 72). Os autores ressaltam que tal conceito teria sido deduzido do slogan, já existente no fabricante: “criar novos valores e apresentar os prazeres de dirigir”. Por fim, afirmam que o conceito também teria sido induzido a partir de viagens conceituais que os membros da equipe de trabalho teriam realizado aos Estados Unidos, além de outras reuniões e conversas com clientes e especialistas em automóveis.

Nos exemplos apresentados não se vislumbra a conexão entre metáforas e instruções codificadas. Parece estar faltando exatamente o processo criativo que parte da metáfora e caminha em direção à criatividade que vai tomando forma, e que chega ao *design* do que se pretende, momento anterior às regras formais de desenvolvimento e de produção dos modelos automobilísticos do exemplo.

A **Combinação** (conversão do conhecimento explícito em conhecimento explícito) seria “a sistematização de conceitos em um sistema de conhecimento” (Nonaka & Takeuchi, 1997, p. 71). Para Silva (2011, p. 42), a **Combinação** é: “o processo de sistematização de conceitos através de um conjunto de conhecimentos”, combinando diferentes conjuntos de conhecimentos explícitos, por intermédio do uso de documentos, reuniões, treinamentos, desdobramento de visões organizacionais, redes de comunicação computadorizada etc., requerendo “ações de classificação, acréscimo e categorização de conhecimento explícito”. Em outras palavras, seria a classificação de conhecimentos, dados e informações antes mapeadas e explicitadas, de modo claro e preciso.

A observação que se faz a esse conceito é que os autores estão tão somente descrevendo procedimentos típicos de levantamento e análise de dados e informações em ambientes de desenvolvimento de produtos, processos, normas de trabalho, padronização de rotinas (Prince, 1975). Nonaka e Takeuchi apresentam exemplos das empresas KRAFT, MAZDA, CANON e NEC, sem que descrevam como se dão os fenômenos apresentados.

A **Internalização** (conversão do conhecimento explícito em conhecimento tácito) seria “o processo de incorporação do conhecimento explícito em conhecimento tácito”. Seria, segundo os autores, tema relacionado ao conceito de “aprender fazendo” (Nonaka & Takeuchi, 1997, p. 71). Não se vislumbra, a partir da explicação dos autores, como efetivamente esta denominada internalização de conhecimentos leva à inovação, embora seja natural a compreensão do conceito em si.

Os autores explicam que as etapas de socialização, externalização e combinação permitem às pessoas captar novos conhecimentos, que utilizarão em outros trabalhos, passando a incorporar sua própria experiência. Silva (2011) observa que esta etapa é a última etapa da espiral da criação do conhecimento, permitindo à pessoa que internalizou determinadas experiências a geração de novos conhecimentos em novos grupos de trabalho, em novas espirais de criação do conhecimento.

Nonaka e Takeuchi (1997) continuam o desenvolvimento de sua teoria, afirmando que: “[...] dentre os quatro modos de conversão do conhecimento, **a externalização é a chave para a criação do conhecimento**, pois cria conceitos novos e

explícitos a partir do conhecimento tácito” (Nonaka & Takeuchi, 1997, p. 73), concluindo mais à frente que: “a inovação surge dessas espirais”, referindo-se à dinâmica das duas espirais do conhecimento tácito para o conhecimento explícito, e do nível do indivíduo para o nível da organização (Nonaka & Takeuchi, 1997, p. 103).

Os autores destacam: “O ponto de partida para a construção da conversão é reconhecer a necessidade de transcender as dicotomias” encontradas no Ocidente de modo acentuado (Nonaka & Takeuchi, 1997, p. 276). Ressaltam os autores que tais dicotomias teriam como raízes culturais os pensamentos dualistas de René Descartes, autor por eles mencionado em capítulo anterior do trabalho que realizaram.

A propósito, Nonaka e Takeuchi (1997) apresentam diversas dicotomias, que, segundo eles, seriam recorrentes no mundo ocidental. Refletem que tais dicotomias não ocorreriam nas empresas japonesas. Seriam elas: A x B; sujeito x objeto; racionalismo x empirismo; administração científica x relações humanas; tácito x explícito; corpo x mente; individual x organizacional; *top-down* x *bottom-up*; burocracia x força-tarefa; corrida de revezamento x rúgbi; Oriente x Ocidente (Nonaka & Takeuchi, 1997, p. 277).

Observa-se que a maioria das pesquisas dos autores foi realizada em empresas japonesas, tais como Canon, Honda, Matsushita, NEC, Nissan, Kao, Sharp, Mazda, Fuji Xerox, Shin Caterpillar Mitsubishi e Fujitsu. Verifica-se que também pesquisaram empresas com sede nos Estados Unidos: 3M, GE, e o Corpo de Fuzileiros Navais dos Estados Unidos, o que teria ocorrido na década de 1980.

Naquela época, afirmam os autores, as empresas japonesas eram fortes e atraentes, o que não estaria acontecendo com a mesma intensidade nos anos 1990. Nonaka e Takeuchi (1997) afirmam que as inovações que ocorreram a partir desse período foram possíveis por causa das “habilidades das empresas japonesas de criar sistematicamente o conhecimento organizacional” (Nonaka & Takeuchi, 1997, p. 18).

Em sentido contrário ao que apontaram os autores, veja-se o caso da empresa HONDA, que tem seu modelo Honda City posicionado no mercado brasileiro como um automóvel destinado ao segmento de mercado dos jovens, para quem “está indo bem”, conforme propaganda apresentada na TV Globo no mês de fevereiro de 2012, uma posição mercadológica inteligente e realista, embora conservadora e modesta, diferentemente do que pretenderam Nonaka e Takeuchi. Em outras palavras, a realidade

tem mostrado que, de fato, o Honda City é um bom produto, mas que não é percebido como um produto inovador, referência da categoria.

Outra empresa japonesa, NISSAN, anos depois associada à Renault francesa, com quem buscou parceria estratégica (Ferraz, 2002), retirou de mercado o modelo PRIMERA, o que ocorreu em 2007. Esse modelo, destacado por Nonaka & Takeuchi (1997, p. 228) como referência em inovação, foi um automóvel desenvolvido e produzido para combater modelos equivalentes das empresas BMW e MERCEDES, mas que não atingiu seus objetivos mercadológicos.

Nonaka e Takeuchi (1997, p. 275) enfatizam: “[...] o foco deste livro é a criação do conhecimento, não o conhecimento em si. Do nosso ponto de vista, a criação do conhecimento alimenta a inovação, mas o conhecimento em si não”. Seguem nos seguintes termos: “Em outras palavras, o processo através do qual o novo conhecimento é criado dentro da organização – sob a forma de novos produtos, serviços e sistemas – torna-se a pedra fundamental das atividades inovadoras”, reafirmando que o processo seria dinâmico, produzindo dois tipos diferentes de espiral do conhecimento.

O primeiro tipo de espiral do conhecimento ocorreria na dimensão epistemológica, com a já referida conversão de conhecimentos, com o modelo SECI, e o segundo teria vez na dimensão ontológica, ressaltam os autores, partindo do conhecimento desenvolvido no nível individual para o nível dos grupos e, daí, para o nível da organização.

Nonaka e Takeuchi argumentam que “a natureza verdadeiramente dinâmica de nossa teoria pode ser mostrada como a interação entre as duas espirais do conhecimento ao longo do tempo”, concluindo: “É esse processo dinâmico que alimenta a inovação”. (Nonaka & Takeuchi, 1997, p. 276). Verifica-se que, embora os autores tenham dado efetiva contribuição aos estudos do tema, os quais foram de grande relevância em seu tempo e também a base de inúmeros estudos mais recentes, os casos apresentados não permitem uma conclusão consistente sobre as causas das inovações apresentadas, o que também leva à impossibilidade da generalização de conceitos e de teorias

No próximo item será apresentada breve referência sobre a atual influência de Nonaka e Takeuchi no campo da Administração brasileira. Antes, porém, apresentar-se-á outra percepção sobre o contexto em que se deu o desenvolvimento japonês de então.

Johnson (1993) observa que a complexidade do sistema japonês, desenvolvido no pós-guerra, no qual o governo, por intermédio do MITI (*Ministry of International Trade and Industry*) e dos bancos governamentais, orientou o desenvolvimento da economia, influenciando as decisões dos empresários das indústrias estratégicas em sentidos planejados e integrados. De outra perspectiva, destaca que não faz sentido algum o estudo e a observação isolada desta ou daquela empresa, pois esta observação isolada não representa nada de relevante, dadas as parcerias público-privadas, dada a integração entre fornecedores, clientes e concorrentes, e assim por diante.

Em suma, diz o autor que o crescimento econômico do Japão deve ser entendido com um sistema integrado das instituições que se uniram com o objetivo de realizar o crescimento econômico acelerado do Japão.

Para Johnson (1993), pode-se dizer que o Japão se beneficiou muito de sua proximidade com os Estados Unidos no pós-guerra, podendo-se dizer até que esta proximidade com os americanos foi a principal causa de seu desenvolvimento econômico surpreendente.

Johnson (1993) destaca ainda que uma das razões mais importantes para o sucesso do Japão no pós-guerra foi a transferência de tecnologia que importou do ocidente, principalmente dos EUA, por preços muito acessíveis, muito menores que os custos de eventuais desenvolvimentos locais. Destaca o autor que a importação de tecnologias foi um dos componentes centrais da política industrial do Japão no período pós-guerra, a partir dos anos 60 e 70, com a liberalização das regras de comércio internacional. A propósito, no caso específico da empresa SONY, segundo Henderson (2012), seu sucesso teria começado com a aquisição de tecnologia americana para fabricação de transistores, os quais teriam sido adquiridos da empresa Western Electric, dos EUA.

Para Johnson (1993), a questão crucial para o entendimento do relevante crescimento econômico do Japão no pós-guerra passa, primordialmente, pelo modo como o Estado Japonês interveio na Economia, de um modo próprio e politicamente forte, utilizando os bancos governamentais a serviço da política industrial e atuando politicamente junto aos grupos familiares industriais mais poderosos do Japão. Considere-se ainda que as médias e as pequenas empresas japonesas tinham posição

claramente definida nesse sistema complexo: participavam do movimento econômico em caráter acessório às grandes indústrias, tudo por conta de um planejamento central forte.

Em complemento, considere-se a política de emprego vitalício do Japão, considerada uma questão de grande orgulho nacional. Na verdade, o emprego era vitalício apenas no nome (pois utilizava limites de idade para o benefício), servindo tanto para impedir a entrada de empregados estrangeiros (chineses e coreanos) no mercado de trabalho, quanto para enfraquecer os sindicatos de trabalhadores locais (Johnson, 1993). Em suma, o Japão era uma economia planejada com forte intervenção estatal, em posição teórica oposta ao conceito do livre mercado, que preponderava no Ocidente.

O que se pretende refletir é que, ao lado das questões intrínsecas às grandes empresas japonesas pesquisadas por Nonaka e Takeuchi (1997), àquela época o Japão vivia intenso clima de desenvolvimento, integrando entidades governamentais, empresas, institutos de pesquisa, agências de fomento e entidades internacionais, tema este de grande complexidade (Johnson, 1993), sendo que a análise dos contextos internos às grandes empresas parece não explicar totalmente as razões do desenvolvimento japonês e de suas empresas, àquela época.

Em relação à dependência do Japão ao Ocidente, em especial aos Estados Unidos da América, parece claro que o Japão dos anos sessenta, setenta e seguintes não existiria sem as transferências de tecnologia importadas pelo Japão durante tantos anos.

➤ Referências brasileiras ao Modelo SECI no campo da Administração.

Nesta seção apresenta-se o Quadro 1, que resume referências a Nonaka e Takeuchi (1997). O trabalho n. 1 analisa dezenas de artigos publicados nos EnANPADS de 2005 a 2009, nos quais o modelo SECI é destaque. As demais referências utilizam os conceitos de Nonaka e Takeuchi (1997) como fundamento de temas que se relacionam majoritariamente com a criação do conhecimento.

Quadro 1: Referências brasileiras aos conceitos do modelo SECI, de Nonaka e Takeuchi.

Autores	Artigo	Referência à obra de Nonaka e Takeuchi	Periódico/ano
1. (Silva, Teixeira, Aguiar, & Antonialli, 2011)	A apropriação do Modelo de Espiral do conhecimento de Nonaka e Takeuchi - Uma análise do EnANPAD2005 a 2009	Análise de 40 artigos que utilizam o modelo SECI como modelo de Criação ou Gestão do Conhecimento Organizacional (CO).	ENADI 2011
2. (Silva, 2011)	Acumulação de competências tecnológicas e processos de aprendizagem no setor de serviços públicos: o caso do Metrô de SP.	Análise dos componentes do Modelo SECI, referidos na Criação e Gestão do Conhecimento Organizacional.	Dissertação. UNINOVE, 2011
3. (Miguel & Teixeira, 2009)	Valores Organizacionais e Criação do Conhecimento Organizacional Inovador	Destaque para a conversão entre conhecimento tácito e explícito.	RAC 2009
4. (Balbinot & Marques, 2009)	Alianças Estratégicas como Condicionantes do Desenvolvimento da Capacidade Tecnológica: o Caso de Cinco Empresas	Observação sobre a relevância de alianças estratégicas para uma transformação mais rápida do conhecimento tácito em explícito.	RAC 2009
5. (Takahashi & Fischer, 2010)	Processos de Aprendizagem Organizacional no Desenvolvimento de Competências em Instituições de Ensino Superior para a Oferta de Tecnologia.	Nonaka e Takeuchi são apresentados como referências em aprendizagem organizacional.	RAC 2010
6. (Antonello & Godoy, 2010)	A Encruzilhada da Aprendizagem Organizacional: uma visão Multiparadigmática.	O modelo SECI é apresentado como modelo de criação do conhecimento no campo da aprendizagem organizacional.	RAC 2010
7. (Nobre, Tobias, & Walker, 2011)	Uma Visão da Empresa Baseada em Habilidades: Contextos Estratégicos e Contingências.	O modelo SECI é analisado em contexto em que se discute a cognição organizacional.	RAC 2011
8. (Burnham, Alves, & Moraes, 2005)	Aprendizagem organizacional e Gestão do Conhecimento.	Destacam o aspecto da transformação do Conhecimento Tácito em explícito através da interação social, base para a aprendizagem organizacional.	REDPECT, 2005

Continua

Continuação

9. (Lucch, Bianco, & Lourenção, 2011)	Work in Multidisciplinary Teams: a study about Mobilization of Knowledge and Learning in Organization of Complex Products.	Os conhecimentos tácito e explícito são referências na aprendizagem organizacional de engenheiros em treinamento que se apoiam em mentores de seu aprendizado.	BAR, 2011
10. (Schreiber et al., 2011)	Knowledge Transfer in Product Development: an Analysis of Brazilian Subsidiaries of Multinational Corporations.	Função dos conhecimentos tácito e explícito na transferência de conhecimentos entre as subsidiárias de empresas multinacionais.	BAR, 2011
11. (Gatti Jr. & Yu, 2011)	As transformações do conhecimento no processo de inovação: O desenvolvimento da tecnologia FLEX FUEL nos sistemas brasileiros.	O modelo SECI é citado como referência de Criação do Conhecimento, em discussão sobre as diferentes teorias sobre aprendizagem organizacional.	EnANPAD, 2011
12. LUSTRI, D. et al.	Gestão do Conhecimento Desenvolvendo Competências	O modelo SECI é citado como o principal modelo de gestão do conhecimento.	R.Inteligencia Empresa, 2005
13. (Fleury, 2002)	Aprendizagem e Gestão do Conhecimento (capítulo). In: As pessoas na Organização, Editora Gente.	O conhecimento é apresentado em dois tipos: tácito e explícito, com base em Nonaka e Takeuchi.	Livro, edição de 2002

Fonte: Elaborado pelo autor

Os estudos, de um modo geral, tratam o modelo SECI e os conceitos de conhecimento tácito e de conhecimento explícito como referências dadas, não as discutindo objetivamente. Como exceção, considere-se que algumas observações pontuais podem ser encontradas no trabalho de Silva et al. (2011), o que não invalida realidade relativa à aceitação geral pelo modelo apresentado por Nonaka e Takeuchi.

2.4.2. A Questão da Complexidade no Processo de Criação do Conhecimento associado à Inovação nas Organizações

Nesta seção são analisadas as questões relativas aos paradigmas das ciências e à analogia com os paradigmas das tecnologias que levam aos conhecimentos teóricos e práticos que propiciam o ambiente para a criação das inovações.

Nonaka e Takeuchi (1997, pp. 61, 62) afirmam: “Para explicar a inovação, precisamos de uma nova teoria da criação do conhecimento organizacional. Assim como qualquer abordagem ao conhecimento, essa terá sua própria “epistemologia” (a teoria do conhecimento)”. Os autores afirmam que tal teoria seria “bastante diversa da abordagem ocidental tradicional”, completando: “A pedra fundamental da nossa epistemologia é a distinção entre o conhecimento tácito e o explícito”, refletindo que “o segredo para a criação do conhecimento está na mobilização e conversão do conhecimento tácito”, avançando também pela questão da espiral que vai do indivíduo ao grupo e à organização, podendo estender-se também a outras organizações. Nonaka e Takeuchi declaram haver tomado como base para suas definições os tipos de Polanyi (1964). Observa-se que os autores utilizam os conceitos de Polanyi de modo muito particular, como se pretende demonstrar a seguir.

Polanyi (1964), em análise que faz da denominada “estrutura da realidade”, reflete que, tanto a observação que leva a uma determinada pesquisa científica quanto o simples olhar que se volta a algo singelo, têm em comum o fato de se tratarem de processos que não são explícitos, mas sim informais e tácitos. Escreve o autor: “*We shall see that, beside perception and the imagination, the forming of conceptions can also involve a tacit integration of clues amounting to a structuring of reality*” (Polanyi, 1964, p. 1).

Para Polanyi (1964), todo conhecimento prático depende da experiência naquela operação, sendo que em ciência, toda observação é sempre acompanhada de testes de evidências.

Para explicar melhor o conceito relativo ao conhecimento tácito, o autor vai buscar um conceito oriundo da psicologia transacional: *Gestalt*.

Em *Gestalt*, aprende-se que a observação de um simples objeto físico pode levar a diferentes conclusões. Uma pessoa enxerga um rosto de mulher, a qual é percebida por um pintor experiente como uma oportunidade para executar traços únicos em um perfil exótico. A criança enxerga uma bola, mas sua angustiada mãe enxergará o perigo que ronda a criança, prestes a levar um tombo e machucar seus joelhos.

As particularidades observadas, integradas à especialidade e às experiências das pessoas que observam o objeto, poderão redundar em diferentes conclusões sobre a mesma realidade em tela.

Sobre o tema *da Gestalt*, Kuhn (2006) assim se referiu:

[...]a transição de um paradigma em crise para outro paradigma, do qual pode surgir uma nova tradição de ciência normal, se dá longe de ser um processo cumulativo obtido através de articulações dentro do paradigma anterior. Surgem novos princípios, novas teorias, novos parâmetros, nova concepção da área de estudos, de seus métodos e de seus objetivos. [...] outros dirão que houve verdadeira mudança na forma visual – *Gestalt* – as marcas no papel, que primeiramente se pareciam com um pássaro, agora parecem ser um antílope, ou vice-versa”, e mais à frente: “[...] eles não vem uma coisa como se fosse outra, eles simplesmente vêm a outra (Kuhn, 2006, p. 116).

Polanyi (1964) observa que nossa capacidade tácita (“*tacit powers*”, no original) trata de um número de variáveis bem maior que os procedimentos explícitos conseguem executar. Em complemento, percebe-se uma série de detalhes que não são fixados claramente, embora façam parte do conjunto observado.

Com suporte na *Gestalt*, Polanyi (1964) destaca que, quando se observa o todo, conjunto de partes, estas são vistas de modo diferente do que seriam se fossem observadas isoladamente. Neste ponto pode-se observar uma evolução em relação ao pensamento de Descartes (1996), para quem o todo seria a soma das partes, as quais, se analisadas separadamente, facilitariam o trabalho de compreensão do todo inicial.

Em Polanyi (1964), se são observadas as partes, perde-se a noção do todo; por outro lado, o todo é consequência da visão conjunta de grande parte das partes. Um

rosto é composto por seus contornos gerais – seu arcabouço – por boca, nariz, olhos, orelhas, queixo. Olha-se o rosto. E um rosto sem nariz? Sem orelhas? Até que ponto o rosto sem algumas de suas partes continuará a ser rosto? A partir de que momento não mais poderá ser reconhecido como tal?

Para Polanyi (1964), faz parte do conceito de conhecimento tácito o fato de alguém saber mais do que consegue explicar. O autor apresenta o caso clássico daquele que anda em uma bicicleta. Esclarece que todos os conceitos lógico-formais da ciência que explicam de que modo uma pessoa poderá equilibrar-se sobre uma bicicleta, ainda demonstrando como os movimentos da pessoa poderão ocorrer sem que ela perca o equilíbrio, não fazem sentido algum se a pessoa não possuir estes conhecimentos de modo tácito; ou seja, a pessoa sabe andar de bicicleta, mas não sabe explicar tudo a respeito desse aprendizado adquirido.

Outro exemplo se refere ao modo como alguém descobre uma pessoa em meio a milhares de outras – não saberá nunca explicar objetivamente o que a levou a identificar a pessoa em meio à multidão.

Em resumo, para Polanyi (1964), o conhecimento tácito é pessoal e maior que os conhecimentos que podem ser explicados objetivamente (conhecimento explícito). Em complemento, pode-se afirmar que as partes que compõem o todo são diferentes delas mesmas quando analisadas isoladamente. Por fim, se são observadas as partes, perde-se o todo; se é observado o todo, perde-se a noção sobre as partes, embora essenciais ao todo observado. Há que se refletir sobre quais partes nos levam ao todo, quais podem ser descartadas sem que percamos a noção do conjunto e quais partes, se inexistentes, nos levam a um outro todo, diverso do original.

O modelo de inovação tecnológica desenvolvido por Nonaka e Takeuchi, fundamentado na Teoria da Criação do Conhecimento Organizacional que tem como essência a conversão dos modos de conhecimentos, com destaque para a conversão do modo tácito no modo explícito, pode levar a inadequações conceituais relevantes. Questões como aquelas abordadas por Polanyi (1964), dentre outras: partes x todo, percepção x realidade, não verbalização, detalhamento da parte etc., não fazem parte do discurso desses autores, embora façam parte essencial da noção de conhecimento tácito em Polanyi.

Sem uma análise adequada do conceito de conhecimento tácito em toda a sua extensão, não há como haver avanço em direção a um modelo que parta deste conceito. Desta forma, a teoria que leva ao modelo SECI parece não refletir totalmente como se dá o processo de geração da inovação tecnológica a partir de uma pretendida criação do conhecimento organizacional.

Um ponto a ser considerado: não se pode afirmar que há conversão de conhecimento tácito em conhecimento explícito quando o resultante é menor que a referência. Note-se que, para Polanyi (1964), apenas parte do conhecimento tácito é refletido no conhecimento explícito.

Outro ponto a ser considerado: o conhecimento explícito, declarado, formalizado e codificado, não é, necessariamente, uma decorrência direta de uma determinada referência inicial, mas sim uma interpretação pessoal de quem explicita algo, ou mesmo a consequência das interações havidas entre os componentes de um grupo de discussão (presencial ou virtual), ou ainda o resultado de testes, observações e simulações. Pode ainda ser oriundo de um acaso, de uma coincidência de fatos (Newell et al., 2009).

Pode-se dizer que a utilização de diversas fontes de conhecimentos que redundam em nova aprendizagem e em um conhecimento explícito operacional, utilitário, leva a duas novas situações: 1) ao mesmo tempo em que simplifica algumas de suas fontes, 2) viabiliza a criação de novos conhecimentos operacionais específicos (Leonard-Barton & Straus, 2001).

Um exemplo da dificuldade na aceitação da teoria da conversão de conhecimento tácito em conhecimento explícito é a transformação de datas numéricas em datas escritas. Pode-se transformar mentalmente, com imensa rapidez, uma data representada em números em uma data representada por escrito. Já a transformação de modo explícito, digital, codificado, requer rotina que segue lógica totalmente diferente do processo mental tácito.

Observe-se: a data “25/04/12” é escrita como “dia vinte e cinco de abril de dois mil e doze”, operação que se realiza mentalmente, sem raciocínio explícito. Já a tradução dessa transformação (chamada de conversão por Nonaka e Takeuchi), no caso

de um imaginado programa de computador inserido em um sistema digital, poderia ser algo como:

Quadro 2: Transformação de datas, do formato numérico em formato por extenso.

<p>A. Criam-se tabelas de referência de dias, meses e anos, do tipo:</p> <p>DIA</p> <p>01 – “um”</p> <p>02 – “dois”</p> <p>....</p> <p>31 – “trinta e um”</p> <p>MES</p> <p>01 – “janeiro”</p> <p>...</p> <p>12 – “dezembro”</p> <p>ANO</p> <p>01 – “um”</p> <p>....</p> <p>20 – “vinte”</p>
<p>B. Definem-se as variáveis de entrada, a serem obtidas na tela de um computador ou de um telefone celular:</p> <p>dia (duas posições),</p> <p>mês (duas posições),</p> <p>ano (duas posições),</p> <p>chamadas de</p> <p>INPUT01, INPUT02 e INPUT03.</p>
<p>C. Definem-se os campos de saída:</p> <p>Impressão-do-dia (10 posições)</p> <p>“de”</p> <p>Impressão-do-mês (10 posições)</p> <p>“de dois mil e”</p> <p>Impressão-do-ano (10 posições)</p>

Continua

D. Escreve-se o procedimento de transformação de datas numéricas em datas por extenso, seguindo a seguinte linha de raciocínio:

Move DIA (INPUT01) to impressão-do-dia.

Move MES (INPUT02) to impressão-do-mês

Move ANO (INPUT03) to impressão-do-ano

Fonte: Elaborado pelo autor.

No exemplo dado, ter-se-á, como resposta: “vinte e cinco de Abril de dois mil e doze”.

O Quadro 2 demonstra um modo de transformação de datas, partindo de um conhecimento tácito, conceitual, para um conhecimento operacional, explícito, que aproveita uma parcela ínfima do conhecimento tácito que cada um traz dentro de si, utilizando também as regras formais de programação de computadores digitais com imaginada linguagem de programação, dentre muitas outras possibilidades técnicas. Reflita-se que a capacidade tácita das pessoas em tratar com números e com palavras que representam números é imensa, muito maior do que a capacidade das pessoas em explicar tal fenômeno.

Avançando na análise das teorias do conhecimento que levam, potencialmente, à inovação, Cook e Brown (1999) argumentam que muitos dos escritos atuais sobre criação do conhecimento organizacional, capital, intelectual etc., são, na verdade, entendimento sobre a natureza do conhecimento. Para eles, trata-se da epistemologia da posse do conhecimento, que privilegia o conhecimento explícito individual, em detrimento do conhecimento tácito e do conhecimento do grupo. As organizações seriam mais bem entendidas se os conhecimentos explícito, tácito, individual e dos grupos fossem tratados como quatro formas de conhecimento, cada qual com seu espaço e relevância. Esses autores refletem que, além das formas de conhecimento descritas, há que se considerar o conhecimento aplicado à prática das atividades.

Em exemplo no qual são descritas as atividades do profissional que conserta automóveis, Cook e Brown (1999) refletem que não basta que se mencionem seus conhecimentos específicos, mas também que se compreendam seus conhecimentos

enquanto está consertando um automóvel, na prática. Chamam a esse tipo de conhecimento *knowing* - expressão originalmente apresentada por Dewey e Bentley (1948), conceito que complementaria o tradicional *knowledge*, estático.

O que se busca é a epistemologia do conhecimento que leva à inovação, inovação esta que terá sua base nos conhecimentos tradicionais (*knowledge*) e no conhecimento enquanto observação e participação da realidade em tela, verificando hipóteses, analisando alternativas, realizando experimentos, observando situações controladas ou não (Cook & Brown, 1999; Newell et al., 2009).

Observa-se que conhecer fazendo, participando da movimentação fática, na prática (*knowing*) é um dos fundamentos principais das organizações que aprendem. Não há como serem utilizadas as tecnologias que surgem, tanto em produtos quanto em processos, sem que se conheça muito bem o assunto a ser tratado, seja em função de um novo produto ou de mudanças no processo de fabricação, mudanças nos quesitos de qualidade, embalagem etc. (Leonard-Barton, 1995).

Tanto na inovação de processos quanto na inovação de produtos, há que se observar o que existe e que será utilizado em conjunto com aquilo que é totalmente novo (um ferramental, uma máquina operatriz, um sistema robotizado, um software básico ou aplicativo etc.).

O que se pretende refletir é que entender detalhadamente a situação que será modificada, automatizada, integrada etc. é parte essencial da atividade de gerar mudanças. Esta é uma especialidade dos analistas de sistemas, dos engenheiros de produção, dos analistas de métodos e processos etc. É o método que existe desde os tempos do início da produção em massa, desde os tempos em que as antigas oficinas de artesãos cederam lugar à indústria que surgiu com a máquina a vapor (Prince, 1975).

O ponto central da argumentação acima refere-se à questão do conhecimento conceitual e do conhecimento que se obtém na prática, enquanto se está a desenvolver a atividade, seja de modo individual, seja em grupo. Um conhecimento completa o outro (Newell et al., 2009).

A noção de criação do conhecimento associado à inovação já podia ser depreendida dos ensinamentos de Ashby (1970), o qual se referia, há décadas, ao conceito de isomorfismo. De acordo com este conceito, se as entradas e as saídas são

iguais ou muito semelhantes, não é relevante, conceitualmente, o modo como tal transformação se dá, por exemplo, se por movimentos elétricos ou se por movimentos mecânicos. Ashby (1970), em seu texto sobre o tema, referia-se aos modelos de realidades operacionais que se transformavam em outros modos de operação. Esta noção de isomorfismo, que busca a analogia de realidades distintas, levou à criação dos computadores que, em seus primórdios, imitavam funções básicas dos seres humanos. Foi e tem sido modo de criação do conhecimento, a partir da imitação e da analogia.

Na verdade, a chave da concepção original dos computadores utilizou esta teoria em sua construção: entradas, saídas e processamento, tal qual o ser humano, com seu cérebro, seus sentidos, seus braços e suas pernas, partes de um todo integrado e interdependente, fechado em si, mas aberto porque integrado ao meio ambiente, do qual depende, ao mesmo tempo em que dele não depende em seus movimentos próprios (Ashby, 1970).

Uma outra vertente de observação sobre a criação do conhecimento associado à inovação pode ser compreendida a partir dos conceitos discutidos por Hildreth e Kimble (2002). Esses autores destacam que alguns conhecimentos simplesmente não podem ser capturados, uma vez que o conhecimento reside nas pessoas, não nas máquinas ou documentos.

Já Leonard-Barton (1995) observa que máquinas e ferramentas complexas poderão trazer consigo uma carga de conhecimentos tácitos incorporados a elas por técnicos muito experientes que, entretanto, não explicitam tais características, inacessíveis aos operadores das mesmas.

Tanto Hildreth e Kimble (2002) quanto Leonard-Barton (1995) destacam que o conhecimento pode ser desenvolvido por pessoas atuando em comunidades de prática, ambiente de compartilhamento de ideias no qual o conhecimento poderia ser criado, observado, desenvolvido e mantido. Esses autores dizem ainda que o conhecimento tende a ser entendido como o conhecimento estruturado, o que seria, segundo eles, informação, uma dimensão do conhecimento, uma *commodity* codificável, armazenável e com possibilidade técnica de ser transmitida a diferentes meios físicos.

Para Hildreth e Kimble (2002) o conhecimento poderia ser percebido entre dois extremos: o “*hard*” e o “*soft*”. O conhecimento dito “*hard*” corresponderia àquele

codificável; já o “*soft*” não seria codificável de modo simples, ou mesmo completo. Sob a denominação “*soft*” os autores incluem o conhecimento tácito, as experiências pessoais, as práticas culturais, os costumes, as ideias compartilhadas etc. Esses autores argumentam que, em comunidades de prática, o conhecimento “*soft*” será percebido diferentemente por diferentes pessoas, com experiências e conhecimentos técnicos distintos. O professor transmitiria seus conhecimentos teóricos e suas experiências práticas ao grupo; seus discípulos receberiam tais conhecimentos, cada qual ao seu modo. Refletem que, em verdade, o conhecimento tem duas faces complementares, sendo, então, uma dualidade, variando de intensidade sua porção *hard* e sua porção *soft*.

Hildreth e Kimble (2002) ensinam que o conhecimento de quem transmite permanece com ele; cada participante das comunidades de prática, que recebe tal conhecimento, irá internalizá-lo à sua maneira, a partir de suas experiências próprias, de seus estoques prévios de conhecimentos, da maneira como cada expressão transmitida é compreendida. Uma parte do que foi transmitido poderá ser codificada (porção *hard* da dualidade); outra não (a porção *soft*). Haverá sempre um ingrediente de abstração. Pessoas menos experientes no assunto compreenderão a porção *hard*, captando uma história superficial; outras, mais experientes, captarão o conhecimento com mais profundidade, percebendo nuances, metáforas, ideias não muito bem esclarecidas, subentendidas, ditas de modo sinuoso, não inteligível para os iniciantes. Como consequência, destacam os autores, as histórias compartilhadas em um contexto, em um ambiente, não terão a mesma riqueza de percepções e compreensões em outro ambiente, diverso do original.

Neste ponto do trabalho, faz-se necessário destacar os pensamentos de Kuhn (2006) e de Dosi (1988) a respeito dos paradigmas da ciência e dos paradigmas tecnológicos que norteiam a inovação nas organizações.

Para Kuhn (2006), o início de uma pesquisa parte de premissas individuais, experiências anteriores em outras áreas, crenças, acidentes de percurso diversos etc. Poder-se-ia perguntar: quais caminhos seriam escolhidos pelo pesquisador em fase inicial de pesquisa? De acordo com este autor, os cientistas gastam a maior parte de seu tempo com a ciência normal “defendendo seus pressupostos fundamentais, eliminando novidades fundamentais porque não as conseguem explicar a partir da referida ciência normal”, utilizando os conceitos do paradigma dominante na área.

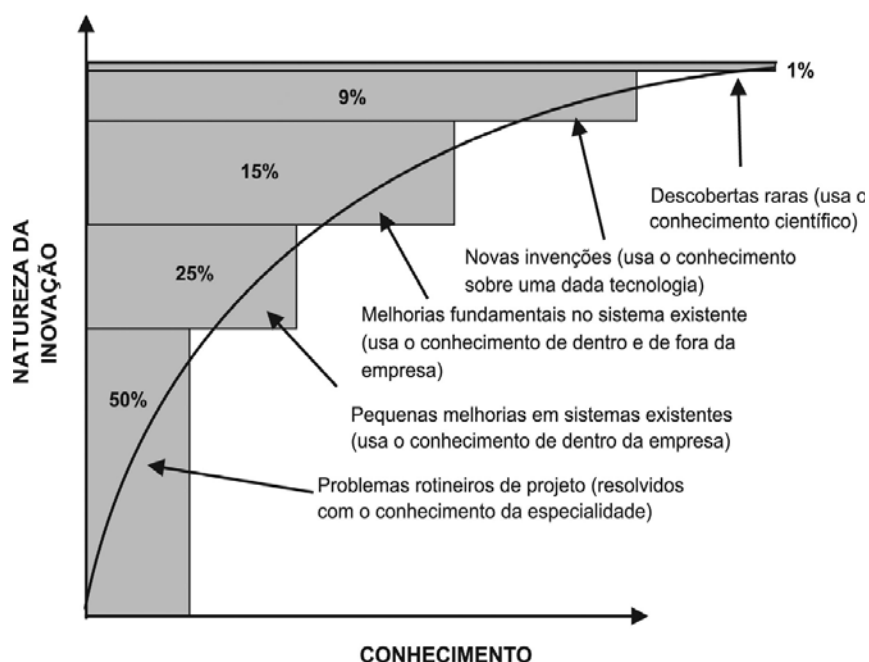
Kuhn (2006, p. 30) identifica duas características no conceito de paradigma: (1) suas realizações foram suficientemente sem precedentes para atrair um grupo duradouro de partidários, afastando-os de outras formas de atividade científica dissimilares; (2) suas realizações eram suficientemente abertas para deixar toda a espécie de problemas para serem resolvidos pelo grupo redefinido de praticantes da ciência. Mas, a partir de determinado momento das pesquisas, surgem as denominadas anomalias, quando algo não funciona conforme o que prediz a teoria, de acordo com os pressupostos da ciência normal. Há também o conceito de revolução científica, que surge quando os profissionais da área não mais conseguem se esquivar das anomalias, levando-os a um novo conjunto de compromissos, que os conduz a outros pressupostos não abrangidos pela ciência normal, fora mesmo de seu âmbito.

Análogo ao conceito de paradigma da ciência há o conceito de paradigma tecnológico, desenvolvido por Giovanni Dosi (1988), o qual surge na base de uma inovação radical. Para Dosi (1988), torna-se dominante um paradigma em função da crença dos pesquisadores, do convencimento dos investidores, das pesquisas de mercado, da intuição de quem tem poder de decidir sobre avanços e recuos, da aceitação pelo mercado, da adesão ao novo padrão, da difusão da nova tecnologia, da pirataria mesmo, que amplia para novos mercados a inovação.

Em sua reflexão sobre o desenvolvimento de produtos e de processos a partir de novos paradigmas, Dosi (1988) destaca as trajetórias que dão continuidade ao desenvolvimento, no âmbito do novo paradigma tecnológico. Pode-se depreender que a inovação incremental seguiria a lógica da trajetória do paradigma, melhorando o que já existe, aumentando funcionalidades. As inovações radicais partiriam das novas tecnologias, em consequência de novas pesquisas científicas; as inovações incrementais partiriam das demandas de mercado. Tais considerações procuram dar sua contribuição à noção de criação do conhecimento associado à inovação, pois paradigmas novos na ciência propiciariam a criação de novas tecnologias, as quais seriam a fundamentação para a criação de novos produtos ou processos.

Para Nicolsky (2010), pequena parcela das invenções se refere a produtos e processos efetivamente novos, pois estes requerem altos investimentos em novas tecnologias e no próprio trabalho de pesquisa e desenvolvimento, ocorrendo em longos intervalos de tempo. Já a maioria dos inventos, vale dizer, das inovações, são relativos a

melhorias no que já existe, tipicamente oriundas de necessidades do mercado ou de pesquisas e observações internas. A Figura 4 sintetiza este pensamento.



Fonte: Nicolsky (2010), com base em Altshuller.

Figura 4: Relação entre natureza da inovação e quantidade de conhecimento inserido no processo inventivo

Outra questão relevante à noção de criação do conhecimento associado à inovação é debatida por Utterback (1994). Este autor reflete que, aquilo que torna uma empresa inovadora, mais tarde a tornará conservadora, como no caso de Thomas Edison, que criou o sistema de iluminação do tipo incandescente, mas que, décadas depois, tornou-se refratário à inovação trazida pelo sistema de iluminação fluorescente, defendendo, tanto no nível técnico quanto no político, a manutenção da iluminação incandescente e a inadequação da iluminação fluorescente. Para Utterback (1994), era clara a posição de Edison em defesa de seu produto, antiga inovação, contra as inovações da época, introduzidas no mercado por novos concorrentes, a serem impedidos de atuarem, no que dependesse de Edison.

Já Leonard-Barton (1995) apresenta perspectiva oposta, argumentando que o sucesso leva ao fracasso se a empresa não interrompe suas inovações incrementais no

momento em que a curva de crescimento do produto começa a declinar, caminhando, então, para o fracasso.

Tanto a visão de Utterback (1994) quanto a de Leonard-Barton (1995) apontam para o momento em que estratégias emergentes devem ser consideradas pelos estrategistas empresariais, buscando a mudança da trajetória de suas linhas de produtos ou de seus métodos produtivos.

Chagas Jr. (2008), em trabalho no qual apresenta questões relevantes sobre aprendizado organizacional no desenvolvimento de sistemas de alta tecnologia com funcionalidades múltiplas discute, no âmbito do Programa de Cooperação entre Brasil e China (China-Brazil Earth Resources Satellites - CBERS), a relevância do aprendizado na prática, em harmonia com conhecimentos existentes, na medida em que diversas tecnologias aplicadas, quando integradas, tem grande potencial de geração de situações novas, que levam a novos conhecimentos oriundos do próprio *knowing*, tal qual apresentado por Dewey e Bentley (1948) e discutido por Cook e Brown (1999) e ainda por Kim (1993).

Kim (1993) propõe a adoção de um modelo de aprendizagem organizacional que denomina OSDI-SMM (*observe, assess, design, implement – shared mental models*). A análise deste modelo leva à compreensão de que a organização deve ser percebida como um todo sistêmico, integrada, em que o conhecimento é compartilhado, inter-relacionando as partes que formam o todo, no qual cada indivíduo é parte deste todo integrado. Destaca-se o nível de complexidade das relações entre indivíduos e organizações, entre conhecimentos pessoais que podem ser compartilhados com naturalidade e conhecimentos que não se explicam com facilidade, sendo o conjunto necessariamente percebido como um todo sistêmico. O que se pretende destacar com as referências acima é o conjunto de possibilidades e o grau de complexidade das questões que envolvem o processo de criação do conhecimento associado à inovação.

Avançando na discussão do tema, é essencial que se observe que inovação não é sinônimo de invento ou de melhoria em algo já existente. Inovação é diferente, pois requer que o invento ou melhoria sejam levados ao mercado em caráter produtivo, não apenas como um protótipo, mas em regime de produção (OECD, 2005). Mais relevante ainda é que o interesse maior em relação à inovação refere-se à inovação bem sucedida,

que vai ao mercado e que faz a diferença, encantando o consumidor, que aceita pagar um preço maior pela novidade, pela atração da oferta, pelo diferencial que apresenta.

Sobre este tema, faz-se necessário destacar o trabalho realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) relativo à questão da inovação. A pesquisa de inovação do IBGE (IBGE, 2011) reflete em seus indicadores os fatores relevantes ao processo inovativo das organizações. Da análise do modelo de pesquisa depreende-se que a inovação é resultado de uma série de fatores que vão além daqueles destacados pelo modelo SECI, dentre eles: as fontes de financiamento, a influência da inovação nas receitas líquidas da empresa, o grau de participação de pessoas de fora e ou de dentro da organização, a aquisição de tecnologias prontas, a questão da inovação para a empresa de produto ou processo já existente no mercado, as melhorias internas em produtos e processos, a cooperação com entidades externas à organização, a intensidade das atividades de treinamento do pessoal, as decisões sobre abandono de pesquisas em desenvolvimento, os impactos internos e externos da inovação bem sucedida no mercado, o apoio do governo e de outras instituições públicas, o grau de conhecimento do mercado, concorrência e consumidores, etc.

Com a análise da Pesquisa sobre inovação nas empresas estatais federais de 2008 (IBGE, 2008), verifica-se que o item custos para inovar tem grande relevância nos resultados inovativos das empresas. Observa-se também a dificuldade relativa à padronização dos produtos e à sua adequação à legislação específica de cada setor da economia.

Os exemplos da pesquisa do IBGE de 2008 (IBGE, 2008) e os itens de pesquisa apresentados pelo IBGE em 2011 (IBGE, 2011) demonstram que inovar é algo bem mais amplo do que criar conhecimento, sendo este apenas parte do processo inovativo, mesmo que essencial.

2.4.3. Conclusões teóricas sobre as questões analisadas

Com base nas teorias já discutidas, bem como nos casos concretos apresentados, observa-se que o modelo SECI parece não explicar suficientemente o processo da criação do conhecimento que leva à inovação nas organizações.

De um lado, o modelo SECI parece ser aplicável a algumas questões mais bem comportadas, mas não a situações mais complexas, mesmo que relativas a questões do dia a dia, tais como andar de bicicleta, transformar datas numéricas em textos, ou mesmo nadar. Em relação às aulas teóricas de um experiente professor, o que aprenderá cada aluno, em uma mesma aula? Os conhecimentos do professor continuarão com ele; a cada aluno caberá captar o que puder, da maneira como puder, partindo de seus conhecimentos e experiências, utilizando no futuro o que aprendeu, para consolidação de sua própria base de conhecimentos. A propósito, em uma aula prática, ou mesmo na prática de cada aluno que obteve a teoria, os conhecimentos serão aperfeiçoados ou esquecidos, a depender das futuras experiências e vivências de cada um.

Outra questão a merecer análise mais profunda é a que trata dos conhecimentos como algo divisível e codificável, como entendeu Descartes (1996) ao seu tempo. Argui-se que, se o conhecimento tácito é intrínseco à pessoa que o detém, intuitivo mesmo, ou se faz parte da cultura de determinado grupo, não podendo ser verbalizado, então não poderá ser explicitado, codificado. O que Nonaka e Takeuchi (1997) chamam de conversão, parece corresponder, numa outra percepção, aos conceitos de compartilhamento, conexão, integração, absorção, percepção. Por exemplo, chamam de socialização a conversão de conhecimento tácito em conhecimento tácito. Pode-se afirmar que socialização é o próprio compartilhamento de conhecimentos em determinado grupo, não se podendo separar um tipo de conhecimento do outro. As pessoas compartilham o que sabem, o que estão a intuir, a sentir, a pensar, a demonstrar, ou mesmo a teorizar sobre o tema em questão. Nada será convertido; cada um acrescentará ao que já sabia aquilo que compreendeu, seja um aprendizado no nível codificado, explícito, seja em patamar de maior abstração, tácito.

Com Dewey e Bentley (1948) e com Cook e Brown (1999), observou-se que o conhecimento possuído (*knowledge*) é ferramental do conhecimento em ação (*knowing*), este sim operacional, prático, instrumental.

A partir das diferentes teorias analisadas, verifica-se que não existe conversão de conhecimento tácito em conhecimento explícito, mas sim conhecimento tácito utilizado em conjunto com este. Esta convivência ocorre de modo integrado, compartilhado, percebido ou conectado, com vistas à criação de novos conhecimentos, ou mesmo ao aprofundamento de conhecimentos existentes.

A partir de Ashby (1970), pode-se compreender que modelos são simplificações da realidade; apesar disto, devem ser reflexo dela, sendo essencial sua efetiva representatividade. Ashby (1970) faz referência à variedade, demonstrando que o modelo precisa considerar o mesmo nível de complexidade da realidade que pretende refletir, não podendo desconsiderar variáveis relevantes, sob pena de não ser adequado ao seu objetivo.

Assim é que, em se tratando de explicitação de realidades complexas, para efeito de normatização, modelagem, simulações, transformação de rotinas e procedimentos em linguagem para computadores, integração de sistemas via Tecnologias de Informação e de Comunicação, o que se verifica é a formalização de procedimentos e de formulações que, integradas à experiência dos especialistas e ao conjunto de integrações de diferentes origens e especialidades, leva a novos sistemas, resultantes de integrações e sistematizações, as quais padronizam situações, modelando-as de modo explícito.

Note-se que esta situação típica de automatização de procedimentos refere-se aos processos empresariais, tanto no âmbito administrativo quanto operacional, visando ao aumento da eficiência e da eficácia de processos de negócios e de produção de bens e serviços. Nestes casos, a experiência vivida pelos participantes dos projetos será útil tanto na orientação para a incorporação de rotinas relevantes quanto para a exclusão de situações indesejadas e de casos irrelevantes. Indo além, sabe-se que, com o uso integrado de computadores, bancos de dados e telecomunicação digital, com a convergência de dados, voz, imagem etc., novas possibilidades surgem, não cabendo falar-se em conversão, mas sim em inovação de processos e de procedimentos, tanto no âmbito dos negócios quanto da produção em si.

De modo abstrato, converter significa partir de algo e representá-lo de outro modo. Nada é criado na conversão.

A inovação em produtos, processos, marketing ou organização passa pela criatividade, pela intuição, pelo aprendizado individual ou em grupos de práticas, seguindo caminhos diversos, previstos ou não.

Na verdade, alguns autores tem criticado o modelo SECI, embora tais críticas não encontrem expressiva ressonância. Gourlay (2006) afirma que Nonaka dá indevido

destaque à autoridade dos gestores das empresas japonesas na solução de conflitos de objetivos por parte das equipes de desenvolvimento, o que não estimularia a criatividade em direção à inovação. Para Gourlay (2006), Nonaka também não explica como novas ideias seriam transformadas em inovação. Sobre o poder e autoridade dos gestores, Gourlay (2006) afirma que o texto de Nonaka leva o leitor a acreditar que a inovação se dá a partir de decisões da diretoria da empresa japonesa.

Hildreth e Kimble (2002) afirmam ser superficial a teoria de Nonaka sobre os tipos de conhecimentos. Para eles, o modelo considera que os conhecimentos tácito e explícito não são separáveis, mas mutuamente complementares, concluindo que, para este autor, a interação destas formas de conhecimento equivaleriam à conversão de conhecimento (referindo-se aos quatro estágios de conhecimento – o modelo SECI). Estes autores ponderam que, se o conhecimento tácito em Polanyi não é possível de ser verbalizado, como se poderá convertê-lo para outro tipo de conhecimento (o explícito)?

Com base nos textos de Gourlay (2006) e de Hildreth e Kimble (2002), pode-se refletir que, no exemplo da Matsushita, em que uma analista de software ficou observando um padeiro experiente em sua função, não houve, na verdade, troca de experiências, ou algum tipo de transformação de tipos de conhecimento; a analista, observando o profissional a fazer o pão, criou seus próprios conhecimentos tácitos e, depois, com sua especialidade profissional, definiu um modo de se produzir um pão equivalente, com base na interpretação de sua observação.

Pondera-se, a propósito, que o conhecimento tácito do padeiro, continuará com ele que, com certeza, continuará sua trilha de experiências com novos materiais, novas formas de fazer o que já faz, novas ideias inovadoras em seus produtos, enquanto que a máquina de fazer pão da Matsushita continuará, por toda a sua existência, a fabricar a mesma receita, sem alteração alguma, pois partirá de um máquina e de receitas automatizadas, utilizando conhecimentos postos, existentes, sem possibilidade de evolução criativa no dia a dia, sem melhorias tácitas típicas da atividade dos profissionais experientes.

Verifica-se, em síntese, que o modelo SECI, centrado na conversão do conhecimento tácito em conhecimento explícito (principal modo de conversão, dentre os quatro modos de conversão apresentados por Nonaka e Takeuchi) não explica, na

abrangência necessária à complexidade dos tempos atuais, o processo de criação do conhecimento que leva à inovação nas organizações.

2.4.4. Resumo das teorias e conceitos que nortearam a pesquisa de campo

As teorias e os modelos apresentados no Quadro 3 serviram de fundamento à elaboração das perguntas da pesquisa, bem como orientaram os esclarecimentos que se fizeram necessários durante as entrevistas que se seguiram aos questionários.

Quadro 3: Teorias e conceitos relacionados ao processo de criação do conhecimento associado à inovação

Ref.	Teorias e conceitos relacionados ao processo de criação do conhecimento associado à inovação	Autores relacionados ao tema
01	Conhecimento tácito e conhecimento explícito são conhecimentos de classes distintas, não havendo possibilidade de conversão entre eles.	(Cook & Brown, 1999; Hildreth & Kimble, 2002; Newell et al., 2009; Polanyi, 1964).
02	Durante o desenvolvimento de produtos, processos e sistemas, simples ou complexos, surgem questões emergentes, impossíveis de serem imaginadas antes do evento.	(Chagas Jr., 2008; Leonard-Barton & Straus, 2001; Mintzberg et al., 2000; Utterback, 1994).
03	A criação do conhecimento associado à inovação pode ir além dos limites do desenvolvimento interno da empresa	(Chesbrough, 2008; Hippel, 2005; Leonard-Barton, 1995; Nicolsky, 2010; Utterback, 1994).
04	Parcerias tecnológicas são relevantes ao desenvolvimento que leva à inovação.	(Chesbrough, 2003; Leonard-Barton, 1995; Nelson, 1990; Utterback, 1994).
05	Fatores não tecnológicos, dentre eles, mercado, concorrência, crédito e comportamento do consumidor são relevantes ao desenvolvimento que leva à inovação.	(Chesbrough, 2008; Kline & Rosenberg, 1986; Lopes, 2009; Nicolsky, 2010; Sawhney et al., 2006; Schumpeter, 1985).
06	O compartilhamento de conhecimentos e informações relativos à criação do conhecimento nas organizações precisa considerar a questão da proteção aos investimentos realizados.	(Chesbrough, 2008; Leonard-Barton & Straus, 2001; Utterback, 1994).
07	Conhecimento tácito e conhecimento explícito integram-se ao conhecimento obtido na prática, em operação (<i>knowledge x knowing</i>).	(Cook & Brown, 1999; Dewey & Bentley, 1948; D. H. Kim, 1993; Newell et al., 2009; Polanyi, 1964).

Continua

Continuação

08	As comunidades de práticas estimulam e multiplicam as percepções individuais.	(Hildreth & Kimble, 2002; Leonard-Barton, 1995; Newell et al., 2009).
09	A inovação resulta da criação do conhecimento (em seus diferentes formatos) que surge tanto na direção da organização quanto, e mais ainda, de diferentes pessoas em diferentes posições na organização.	(Gourlay, 2006; Leonard-Barton, 1995; Mintzberg et al., 2000; Nicolsky, 2010; Rodrigues & Riccardi, 2007; Tidd et al., 2001; Utterback, 1994).
10	Existem diferentes caminhos que levam à inovação.	(Chesbrough, 2008; Leonard-Barton, 1995; Nelson, 1990; Nicolsky, 2010; Schumpeter, 1985; Utterback, 1994), dentre outros autores referidos no trabalho.
11	Os Sistemas de Inovação são muito relevantes ao processo de criação do conhecimento associado à inovação.	(Campanario et al., 2004; Freeman, 1995; Herstad et al., 2010; Qing-dong, 2010).
12	O processo associado à inovação deve considerar os paradigmas da ciência, da tecnologia e do mercado, para que seja compreendida adequadamente.	(Dosi, 1988; Kuhn, 2006; Nicolsky, 2010; Utterback, 1994).
13	A fixação do conhecimento explícito, a partir de diferentes fontes de conhecimentos (tácitos, explícitos, percepções, intuição, acasos, situações emergentes etc.) depende da interpretação do indivíduo ou do grupo de desenvolvimento, testes e operação inicial que efetivamente participam do processo que leva à inovação.	(Cook & Brown, 1999; Dewey & Bentley, 1948; Hildreth & Kimble, 2002; Kim, 1993; Leonard-Barton, 1995; Newell et al., 2009; Polanyi, 1964; Utterback, 1994).
14	Existem outras lógicas de desenvolvimento das inovações, dentre elas: a imitação, o isomorfismo e a reengenharia.	(Ashby, 1970; Barbieri & Alvares, 2003; L. Kim, 2006; Leonard-Barton, 1995; Prince, 1975; Sawhney et al., 2006; Tigre, 2006; Utterback, 1994; Wiener, 1954).
15	Produtos e Processos complexos podem trazer, de modo não explícito e não disponível ao usuário, inteligência decorrente da experiência e dos diversos tipos de conhecimentos dos desenvolvedores da inovação.	(Leonard-Barton, 1995)
16	A percepção da realidade depende do observador. Um grupo de desenvolvimento seguirá os caminhos decorrentes do que seus integrantes efetivamente interpretarem da realidade que se lhes apresenta a cada momento. É o conceito de <i>Gestalt</i> .	(Kuhn, 2006; Polanyi, 1964).

Continua

Continuação

17	O compartilhamento das experiências e dos conhecimentos e aprendizados das diferentes pessoas, cada qual com sua formação teórica e diferentes origens, captando o que conseguir, poderá levar a diferentes modos de inovar.	(Cook & Brown, 1999; Hildreth & Kimble, 2002; Leonard-Barton, 1995; Newell et al., 2009).
18	O modelo de cooperação entre o poder executivo japonês e as empresas privadas foi essencial ao modelo de desenvolvimento do país, não fazendo sentido o estudo individualizado do desenvolvimento da indústria japonesa.	(Johnson, 1993).

Fonte: Elaborado pelo autor

As teorias e modelos referidos procuram demonstrar a complexidade do tema da criação do conhecimento associado à inovação nas organizações, envolvendo paradigmas da ciência e das tecnologias, além de percepções pessoais que partem da experiência de cada um, questões imponderáveis e outros conceitos, os quais são utilizados como base para a pesquisa de campo apresentada a seguir.

O próximo capítulo discorre sobre a metodologia da pesquisa utilizada neste trabalho para análise de cinco casos da empresa de base tecnológica.

3. METODOLOGIA DA PESQUISA

Utilizou-se nesta pesquisa o método de levantamento bibliográfico, uma vez que diversos autores foram referenciados, tanto para as definições a respeito da expressão inovação quanto para as considerações sobre o tema da criação do conhecimento associado à inovação. Utilizou-se também a abordagem metodológica qualitativa, em especial, o estudo de casos múltiplos, com base em Yin (2010) e em Eisenhardt (1989).

Explica-se a razão do uso de casos múltiplos nesta pesquisa. É que, embora a pesquisa trate de uma única empresa, os casos estudados são casos específicos, com participação de diferentes atores, de diferentes países, culturas e configurações de negócios, cada um com sua trajetória de desenvolvimento totalmente diversa das demais. Os casos são estudados com os desenvolvedores, técnicos e projetistas de modo individual e específico, a partir de um questionário inicial semi-estruturado, conforme orientação metodológica aplicável (Flick, 2009; Vieira, 2004; Yin, 2010). Para Biancolino (2010, p. 146), “Um estudo de caso pode envolver a conjugação de casos múltiplos. São exemplos de situações desta natureza no campo da administração o estudo de inovações introduzidas em diferentes áreas de uma mesma empresa, onde cada área é tratada como um único caso ou a comparação de estratégias operacionais entre diferentes fábricas de um mesmo ramo”.

3.1. DELINEAMENTO DA PESQUISA

Segundo Flick (2009, p. 20), “a pesquisa qualitativa é de particular relevância ao estudo das relações sociais devido à pluralização das esferas da vida”. A partir das considerações de Flick, pode-se apontar para a complexidade crescente da vida em sociedade, em que os padrões sociais tradicionais do século XXI, com pretensões à generalização estatística de cunho positivista, cedem espaço à investigação pontual no tempo, no espaço e com foco em situações específicas, que requererem análise aprofundada, investigação esta que poderá ou não levar à indução, à generalização de

conceitos, mas que, de outro lado, poderá ser verdade apenas em algumas situações específicas, não podendo levar a generalizações.

Para Vieira (2004), o método qualitativo tem como relevante característica a observação do fenômeno de modo total, tratado individualmente, com profundidade, permitindo ao pesquisador construir a realidade a partir das suas observações específicas. Completa Vieira ponderando sobre a relevância da pesquisa qualitativa em estudos sobre culturas organizacionais, bem como sobre estruturas das organizações.

Neste trabalho o foco é o estudo dos fatores relevantes ao processo de criação do conhecimento associado à inovação em empresa de base tecnológica, segundo perspectivas, de diferentes autores, tendo como ponto de partida o modelo SECI, a partir do qual o estudo avança para outras teorias e modelos, que procuram tratar da realidade complexa dos tempos atuais.

Foram estudados cinco casos práticos, com diferentes caminhos e estratégias, todos desenvolvidos na empresa SIEMENS. Por se tratar de empresa global e inovadora em diversos segmentos da economia, com diferentes tecnologias e estratégias de desenvolvimento, utilizou-se a conceituação de casos múltiplos, uma vez que cada caso se refere a uma determinada inovação, com fenômenos, contextos, atores, locais, épocas e parceiros distintos e específicos. Partiu-se da origem criativa à realização do objetivo inovador. Os casos práticos têm seu ambiente de desenvolvimento no Brasil, podendo utilizar-se dos conhecimentos, experiências e laboratórios de plantas industriais de outros países em que também se encontra a empresa Siemens. Em determinadas situações, outras empresas, locais ou estrangeiras, também participam dos desenvolvimentos.

3.2. Modelo conceitual da pesquisa

O objetivo da pesquisa é o entendimento dos fatores relevantes ao processo que se inicia no momento da criação da ideia original, caminhando por diferentes ambientes e situações, até que se chegue ao momento da concretização da inovação.

A propósito, modelos conceituais, segundo Miles e Huberman (1994), explicam, tanto graficamente, quanto na forma de narrativa, os principais assuntos a

serem estudados na pesquisa, considerando os conceitos, as relações entre conceitos e as variáveis do problema. Esta sistemática auxilia na visualização das questões relevantes, o que leva o pesquisador a ter maior clareza sobre o que estudar e sobre o que relacionar e o que deixar em segundo plano, a depender dos caminhos a serem percorridos na pesquisa, sempre com possibilidade e necessidade de revisão, até que se chegue a um modelo o mais próximo da realidade pesquisada. Observe-se que a realidade é construída pelo pesquisador, a partir do que observa e das suas próprias reflexões, sempre influenciado pelos respondentes e participantes da pesquisa, os quais trarão suas próprias percepções sobre o tema em estudo.

Dando sequência ao raciocínio, pontua-se que o modelo conceitual permite ao pesquisador: (1) verificar se a pesquisa tem seus limites claramente definidos; (2) decidir sobre o que não pesquisar; (3) definir a prioridade de questões específicas sobre outras; inclusive (4) abrindo caminho para futuras pesquisas sobre o tema, com outras prioridades ou perspectivas.

A propósito, é relevante mencionar que a referida realidade construída deve ter como guia a objetividade, neutralizando o subjetivismo natural do ser humano, em geral. É que, na pesquisa de cunho científico, há que se ir além do natural e corriqueiro, em uma atitude de superação, em direção exatamente à objetividade e ao distanciamento necessário a uma correta pesquisa científica. De acordo com Kawulich (2005) e Mack, Woodsong, MacQueen, Guest e Namcy (2005), em trabalhos a respeito do conceito de observação participante em pesquisas etnográficas, mas que também se aplicam às outras modalidades de pesquisa qualitativa, em geral, embora se possa ponderar que o referido distanciamento que o pesquisador deve manter em relação aos fatos observados em sua pesquisa qualitativa, seja ela etnográfica ou de outra espécie qualitativa, nem sempre é possível, a depender das situações fáticas em que se encontra o pesquisador.

3.3. Desenvolvimento da pesquisa a partir do modelo conceitual

Em função da complexidade típica dos ambientes que são palco das pesquisas qualitativas, alguns cuidados especiais devem ser tomados, para que não se perca o foco da pesquisa, ou para que se conheça melhor o referido foco. Lima (2010) pondera que todo planejamento é necessário, mas deve ser compreendido como um guia inicial. É

que as situações que serão observadas são, por definição, desconhecidas. Assim, planejar significa preparar um guia de condutas, um arcabouço das ideias, das ferramentas de pesquisa, de fixação dos dados, de geração dos conhecimentos, de retorno ao campo para ajustes e aprofundamentos na coleta de dados e informações.

Daí a recomendação de Lima (2010) e de Urbanavicius (2013) para que se prepare, a priori, um modelo conceitual do que deverá ser pesquisado, indicando, naturalmente, os caminhos da pesquisa:

- Quem serão os atores;
- Quais os relacionamentos relevantes a serem investigados;
- Quais os principais temas a serem abordados;
- Que decisões e respectivas consequências deverão ser compreendidas pelo pesquisador e
- Que métodos específicos deverão ser utilizados, a partir da percepção inicial espelhada no próprio modelo conceitual.

Neste trabalho, os questionários e os roteiros das entrevistas, já preparados, foram os guias conceituais que nortearam os pontos essenciais da pesquisa. Observe-se que, em um primeiro momento, os questionários foram enviados aos respondentes, para, depois de análises pelo pesquisador, ocorrerem as entrevistas, durante as quais vários pontos das respostas foram esclarecidos ou aprofundados.

A presente pesquisa tratou de um estudo de casos múltiplos, na medida em que foram estudados cinco casos práticos de criação do conhecimento que levou à inovação. Tais casos ocorreram na Siemens Brasil, em situações diferentes, com caminhos próprios e mercados distintos. O que interessou ao pesquisador foi a qualidade da informação obtida, com profundidade e com suas especificidades em cada situação, tendo-se obtido um quadro consistente do contexto estudado.

Os cinco casos práticos pesquisados na Siemens Brasil utilizaram a mesma lógica de desenvolvimento para a coleta e análise de dados.

A seção 3.5.1, que explica as dimensões da pesquisa e que apresenta o constructo elaborado, mostra a lógica utilizada. Referências teóricas resultaram em

perguntas. Perguntas aglutinadas geraram dimensões ou *clusters* de questões pertinentes a um mesmo assunto. Não houve a preocupação com proposições teóricas, mas apenas e tão somente com a apropriação de teorias que fundamentassem as questões escolhidas para a pesquisa de campo (Eisenhardt, 1989; Lima, 2010; Maccari, 2008; Martins, 2013). A análise dos resultados trouxe a necessária articulação entre teorias e práticas. Na seção 3.2 analisou-se cada dimensão e, para cada uma, analisaram-se os cinco casos operacionais pesquisados, com a articulação entre teorias estudadas e práticas observadas.

Segue o Quadro 4, que apresenta, de modo sintético, a sequência geral da pesquisa, com base em Eisenhardt (1989), Maccari (2008) e Lima (2010). Como já dito, a pesquisa utilizou-se dos conceitos, de forma simbiótica, de Eisenhardt (1989) e de Yin (2010), uma vez que o foco da pesquisa teve como fundamentos teóricos diferentes conceitos e teorias, mas sem privilegiar uma conceituação teórica pré-definida.

Quadro 4: Delineamento da pesquisa, com base nos estudos de caso.

Etapa	Atividade	Razão
Iniciando	Definição da questão da pesquisa.	Definir tema e foco da pesquisa
	Constructos iniciais, provisórios.	Cria um ambiente propício a uma melhor base para a mensuração dos constructos
	Sem hipóteses.	Mantém a flexibilidade teórica
Selecionando os casos	Especificação dos casos.	Viabiliza a pesquisa de campo, apresentando situações práticas que serão confrontadas com as teorias referidas.
	Amostragem aleatória, em contexto consistente - Siemens Brasil.	Permite a compreensão do processo criativo em situações práticas peculiares , mas com uma mesma visão estratégica . Dá maior relevância e consistência e relevância à pesquisa realizada.
Preparando os instrumentos e protocolos	Múltiplos métodos de coleta de dados; mesma lógica em todos os casos.	Fortalece o embasamento teórico, dando maior consistência às evidências.

Continua

Continuação

	Dados qualitativos a serem obtidos com base em teorias relevantes e em publicações de casos práticos pertinentes.	Permite a obtenção de informações e evidências que reflitam a realidade dos processos de criação sob análise.
Coletando os dados	Coleta e análise de dados em paralelo, com observações caso a caso.	Acelera a análise e revela ajustes necessários aos instrumentos de coleta e protocolos.
	Método de coleta de dados flexível, com aprofundamentos e ajustes, caso a caso.	Possibilita a criação de novas perspectivas e ajustes dos constructos.
Analisando os dados	Análise de cada caso, de modo específico e aprofundado, com mais de uma rodada de interações.	Promove a familiaridade com os dados e propicia o direcionamento inicial de conceitos teóricos.
	Análise inter-caso: Busca de similaridades/padrões entre os casos. Uso de diferentes perspectivas.	Força o pesquisador a enxergar as situações em maior profundidade e com maior riqueza de informações.
Construindo hipóteses	Tabulação iterativa de evidências para cada constructo.	Confirma, estende e ajusta os conceitos e teorias.
	Uso da lógica de replicação ao considerar cada um dos diferentes casos em confronto com as teorias.	Confirma, estende e ajusta as direções teóricas.
	Busca das evidências sobre as causas das relações conceituais identificadas.	Constrói a validação interna.
Comparando as teorias utilizadas.	Comparação com a literatura conflitante.	Constrói a validação interna, fortalece os conceitos teóricos, aperfeiçoa e ajusta a definição dos constructos.
	Comparação com a literatura similar.	Dá maior consistência às generalizações teóricas, melhorando a definição dos constructos e elevando o nível teórico da pesquisa.
Finalizando a pesquisa	Saturação teórica, quando possível.	Finaliza a pesquisa quando a melhoria marginal se torna pequena, nos casos em que couber.

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Eisenhardt (1989) e em Lima (2010).

3.4. Seleção de casos

A partir da questão da pesquisa, dos objetivos almejados e das teorias estudadas e articuladas, o pesquisador iniciou os trabalhos de campo com o Diretor de Tecnologia e Inovação da Siemens Brasil. Também participou da pesquisa uma pessoa especializada em inovação, assessora do Diretor.

O Diretor expôs casos que tiveram como fundamento de seu desenvolvimento a inovação. A partir dessa exposição inicial, foram definidos os casos que se enquadravam no objetivo da pesquisa: casos diferentes entre si, mas sem o viés da escolha específica de cada um deles. Foram identificados cinco casos, a saber:

1º) Transformador subterrâneo a seco (DrySub) – desenvolvimento conjunto fornecedor-cliente;

2º) Sistema *smart grid* de gestão de energia – desenvolvimento entre a empresa, suas subsidiárias ao redor do mundo e um Centro de P&D em Universidade local;

3º) Sistema de posicionamento dinâmico de plataformas marítimas – integrando agência de desenvolvimento, universidade, centro de pesquisa e empresas de diferentes origens;

4º) Contatores Digitais – desenvolvimento conjunto entre empresas parceiras;

5º) Technology to Business (TTB) – Organização para identificação e desenvolvimento de parceiros em inovação – considera a criação de um centro de inovações com parceiros em fase inicial de desenvolvimento de produtos.

Conforme o **Apêndice 2** – Roteiros para Questionários e Entrevistas, foram utilizados dois roteiros de trabalho, incluindo **questionários e entrevistas**.

O **primeiro roteiro** atende ao primeiro objetivo específico, voltado às estratégias da empresa para fomentar a cultura de inovação na Siemens. A interação com o Diretor de Tecnologia e Inovação da Siemens e com a Especialista em Inovação, teve como objetivo a compreensão conceitual da empresa a respeito dos possíveis caminhos que, partindo de algum momento inicial, levam à inovação, seja de produto, processo, marketing ou organização ou, de modo mais abrangente, de um novo tipo de

negócio. Adicionalmente, o roteiro incluiu questões sobre compartilhamento de informações, experiências, padrões de qualidade, aspectos relativos a mercados etc.

Já o **segundo roteiro** de trabalho atende ao segundo objetivo específico, tendo servido de guia para o entendimento do processo de criação do conhecimento associado à inovação, nos casos concretos já referidos acima. Foram enviados questionários aos respondentes que, em um segundo momento, participaram de entrevistas individuais para esclarecimentos e para compreensão ampla das situações específicas. Destaca-se que as perguntas dos roteiros utilizaram como fundamento as teorias discutidas no trabalho. Com esta articulação, propiciou-se a conexão das teorias com as questões práticas, sendo esta conexão o fio condutor conceitual da pesquisa.

3.5. Coleta dos dados

A coleta de dados consiste, em um primeiro momento, em um estudo específico sobre a organização a ser pesquisada, via material impresso da instituição, notícias em jornais/revistas, acesso à página institucional disponível na internet, entre outros. Este procedimento foi necessário para propiciar ao pesquisador um conhecimento prévio a respeito dos seus produtos e serviços e de seus princípios, valores, de tal modo que os potenciais entrevistados pudessem sentir-se à vontade com o entrevistador, na medida em que este estaria preparado para os temas a serem discutidos.

Após familiarizar-se com as informações institucionais e tecnológicas da organização estudada, o pesquisador preparou um roteiro para as entrevistas com perguntas semi-estruturadas, as quais foram discutidas, inicialmente, com o Diretor de Tecnologia e Inovação da Siemens e com a Especialista em Inovação, para que se chegasse a uma linguagem adequada e pertinente. Em seguida, foram realizadas as pesquisas dos cinco casos já referidos. Após a etapa de levantamento dos dados e das informações, com os questionários respondidos e as entrevistas realizadas, elaborou-se o constructo da pesquisa.

3.5.1. Constructo da pesquisa

Como já referido, o objetivo geral da pesquisa é:

- ✓ Identificar os fatores relevantes que contribuem para o processo de criação do conhecimento associado à inovação em empresa de base tecnológica.

Os objetivos específicos são:

- (1) Identificar a perspectiva estratégica da empresa de base tecnológica em relação à inovação.
- (2) Entender a composição dos recortes teóricos que se aplicam à temática da criação do conhecimento associado à inovação em empresa de base tecnológica;

Preparou-se o **constructo** refletido no Quadro 5, que se verá adiante e que sintetiza a pesquisa deste trabalho. Este **constructo** contém 09 **dimensões**, aqui representadas por **clusters** que agrupam perguntas de mesma **categoria** factual. A propósito, a seção a seguir resume os significados dos termos ora referidos.

Definições conceituais

a) Constructo

Observa Silva (2013) que, conforme o dicionário Houais, **constructo** é “construção puramente mental, criada a partir de elementos mais simples para ser parte de uma teoria.”. Silva (2013) apresenta alguns exemplos, a saber: “força de excitação”, “força de inibição”, “mobilidade do processo nervoso”, “temperamento presente nas dimensões avaliadas pelo instrumento Pavlovian Temperament Survey (PTS, anteriormente denominada STI-R – Strelau Temperament Inventory)”, “competência no cotidiano”, “clima organizacional”.

Silva (2013) destaca que “[...] o pesquisador quando elabora um novo constructo, precisa interagir com sua criação, precisa verificar sua validade, explorar as possibilidades, aguardar contribuições de outros pesquisadores e/ou orientadores”, concluindo nos seguintes termos:

“O constructo é a definição mental, dada por um ou mais autores, a termos/expressões/fenômenos/constatações que são difíceis de ser compreendidos ou que são novidades científicas. A finalidade é que não soem vagos e imprecisos. Busca-se, assim, estruturar e organizar uma linguagem determinante que sinalize e simbolize da maneira mais exata possível o que se está pesquisando ou do que se está falando a fim de que seja compreendido pelos outros”.

b) Dimensões

Com base nos trabalhos de Maccari (2002, 2008) pode-se entender que **dimensões** se referem às perspectivas sob análise de determinada pesquisa em determinado momento.

Maccari (2002) utiliza o conceito no seguinte contexto: “[...] a desigualdade de tratamento das duas dimensões constitutivas de uma Instituição de Ensino Superior: o ato pedagógico e o negócio” (Maccari, 2002, p. 17). Em outro trecho da mesma obra encontra-se: “[...] possibilita fazer comparações mais conclusivas, classificadas em diversas dimensões (geográfica, temporal, grupo e sub-grupo, etc.)” - (Maccari, 2002, p. 33). Outro exemplo de uso do conceito, em ambiente de tecnologia digital, diz respeito à utilização de técnicas de inteligência artificial para análises multidimensionais, “ampliando a capacidade de correlação entre variáveis que compõe o negócio da empresa” (Maccari, 2002, p. 33).

c) Clusters e Categorias:

Miles e Huberman (1984) utilizam a expressão *cluster* como sendo um processo de agrupar coisas de mesma natureza, classificando-as para que possam ser melhor compreendidas. Exemplificam o conceito ressaltando que plantas crescem, sem sair do lugar, que animais têm patas e se movimentam, que automóveis tem quatro rodas etc.

Para Miles e Huberman (1984), *Clustering* é uma tática que pode ser aplicada em diferentes níveis de dados qualitativos: ao nível dos eventos, dos participantes individuais, dos processos, das situações, dos ocais, e assim por diante. Afirmam ainda que em todas as instancias pode-se buscar um entendimento melhor de um fenômeno

quando analisado de modo agrupado, conceituando objetos que considerem as similaridades e as características dos elementos agrupados.

Esses autores concluem que *clustering* é um nome genérico dado ao processo de utilizar e ou formar categorias, com a classificação de coisas - eventos, participantes, processos, *sites* – dentro destas categorias. Este processo permite agrupar, classificar, comparar etc. O conceito propicia que sejam agrupadas categorias e sub-categorias infinitas vezes, de tal modo que as coisas possam ser compreendidas sob uma determinada ordem, base para o estudo científico dos objetos de pesquisa.

Os autores também utilizam a expressão **categorias** para classificarem coisas e eventos de mesmo gênero. Agrupadas, dizem os autores, as coisas poderão ser compreendidas no nível das teorias.

➤ Dimensões da pesquisa de campo e o constructo elaborado

Em suma, *Clusters* de perguntas foram criados, a partir das diversas categorias relevantes, o que resultou nas dimensões. O conjunto reflete o constructo da pesquisa.

As **dimensões pesquisadas** junto à Siemens são as seguintes:

. Para atingir o **objetivo específico número 1:**

A) Inovação: Perspectiva Estratégica da Empresa;

. Para alcançar o **objetivo específico número 2:**

B) Tipos de inovação

C) Momento inicial do processo criativo

D) Etapa de desenvolvimento e implantação do produto (resultado final do projeto)

E) Investimentos e criações: Proteção jurídica e retorno econômico

F) Problemas previsíveis e problemas inimagináveis

G) Conhecimentos e informações disponíveis ao usuário

H) Integração de soluções

I) Indivíduos e paradigmas – contribuições específicas

➤ Construção das nove dimensões da pesquisa

Segue breve explicação sobre a construção das dimensões da pesquisa. Partiu-se das teorias articuladas para as perguntas que serviram de base à pesquisa de campo. Tais perguntas foram depois aglutinadas em temas consistentes (*clusters* de perguntas), formando uma dimensão estratégica e oito dimensões operacionais, seguindo orientação de Maccari (2008).

1ª Dimensão (A): Inovação: perspectiva Estratégica da Empresa

A pesquisa tem como foco a compreensão do processo de criação do conhecimento associado à inovação em empresa complexa de base tecnológica. Considerando-se que o pesquisador estudou um grupo empresarial complexo, buscou-se, previamente, a compreensão das diretrizes estratégicas corporativas e das ferramentas de apoio aos desenvolvimentos ao nível corporativo, já que o processo inovativo considera diversos outros fatores, além das capacidades e habilidades dos desenvolvedores, de acordo com Schumpeter (1984), Utterback (1994), Chesbrough (2008). O questionário 01, elaborado a partir dos autores pesquisados (explicitados no constructo), serviu como guia das entrevistas com a diretoria corporativa de inovação e tecnologia da empresa Siemens, conforme descrito no capítulo sobre análise dos resultados.

2ª Dimensão (B): Tipos de Inovação

Esta dimensão, refletida na pergunta 01 do questionário 02, busca a compreensão da natureza teórica do tipo de inovação apropriado aos casos práticos. Pode-se partir de um novo paradigma da ciência (Kuhn, 2006), passando por mudanças em paradigmas tecnológicos (Dosi, 1988), pequenas melhorias ou mudanças paradigmáticas do ponto de vista de mercado (Schumpeter, 1985), até a imitação de outros produtos ou processos existentes no mercado (Kim, 2006). Nicolisky (2010) sintetiza as teorias, conforme a Figura 4 na seção 2.4.2. deste trabalho.

3ª Dimensão (C): O momento inicial

Esta dimensão, correspondente às perguntas 02, 03, 04, 05, 06 e 07 do questionário 02. Reflete as questões relativas ao momento inicial daquilo que poderá ser

uma inovação futura e crucial, pois fixa o modo como iniciou-se a inovação, refletindo as várias teorias estratégicas relacionadas à inovação. Conforme ensinamentos de Mintzberg et al. (2000) a inovação pode surgir em decorrência de estratégias emergentes; pode surgir também de análise que parte do grupo de inteligência de mercado (Rodrigues & Riccardi, 2007), bem como de pressões externas da concorrência (Schumpeter, 1985). Solicitações ou comentários de clientes também originam inovações (Sawhney et al., 2006), assim como a experiência dos profissionais da área, com suas experiências próprias, de acordo com Polanyi (1964), Kim (1993), Cook e Brown (1999), Newell et al. (2009).

4ª Dimensão (D): Etapa de Desenvolvimento e Implantação do produto (*resultado final do projeto*)

As trajetórias dos desenvolvimentos que levam à inovação apresentam, de um modo geral, uma vertente bem comportada na linha teórica estudada por Nonaka e Takeuchi (1995), mas, em paralelo, quando as questões são analisadas com maior profundidade, percebe-se que se compõem de escolhas e acasos de variedade complexa. Clientes e fornecedores podem participar dos desenvolvimentos, em conformidade com Sawhney et al. (2006), Chesbrough (2008). Podem ocorrer também situações imprevistas ou mesmo inimagináveis, como teorizam Utterback (1994), Mintzberg et al. (2000), Leonard-Barton & Straus (2001) e Chagas Jr. (2008). Considera-se também, nesta dimensão, a relevância das parcerias tecnológicas e dos sistemas de inovação, refletindo, na prática, as teorias de Nelson (1990) e de Chesbrough (2003). Esta dimensão aglutina as perguntas 36, 08, 09, 10, 11 e 19 do questionário 02.

5ª Dimensão (E): Investimentos e criações: Proteção jurídica e retorno econômico.

Esta dimensão analisa a questão dos investimentos e de seus retornos associados, os quais exigem formas de proteção às informações compartilhadas, aos conhecimentos obtidos, aos inventos desenvolvidos e a outras novidades inerentes ao processo de desenvolvimento e pesquisa. Seguem as considerações teóricas de Utterback (1994), Leonard-Barton & Straus (2001) e Chesbrough (2008). Reflete-se nas perguntas 12, 24, 25 e 29 do questionário 02.

6ª Dimensão (F): Problemas previsíveis e problemas inimagináveis.

Relativa às perguntas 15, 16, 17 e 18 do questionário 02, esta dimensão analisa os problemas que surgem da prática de uso da inovação, tanto em fase de testes e simulações quanto de uso no mercado, partindo da premissa teórica de que umas tantas coisas poderão ocorrer de modo diverso do planejado ou do discutido. Isto pode ocorrer porque determinados conjuntos de situações, quando integrados e analisados em conjunto, geram situações novas, por vezes inimagináveis. Este tema é tratado sob diversos enfoques por Dewey e Bentley (1948), Kim (1993), Utterback (1994), Leonard-Barton (1995), Cook e Brown (1999), Leonard-Barton e Straus (2001), Hildreth e Kimble (2002), Chagas Jr. (2008) e Newell et al. (2009).

7ª Dimensão (G): Conhecimentos e informações disponíveis ao usuário.

A Dimensão G, que trata dos conhecimentos e informações disponíveis ao usuário, cuida indiretamente da proteção aos investimentos realizados, na medida em que, a depender do contrato de transferência de tecnologia, ou da especificação de compra e, treinamento ao uso e suporte do produto adquirido, por vezes o usuário não tem acesso aos conhecimentos, fórmulas etc. que fazem parte da inteligência do produto, processo ou software recebido. Reflete as perguntas 20, 21, 22, 23, 24 e 25 do questionário 02. Os autores referidos são: Dewey e Bentley (1948), Dosi (1988), Utterback (1994), Leonard-Barton (1995), Kim (2006), Cook e Brown (1999), Nelson (1990) e Chesbrough (2008).

8ª Dimensão (H): Integração de Soluções.

A questão da Integração de soluções, tratada nesta dimensão, por intermédio das perguntas 26, 27, 28 e 30 do questionário 02, diz respeito tanto à questão dos limites do produto quanto da participação dos usuários na utilização do produto inovador. Sawney, Wolcott e Arroniz (2006) sintetizam o raciocínio; Rodrigues et al. (2010) desenvolvem estudo sobre a teoria em países em desenvolvimento. Outra vertente diz respeito à aquisição do conhecimento na prática, no uso no dia a dia, na linha preconizada por Dewey e Bentley (1948) e por Cook e Brown (1999).

9ª Dimensão (I): Indivíduos e paradigmas

Esta dimensão aponta para a questão básica da pesquisa, buscando captar do respondente a percepção sobre o processo de aquisição do conhecimento associado à inovação em empresa de base tecnológica, em que os produtos e processos são, no mais

das vezes, integrados e utilizados em conjunto com outros produtos fornecidos por outros fabricantes, de modo que nada ocorre isoladamente, contando ainda com tecnologias diversas, oriundas de pesquisas específicas, utilizando paradigmas variados. Reflete-se nas perguntas 31, 32, 33 e 34 do questionário 02, partindo das teorias estudadas em Kuhn (2006), Dosi (1988), Ashby (1970), Chagas Jr. (2008), Dewey e Bentley (1948), Utterback (1994), Leonard-Barton (1995), Cook e Brown (1999), Hildreth e Kimble (2002).

3.5.1.1. Apresentação do constructo da pesquisa

Apresenta-se no Quadro 5 o constructo da pesquisa.

Quadro 5: Constructo da pesquisa

Objetivos específicos	Dimensões	Variáveis	Perguntas	Autores
Objetivo específico 01 – Identificar a perspectiva estratégica das empresas de base tecnológica em relação à inovação.	A) Inovação: Perspectiva Estratégica da Empresa	Estratégias corporativas; padrões globais; informações disponíveis na Intranet da empresa; Redes sociais temáticas internas.	Questionário 01	(Chesbrough, 2003, 2008; Cook & Brown, 1999; Hamel & Prahalad, 2005; Kim, 1993; Leonard-Barton, 1995; Lopes, 2009; Mintzberg et al., 2000; Nicolsky, 2010; Rodrigues & Riccardi, 2007; Sawhney et al., 2006; Schumpeter, 1985).
Objetivo específico 02 – Entender a composição dos recortes teóricos que se aplicam à temática da criação do conhecimento associado à inovação em empresas de base tecnológica.	B) Tipos de inovação:	Gráfico que relaciona ciência e inovação x posicionamento do caso.	Questionário 02 / P01	(Dosi, 1988; Kim, 2006; Kuhn, 2006; Nicolsky, 2010; Shumpeter, 1985)
	C) Momento inicial do processo criativo	Início do processo	P 02	(Cook & Brown, 1999; Leonard-Barton, 1995; Mintzberg et al., 2000; Newell et al., 2009; Polanyi, 1964; Rodrigues & Riccardi, 2007; Sawhney et al., 2006; Schumpeter, 1985; Utterback, 1994)
		Início: interno ou externo	P 03	
		Início individual ou resultado de discussão / trabalho em grupo.	P 04	
		Ideia encomendada; autor da encomenda	P 05	
		Origem da encomendada. Intuição, erro que levou a outra ideia, oportunidade percebida tecnicamente, oportunidade percebida mercado.	P 06	
Área interna em que surgiu a ideia.	P 07			

Continua

Continuação

	D) Etapa de desenvolvimento e implantação do produto <i>(resultado final do projeto)</i>	Conceito do produto e finalidade; início e conclusão do projeto. Lógica de desenvolvimento da ideia que levou ao produto inovador.	P 36 P 08	(Chagas Jr., 2008; Leonard-Barton & Straus, 2001; Straus, 2001; Mintzberg et al., 2000; Nelson, 1990; Nonaka & Takeuchi, 1995; Sawhney et al., 2006; Utterback, 1994).
		Parceria com outras organizações	P 09	
		Natureza das parcerias (Universidades, Centros de Pesquisa, Outras empresas, Profissionais autônomos).	P 10	
		Modo de aquisição da tecnologia: compra, licenciamento, desenvolvimento.	P 11	
		Variedade e complexidade no momento da implantação do produto	P 19	
	E) Investimentos e criações: Proteção jurídica e retorno econômico.	Proteção ao desenvolvimento do produto. Confidencialidade, patentes e registros. Retorno dos investimentos. Questões jurídica e econômica.	P 12	(Chesbrough, 2003, 2008; Leonard-Barton & Straus, 2001; Utterback, 1994).
		Proteção e retorno relativos às novas implementações do produto.	P 29	

Continua

Continuação

	F) Problemas previsíveis e problemas inimagináveis:	Problemas imprevistos (inimagináveis) durante o desenvolvimento do produto. Soluções	P 13	(Chagas Jr., 2008; Cook & Brown, 1999; Dewey & Bentley, 1948; Hildreth & Kimble, 2002; Kim, 1993; Leonard-Barton & Straus, 2001; Newell et al., 2009; Utterback, 1994)
		Problemas imprevistos (inimagináveis) durante o desenvolvimento do produto. Soluções	P 14	
		Problemas imprevistos na etapa de uso, no mercado	P 15	
		Soluções para os problemas referidos no item 15	P 16	
		Reflexão sobre possível previsibilidade dos problemas inimagináveis	P 17	
		Razões para a impossibilidade de prever os problemas inimagináveis (imprevisíveis)	P 18	
	G) Conhecimentos e informações disponíveis ao usuário:	Adequação dos Manuais de uso e de especificações do produto	P 20	(Chesbrough, 2003, 2008; Cook & Brown, 1999; Dewey & Bentley, 1948; Dosi, 1988; Kim, 2006; Leonard-Barton, 1995; Nelson, 1990; Utterback, 1994)
		Inteligência embutida nos produtos x grau de conhecimento do usuário	P 21	
		Inteligências embutidas nos produtos x Especificações explícitas do produto?	P 22	
		Treinamento de especialistas no uso do produto x facilidade intuitiva de uso.	P 23	
		Transferência de tecnologia embutida no produto.	P 24	
		Software: códigos abertos ou fechados.	P 25	

Continua

	H) Integração de soluções:	Integração do produto em solução para o cliente.	P 26	(Cook & Brown, 1999; Dewey & Bentley, 1948; Rodrigues et al., 2010; Rodrigues & Riccardi, 2007).
		Integração do produto x modificações na fase de integração.	P 27	
		Incorporação das modificações de cliente específico em versão de uso amplo do produto ao mercado.	P 28	
		Atitudes, percepções, contribuições pessoais dos indivíduos durante todo o processo criativo: atuação de técnicos, profissionais de marketing, fornecedores, clientes, pesquisadores, conversas informais, reuniões de pequenos grupos organizados para discussão do problema, resultados de testes em várias etapas etc.	P 30	
	I) Indivíduos e paradigmas – contribuições específicas:	Questões relativas à pesquisa pura e ou aplicada relevantes ao aprendizado gerador do conhecimento que levou à inovação.	P 31	(Ashby, 1970; Chagas Jr., 2008; Cook & Brown, 1999; Dewey & Bentley, 1948; Dosi, 1988; Hildreth & Kimble, 2002; Kuhn, 2006; Leonard-Barton, 1995; Utterback, 1994).
		Variedade e volatilidade na formação dos grupos de desenvolvimento. Contribuição pessoal dos envolvidos.	P 32	
		Abandono de ideias durante o percurso do desenvolvimento. Paradigmas dominantes, paradigmas desafiadores.	P 33	
		Conservadorismo e inovação. Novo conservadorismo.	P 34	

Fonte: Elaborado pelo autor

O quadro 5 reflete a pesquisa de campo, atendendo aos objetivos específicos 1 e 2, com as dimensões obtidas a partir dos *clusters* de perguntas e as respectivas variáveis estudadas. Este quadro apresenta também os autores das teorias que geraram as perguntas dos questionários 1 e 2, conforme Apêndice 2.

3.6. Análise dos dados

O trabalho utilizou modelo de processo não linear de pesquisa, com base em Lima (2010) e com base em Eisenhardt (1989), ajustando os conceitos de Yin (2010) sobre estudo de casos múltiplos utilizando o método qualitativo. Em suma, na medida em que o trabalho avançou, ocorreu a revisão dos dados, a revisão das análises, a comparação das questões práticas com as teorias estudadas e a reflexão sobre os novos conjuntos de dados e de informações disponíveis.

Partindo-se do material teórico estudado ao longo do desenvolvimento do trabalho com os casos analisados, buscou-se a explicação sobre os caminhos da criação do conhecimento associado à inovação em empresas de base tecnológica.

3.7. Método do Estudo de Casos Múltiplos.

Esta pesquisa utiliza a modalidade de estudo de casos múltiplos (Yin, 2010). Isto se fez necessário, pois os casos analisados dizem respeito a inovações ocorridas em empresa de grande complexidade tecnológica e gerencial, tanto no cenário global quanto no Brasil, atuando em diferentes segmentos econômicos.

A propósito, é ocasião para que seja destacada outra característica deste trabalho: a especialização do tema.

Quando cuida dos projetos de estudos de caso, Yin (2010) observa a necessidade de compreensão dos fenômenos a serem estudados, para que se possa avaliar a adequação do método do estudo de caso (s) na situação em tela.

A Siemens é empresa de porte mundial, atuando em diversos segmentos de mercado, sempre em posição de liderança tecnológica, ou ao menos, fortemente posicionada. Atuando

em diferentes países, trata com diferentes culturas e ambientes de desenvolvimento e pesquisa. Também enfrenta diversos padrões de mercado e de padrões tecnológicos e de qualidade. Outra questão essencial diz respeito ao modo como se dão as inovações e outros desenvolvimentos na empresa. Dado o seu porte e o número de locais para pesquisa e desenvolvimento, bem como os milhares de pesquisadores e de parceiros pelo mundo, a pesquisa precisou ajustar-se à realidade dos fatos, e os fatos apontaram para situações totalmente independentes e diversos em sua lógica de desenvolvimento.

O caminho escolhido com base nas teorias estudadas (Flick, 2009; Yin, 2010) e na realidade complexa da empresa a ser pesquisada foi o da pesquisa de casos múltiplos, mesmo em se tratando de empresa única. A análise dos casos apresentados a seguir permitirá ao leitor refletir e concluir a respeito do acerto ou engano da pretendida harmonia entre teoria e prática, sendo certo que o pesquisador, com os fundamentos apresentados, crê no acerto de sua escolha metodológica.

Com base em Flick (2009), e nas outras teorias estudadas sobre desenvolvimentos inovativos, destaca-se ainda que as entrevistas foram centradas nos problemas específicos, em caráter especializado. Entrevistas com questionários semi-estruturados, quando trata de casos complexos e únicos, levam a variações sobre o tema, variações essas que surgem no momento da discussão, de verificação os desenvolvimentos, na fábrica, ou nas telas de computador. Assim, naturalmente ocorrem situações imprevistas ou mesmo inimagináveis, cabendo ao pesquisador, com base em seus estudos prévios e em sua própria experiência de vida, avançar ou recuar nas questões, identificando oportunidades de aprofundamento e momentos em que o assunto deve mudar de foco.

Em se tratando de pesquisa sobre os caminhos do conhecimento associado à inovação, o que interessa é o entendimento sobre o que o entrevistado dirá, suas percepções, suas informações, sua visão sobre os fatos ocorridos ou percebidos, sobre as decisões tomadas, as rupturas de percurso, as mudanças na composição das equipes, as consequências da mudança de perfil dos componentes dos grupos, a integração de diversos grupos de especialização, a integração dos grupos.

O pesquisador precisou conduzir as entrevistas, para que o tempo fosse produtivo e que as entrevistas tivessem a formalidade necessária sem restringir os momentos de

criatividade, motivação, interesse e atratividade pelo tema. Tais orientações tiveram como base os ensinamentos de Flick (2009).

Na presente pesquisa tem-se um problema especializado a ser compreendido, não uma questão aberta, comunitária, de cunho sociológico ou algo do tipo. Daí que o foco foi sempre o caso em desenvolvimento, uma questão específica, um problema que pedia uma solução, com a pesquisa sendo realizada com especialistas nos assuntos abordados.

3.8. Documentação e análise de dados

A análise dos dados concretizou-se a partir dos dados coletados nos questionários e nas entrevistas, completados pelos documentos e outras informações oficiais das áreas pesquisadas.

As entrevistas, em especial, foram anotadas em tempo real, com posterior revisão e eventuais pedidos de esclarecimentos, para fixação dos conhecimentos obtidos e das impressões coletadas.

Observaram-se também os preceitos de Miles e Huberman (1994) acerca da necessidade das análises serem realizadas de tal modo que o desenvolvimento da pesquisa incluísse a sua própria revisão e melhorias durante o processo.

Fez-se um resumo, a cada momento, do material obtido, comparando-o com o material anterior sobre a mesma unidade de análise típica. As dúvidas que surgiram, foram revistas com os entrevistados, quando necessário, ou corrigidas por intermédio da análise dos documentos obtidos, dependendo de cada situação. Esta atividade harmonizou-se com o conceito de casos múltiplos e de entrevistas semi-estruturadas, pois o pesquisador teve a necessária liberdade para incluir outras questões, específicas e complementares para cada situação, que permitiram o esclarecimento de pontos em aberto, não contemplados pelo roteiro inicial. O pesquisador verificou a utilidade desta flexibilidade, dado que o processo inovativo contém criatividade específica, não apenas no resultado dos projetos, mas no próprio processo que leva à inovação.

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Este capítulo trata dos resultados da pesquisa, analisando os casos práticos sob a perspectiva dos recortes teóricos.

Apresenta-se a empresa Siemens do ponto de vista institucional, incluindo referências sobre a sua atuação no Brasil.

Em sequência são apresentados os resultados das duas pesquisas de campo, conforme constructo e de acordo com as perguntas anexas ao fim do trabalho. A primeira pesquisa de campo foi realizada com a diretoria de Inovação e Tecnologia da Siemens, a partir do questionário nº 1, em que se analisa a Dimensão 01, que representa a perspectiva estratégica da empresa em âmbito global.

Já a segunda pesquisa de campo tem como base o questionário nº 2, voltado ao estudo dos **cinco casos** específicos, com a busca da compreensão do processo que leva à inovação. Observa-se que os questionários, semi-estruturados, serviram de guia para os estudos efetuados, sem prejuízo dos aprofundamentos específicos típicos dos estudos de casos múltiplos.

Neste item são apresentados os resumos das respostas aos questionários, às entrevistas, às visitas, aos esclarecimentos e às novas perguntas, dependendo de cada situação analisada.

São então analisadas **as nove dimensões estudadas à luz das teorias** apresentadas neste trabalho, a primeira dimensão voltada às questões estratégicas e as demais dimensões votadas aos cinco casos práticos analisados. O **objetivo específico 01** e o **objetivo específico 02** são aqui discutidos.

Após as análises das nove dimensões estudadas, é elaborada uma síntese sobre o modelo SECI *vis-a-vis* os casos práticos pesquisados na Siemens.

Para atender ao **objetivo geral deste trabalho**, apresentam-se os fatores relevantes ao processo de criação do conhecimento associado à inovação nas organizações, a partir de estudos em uma empresa de base tecnológica.

4.1. A Siemens

Destacam-se a seguir informações relevantes sobre a empresa, no Brasil e no mundo.

Utilizando-se como base informações publicadas pela Siemens, oriundas da área de Inovação da Siemens (Siemens, 2012a), observa-se que a Siemens iniciou suas atividades em 1847, na Alemanha, sua sede global, de onde se expandiu para 190 países com faturamento global em 2011 de 73,51 bilhões de euros, divididos nas áreas de saúde, energia e indústria e, com participação ainda muito pequena, na área de infraestrutura e cidades. Hoje a Siemens é considerada “a espinha dorsal da infraestrutura alemã”, conforme texto formal de apresentação da empresa.

Principais investimentos de P&D em 2011 (Siemens, 2012a):

- 3.925 bilhões de Euros no exercício de 2011 (5,3% da receita)
- 27.800 colaboradores envolvidos em P&D no mundo
- 17.000 engenheiros de software
- 160 centros de P&D em mais de trinta países
- 8.600 invenções
- 53.300 patentes concedidas

Alguns destaques em inovações mais recentes, em que a Siemens apresentou no ano de 2011 (Siemens, 2012a):

- Exame de sangue para diagnóstico de vitamina D: diagnostica deficiência da vitamina D de forma rápida e confiável;
- Turbina eólica de 6 megawatts sem engrenagens: abastece até 6.000 domicílios com energia limpa e pesa não mais do que uma turbina de 2,3 megawatts com engrenagens;
- Portal TIA (*Totally Integrated Automation*): possibilita projetar todos os processos de automação a partir de uma única tela de computador.

As referências acima procuram refletir a diversidade de áreas de atuação pioneira da empresa.

4.1.1. As três direções dimensões estratégicas da Siemens

A Siemens tem diretrizes genéricas globais com o objetivo de nortear o pensamento estratégico dos líderes em seus diversos negócios e demais colaboradores, incentivando a criatividade em todos os níveis e em todos os setores da organização.

- (1) O quê? Foco nos mercados em crescimento impulsionados pela inovação (sustentabilidade, meio ambiente, energia, transporte e compreensão de questões específicas de países emergentes – otimizações em destaque);
- (2) Onde? Aproximar-se ainda mais dos clientes existentes (foco nos clientes; integração entre setores; atendimento local com suporte global, sistema global de troca de informações);
- (3) Como? Utilizar o poder da Siemens (as pessoas: desenvolvimento, equilíbrio entre trabalho e família, integridade na conduta).

4.1.2. A Visão e os Valores da Siemens

Seguindo sua lógica de comunicação, com diretrizes claras e precisas, a Siemens apresenta seus valores estratégicos globais. São eles:

Responsável: Comprometida com ações éticas e responsáveis;

Excelente: Atingindo a alta performance e resultados excelentes e

Inovadora: Sendo inovadora para criar valor sustentável.

Além disso, a Siemens é pioneira em: eficiência energética, produtividade industrial, acessibilidade e personalização dos cuidados com a saúde e em soluções inteligentes em infraestrutura.

Com centros de pesquisa e desenvolvimento em diversos países, a lógica de pioneirismo da Siemens a leva a manter sintonia fina com a vocação dos locais em que se encontram seus especialistas, utilizando-se também das redes internas de comunicação e troca de informações. A empresa conta com especialistas em centenas de localidades no mundo, mas conta com número menor de laboratórios, localizados estrategicamente pelo mundo, de tal modo que tais laboratórios sejam adequados e suficientes aos desenvolvimentos e testes necessários à realização dos objetivos da empresa.

Esta multiplicidade parte de um conceito: *Siemens One*, que significa “foco no cliente e em segmentos específicos numa escala global”, e se materializa nas práticas que se multiplicam pelas localidades onde a Siemens atua (Siemens, 2012b).

4.1.3. A Siemens no Brasil

De acordo com a informação oficial publicada pela Siemens, em relação ao Brasil (Siemens, 2012b), a Siemens detêm a primeira ou a segunda posição nos mercados em que atua. Já o seu setor de equipamentos e sistemas é responsável por 50% da energia elétrica gerada no Brasil, sendo que os sistemas da Siemens executam 30% de todas as imagens digitais para diagnóstico.

No setor de transportes, a Siemens construiu linha de metrô sem maquinista em São Paulo, modernizou os veículos do metrô de Recife e fornece manutenção para o metrô de Brasília.

Os principais números locais são os seguintes:

Quadro 6: Dados Gerais Siemens Brasil (dados relativos ao ano fiscal de 2011)

Receita (em bilhões de Euros)	1,781
Colaboradores	10.170
Centros de P&D	6

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Siemens (2012a).

Partindo dos mesmos valores globais, a Siemens tem uma missão específica no Brasil, assim comunicada:

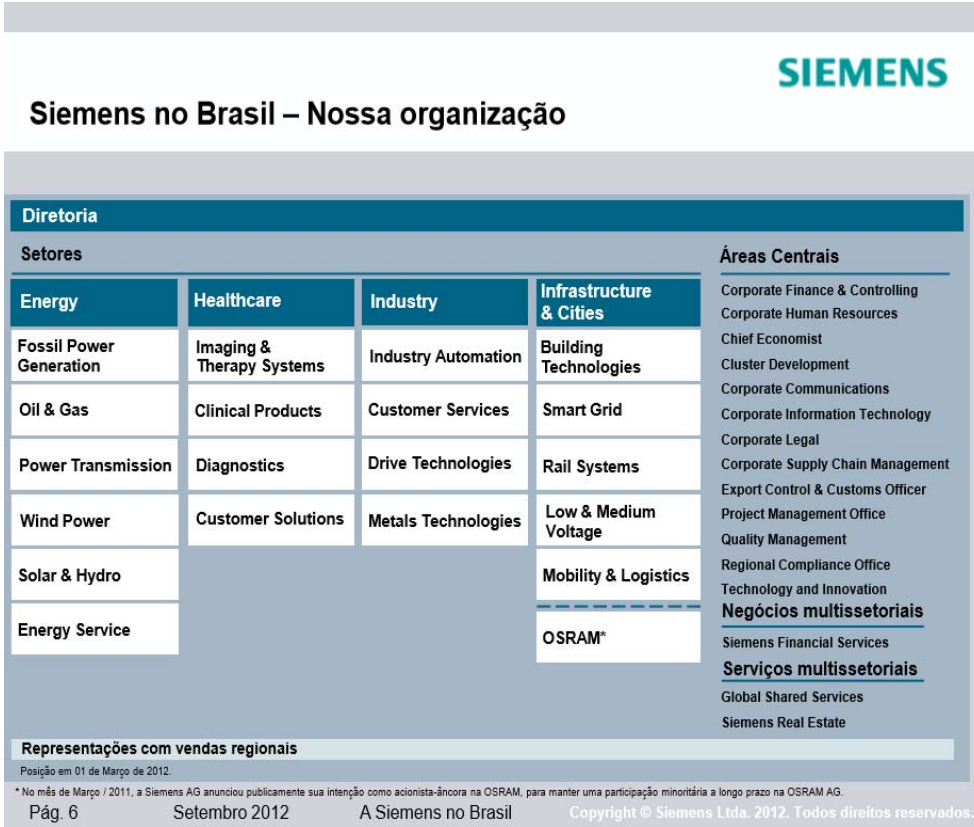
“Por meio de nossa rede global de inovação e forte presença local, reunimos e desenvolvemos competências e conhecimento, dentro de uma organização de alta performance, objetivando gerar o mais elevado nível de valor agregado para nossos clientes, colaboradores, acionistas e sociedade”. (Siemens, 2012b).

A respeito de sua trajetória no Brasil, a empresa destaca, como momentos históricos, o fornecimento e instalação da linha telegráfica entre Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul, em 1867; a fundação da Cia. Brasileira de Eletricidade Siemens-Schuckertwerke no Rio de Janeiro, em 1905; a instalação da 1ª central telefônica automática do Brasil, em Porto Alegre, em 1922; a inauguração, em São Paulo, da 1ª fábrica de transformadores do Brasil, em 1939; o fornecimento e operacionalização da 1ª turbina a vapor do Brasil, em 1955; a produção do 1º gerador para a Usina Hidrelétrica de Itaipu, em 1983, dentre outros feitos memoráveis. Em 2005, a Siemens celebrou 100 anos de presença no Brasil. Já em 2007 a Siemens inaugurou a maior fábrica de equipamentos para energia da América Latina, em Jundiaí (São Paulo). Dando continuidade à sua trajetória, a Siemens inaugurou o primeiro centro de modernização e montagem de trens da Siemens na América Latina, em Cabreúva (São Paulo), em 2009. Como sinal de seus relevantes investimentos em inovação, empresa, em 2011, anunciou o novo Centro de P&D no Rio de Janeiro.

Em fins de 2012 a Siemens contava com uma sede central e 13 Escritórios Regionais, mantendo ainda seis Centros de P&D e 14 fábricas, com destaque para a recente inauguração do Centro de P&D do Rio de Janeiro.

Com foco no fortalecimento da operação local, a Siemens Brasil destaca a nacionalização dos produtos e sistemas do setor de Energia, que está acima de 70%. Em complemento, a empresa abriu oito novas fábricas desde 2008. Já a Divisão de Óleo e Gás tornou-se um Centro de Competência Mundial. Outro dado relevante refere-se à inauguração do Centro de P&D no Rio de Janeiro, ocorrido em fins de 2012, contando com 800 profissionais, entre pesquisadores e engenheiros, com atuação em Controle Avançado de Software, Óleo e Gás e Tecnologias Submarinas;

Como destaques de inovação local, a empresa divulga os seguintes casos: Desenvolvimento de softwares para o mercado de Óleo e Gás; criação, em parceria com a Agrale, do primeiro ônibus híbrido comercial brasileiro e desenvolvimento de turbinas a vapor para co-geração no mercado de Açúcar e Etanol. Sua organização no país é apresentada na Figura 5:



Fonte: Siemens (2012b)
Figura 5: Siemens no Brasil.

A empresa destaca ainda os seguintes fatos (Siemens, 2012b):

- Maior empresa de engenharia elétrica e eletrônica do Brasil;
- Fornecedora de equipamentos e de sistemas de energia elétrica, os quais são responsáveis por 50% da energia elétrica no país;
- Fornecedora de equipamentos digitais responsáveis por 30% dos diagnósticos digitais realizados no Brasil;
- Presente em 2/3 de todas as plataformas *offshore* brasileiras nos últimos oito anos;
- Detentora do 1º ou 2º lugares em participação de mercado, nos setores em que atua.

4.2. A pesquisa de campo realizada junto à Siemens

Foram preparados dois questionários. O primeiro questionário, relativo à dimensão 01 (vide constructo), é dirigido ao Diretor de Tecnologia e Inovação. Este questionário trata de temas relacionados às estratégias da empresa em relação à inovação e dos modos de incentivo às iniciativas inovativas, cuida também das estratégias que propiciam a criação de ambientes colaborativo em âmbito internacional. Pretende compreender a lógica geral da empresa em relação ao tema da inovação.

O segundo questionário, relativo às dimensões 02 a 09, pretende possibilitar a compreensão de cada um dos casos sob análise. É voltado aos especialistas que participaram do desenvolvimento de cada um dos cinco casos de inovação analisados na empresa. Este questionário objetiva a compreensão do processo que partiu do momento inicial até a implementação da inovação pesquisada, considerando-se questões relativas às ciências, às tecnologias, às parcerias internas e externas, à proteção dos investimentos realizados, aos caminhos possíveis, às escolhas efetivas, aos erros e acertos, ao desenvolvimento e testes das inovações, bem como em relação às práticas com o uso da inovação posta no mercado em diferentes situações, com seus *feedbacks* para ajustes.

Apresenta-se a seguir o resultado da pesquisa, que utilizou as respostas ao questionário e as anotações relativas às entrevistas concedidas para esclarecimentos de dúvidas e de novas questões. As informações obtidas foram complementadas com material obtido nos jornais internos da empresa bem como nos diferentes *sites* da empresa.

4.2.1. Perspectiva Estratégica (Dimensão 01)

As considerações do Diretor de Tecnologia e Inovação da Siemens e da Especialista em Inovação do setor, são apresentadas a seguir. Referem-se ao primeiro objetivo específico.

A empresa conta, mundialmente, com uma ferramenta de compartilhamento de informações e conhecimentos disponível para todos os inscritos em cada grupo de pesquisa e de troca de informações. Trata-se do portal denominado TECHNOWEB que, nas palavras do Diretor de Tecnologia e Inovação, é:

[...] uma ferramenta de gestão do conhecimento. É uma plataforma virtual, acessível a todos os colaboradores da Siemens, na qual todos podem trocar experiências, conhecimento e informações através de comunidades temáticas criadas pelos próprios usuários. Após se inscrever em uma determinada comunidade de interesse, o colaborador passa a ter acesso a todo o conteúdo discutido em torno daquele tema e pode também estimular o início de debates. Em caso de necessidades urgentes para solução de problemas e dúvidas, é possível também enviar “*Urgent Requests*” a todos os participantes da plataforma, para que estes colaborem com o tema”.

Esta ferramenta de trabalho colaborativo inclui questões relativas a problemas e soluções de casos ocorridos nas centenas de países onde se encontra a Siemens.

Na entrevista com o especialista do setor de Transformadores, soube-se, por exemplo, que tal ferramenta é utilizada também para a localização de partes e peças de produtos de gerações antigas, de rara utilização.

Embora a ferramenta TECHNOWEB seja bastante difundida na organização, ela não é utilizada como padrão de captação de novas ideias ou para a integração de grupos em novos desenvolvimentos. O Diretor de Tecnologia e Inovação ressalta não existir um padrão internacional para a captação de novas ideias e para a definição de novos desenvolvimentos na empresa.

Apesar de não existir um padrão global para a geração de novos produtos e processos, a Siemens promove estudos sobre o futuro e as possibilidades de atuação da empresa. No dizer deste diretor, há mais de 10 anos existe ferramenta, denominada *Pictures of the Future* (PoF), que é uma metodologia interna própria de geração e análise de cenários, a qual é utilizada mundialmente, sendo “um dos principais alicerces estratégicos da empresa”, no dizer do diretor, que complementa o assunto afirmando que: “Essa metodologia é dedicada a medir tanto o alcance do desempenho do portfólio e conjunto atual de estratégias, bem como, ao mesmo tempo, derivar a partir de tendências estabelecidas, quais as tecnologias devem ter seu desenvolvimento priorizado”, destacando que: “A aplicação do PoF envolve especialistas internos e externos de vários países do mundo e aborda aspectos tecnológicos, socioeconômicos, ambientais, entre outros”. A partir dos cenários que resultam destes estudos, o Diretor de Tecnologia e Inovação observa serem “[...] derivados os caminhos

tecnológicos e estratégicos que a Siemens deve seguir, além de oportunidades de negócios e planos de desenvolvimento de produtos”. Para o diretor de Inovação e Tecnologia, “dessa metodologia surgem, além de tecnologias disruptivas, também tecnologias *cross* setoriais”.

Sobre desenvolvimentos que se mostram inadequados aos objetivos da Siemens, seja por estarem fora dos objetivos estratégicos da empresa, seja porque não mostram retorno econômico adequado, a Siemens conta, globalmente, com o departamento Siemens Technology Accelerator (STA), responsável por identificar e implementar estratégias de comercialização para inovações que não atuam no core de negócios da Siemens. O Diretor informa ainda que: “essas estratégias englobam ações como venda e licenciamento desses spin-off tecnológicos”.

Em relação ao movimento em sentido contrário, quando a Siemens traz tecnologia desenvolvida externamente, a empresa conta com uma Unidade chamada Technology to Business (TTB) que, segundo o Diretor, está “focada no investimento e incubação de startups de base tecnológica, que possam contribuir para a expansão do portfólio da Siemens”. Tal tipo de organização, inovador na Siemens Brasil, será discutido detalhadamente em outro tópico deste trabalho, adiantando-se apenas que ele já existe em outros países em que a Siemens atua. O TTB é responsável por prospectar, analisar e capacitar startups, com potencial de receber investimentos da Siemens. Para a realização de tal objetivo, o TTB conta com especialistas das diversas áreas de atuação global da empresa. A propósito, os especialistas são integrados aos grupos de avaliações do TTB na medida da necessidade, evidenciando-se o imenso potencial de criatividade existente na organização.

No Brasil, a Siemens conta com uma diretoria de Inovação e Tecnologia que, além de ser a gestora do TTB, atua em conjunto com as engenharias das áreas de negócios, realizando projetos de pesquisa e desenvolvimento também com parceiros externos, principalmente institutos de ciência e tecnologia e empresas parceiras.

Sobre ações de inteligência de mercado, a empresa está em constante observação sobre as inovações que surgem, procurando antecipar movimentos relevantes da concorrência. A propósito, a Siemens tem como visão conduzir os mercados, ditar as tendências nas áreas em que atua. Daí suas ações estratégicas e sua observação sobre os mercados. O Diretor destaca que “a metodologia *Pictures of the Future* é a principal ferramenta para esta estratégia”.

Em relação ao perfil das inovações típicas da Siemens, o Diretor, com base na Figura 4, sobre a relação entre natureza da inovação e quantidade de novos conhecimentos inseridos no processo inventivo (Nicolisky, 2010), observa que:

“As inovações da Siemens se concentram em melhorias fundamentais no sistema existente e novas invenções. A proposta global da empresa é responder às questões mais difíceis da atualidade, do ponto de vista tecnológico e levando em consideração aspectos ambientais, sociais, econômicos. Na grande maioria das vezes os desafios com os quais nos deparamos em nossos clientes não podem ser atendidos pelas tecnologias já existentes em nosso portfólio, exigindo desenvolvimentos exclusivos. Por esse motivo, muitos de nossos projetos são únicos e demandam pesquisas e estudos iniciais para seu desenvolvimento”.

Chama a atenção do leitor a consideração do diretor sobre graus de dificuldade do projeto e sobre questões não tecnológicas: ambientais, sociais e econômicas.

Sobre as estratégias de desenvolvimentos utilizadas, o diretor de Inovação e Tecnologia explica que a Siemens é empresa global, o que faz com que as estratégias de desenvolvimentos de produtos e processos que levem à inovação sejam consequência das discussões e decisões de cada setor ou de cada local em que a empresa atua, não havendo centralização nestas definições.

Sobre os diversos modos de inovar, o diretor observa que, em virtude das especificidades do mercado brasileiro, em algumas situações, utiliza-se a estratégia da reengenharia, para que o domínio sobre o modo de fabricação de um novo produto ou processo se dê em tempo mais rápido do que ocorreria em modos tradicionais. Já em relação à questão da imitação, a Siemens não tem esta estratégia como relevante, uma vez que a empresa busca sempre a diferenciação, a dianteira nos mercados em que atua; no dizer do Diretor de Tecnologia e Inovação, busca “moldar o futuro”. Já sobre a troca de conhecimentos, experiências, informações, aprendizados, destaca-se que há forte intercâmbio de conhecimentos sobre tecnologias e outras questões, tanto no país quanto globalmente.

Sobre as razões para a criação de novos produtos e processos, o Diretor de Tecnologia e Inovação explica que:

“A maioria das inovações da empresa está focada em inovações para clientes. A Siemens trabalha a partir de grandes contratos, sobretudo em projetos de geração/transmissão de energia e infraestrutura. Por esse motivo, muitos de nossos projetos têm um caráter único que deverá atender as demandas específicas de nossos clientes. Um projeto para automação de uma usina hidroelétrica, por exemplo, tem exigências únicas: os equipamentos a serem integrados dificilmente terão as mesmas características, a quantidade de equipamentos a serem integrados e controlados por vezes é diversa e o sistema para o qual a energia será fornecida também tem exigências únicas”.

Tais considerações se deram a partir da análise da Figura 2, de Sawhney et al. (2006) que apresenta 12 tipos básicos de inovações, desde a inovação que parte da pesquisa de novas tecnologias até a demanda específica oriunda de uma necessidade específica de cliente.

A propósito, a Siemens aproveita a vocação das várias localidades em que atua, sendo que o Brasil é centro de competência em algumas áreas de atuação, como, por exemplo, no setor de energia. Os produtos aqui desenvolvidos tem grande conteúdo de tecnologia local, sendo, depois, incorporados a outros produtos para integração de soluções junto a clientes do mundo todo, utilizando centros de P&D do país e de outros países, integrando soluções internacionais para demandas específicas de clientes.

Em relação aos incentivos oficiais do Brasil à iniciativa privada que gera inovações, a Siemens reconhece o esforço do governo brasileiro neste sentido, fazendo uso de

Alguns deles, como por exemplo, a Lei do Bem, subvenções da FINEP e financiamentos subsidiados do BNDES. O Diretor ressalta, entretanto, que não há uma solidez na política de ofertas subvencionadas, levando o tomador a tomar cuidados especiais e a planejar com grande antecedência seus investimentos, sem poder contar totalmente com eles, o que traz grandes dificuldades à implementação de estratégias que tenham grande dependência destas subvenções.

Já em relação às parcerias com universidades, a Siemens nota grande mudança na postura destas organizações acadêmicas, no sentido da crescente formação de parcerias, embora ainda haja muita burocracia e inflexibilidade nestas relações, principalmente no que se refere à questão da propriedade intelectual. Estas questões, por vezes, chegam a inviabilizar

a efetivação de parcerias, em função do tempo e do esforço necessários à concretização destas parcerias.

Sobre marcas e patentes, o Diretor de Tecnologia e Inovação destaca que a Siemens:

“[...] tem uma estrutura de propriedade intelectual bastante centralizada em sua matriz, por motivos estratégicos e pela demora na concessão de patentes pelo Instituto Nacional da Propriedade Industrial - INPI. Assim, boa parte das patentes, marcas e modelos de utilidade registrados saem do escritório europeu e tem seu depósito feito no Brasil em etapas posteriores. Nosso mercado é muito dinâmico e atrativo, por esse motivo muitas de nossas tecnologias e marcas são protegidas também aqui e temos também a flexibilidade de discutir com nossa matriz a importância dos registros locais”.

O diretor inclui desenhos industriais nos itens protegidos via INPI. Acrescenta ainda que, outra forma de proteção de investimentos em pesquisa e desenvolvimentos se dá através da aquisição e fusão de empresas inovadoras, tanto maduras quanto emergentes.

Seguindo a lógica da inovação aberta, a Siemens tem se fortalecido no mundo e no Brasil. O Diretor de Tecnologia e Inovação destaca o estabelecimento de projetos com universidades e institutos de ciência e tecnologia, que incluem: “[...] workshops com parceiros estratégicos para *roadmap* tecnológico e projetos complementares”. Além disso, complementa o Diretor de Inovação e Tecnologia, nesse ano ocorre “a primeira edição do Technology to Business (TTB), iniciativa para atrair empreendedores e startups para atuação em conjunto”. Destaca ainda que:

“O TTB é um programa já existente e muito bem estruturado em nível global, com sedes fixas nos Estados Unidos e China e regularmente são realizadas rodadas regionais para se descobrir novos parceiros que poderão se receber aportes de investimentos em forma de *equity* pela Siemens, e tê-la como sócia por um determinado período”.

A estratégia TTB inclui duas possibilidades estratégicas: “[...] Após a consolidação dessa nova tecnologia no mercado, a Siemens toma a ação de incorporá-la em seu core ou vendê-la”.

4.2.2. O Processo que leva à Inovação (Dimensões 02 a 09)

Neste item serão apresentados os cinco casos identificados junto à diretoria de Tecnologia e Inovação da Siemens Brasil, conforme já referido.

Inicialmente, os casos são apresentados de modo descritivo, sem referências às teorias. O objetivo é permitir ao leitor uma compreensão do conjunto de cada processo inovativo.

Cada processo será depois analisado à luz dos recortes teóricos propostos no constructo deste trabalho.

4.2.2.1. Transformador DrySub (caso 01)

Apresentar-se-á, neste item, o produto DrySub, desenvolvido pela Siemens de modo inovador, conforme relatado.

Este e os próximos itens referem-se ao segundo objetivo específico.

Questionários iniciais e entrevista

O idealizador do produto, também seu principal desenvolvedor é um Engenheiro Especialista com grande experiência na área e na empresa, que respondeu ao questionário número 2 (Apêndice 2), depois esclarecendo dúvidas pessoalmente em longa entrevista, a qual foi sucedida por outra rodada (complementar) de perguntas e respostas. O autor deste trabalho também participou de reunião do Engenheiro Especialista com um parceiro e fornecedor de componentes do produto, na qual foram discutidas alternativas de solução para questões relativas a determinados ajustes no produto. Todas as referências abaixo partem das palavras e ideias do Engenheiro Especialista, interpretadas pelo autor deste trabalho.

O DrySub é considerado um produto de competência mundial por ser pioneiro em suas características diversas: níveis de segurança, custos reduzidos de desenvolvimento e manutenção, submersível e livre de riscos de explosão ou poluição ambiental, apresentando dimensões correspondentes aos transformadores convencionais. Como resultado, é um produto que oferece ao usuário final qualidade diferenciada e maior economia com sua utilização.

Com base no gráfico da Figura 4 (Relação entre natureza da inovação e quantidade de conhecimento inserido no processo inventivo, de Nicolisky, 2010), inclui-se este desenvolvimento no grupo de “Melhorias fundamentais no sistema existente”.

O DrySub é considerado uma evolução das famílias anteriores de transformadores da Siemens, sendo que seu desenvolvimento se deu sob a liderança do Engenheiro Especialista, contando também com a participação de diversos técnicos da Siemens Brasil, com apoio da Siemens Alemanha e a participação de um importante cliente da Siemens no Brasil.

O início do processo que levou à inovação seguiu a trajetória descrita abaixo.

Conta o Engenheiro Especialista que o momento inicial da ideia que levou ao projeto e ao produto, ocorreu quando, após reunião em que se discutiam questões novas sobre transformadores, tais como vários aspectos dos transformadores encapsulados em relação às características relativas a local de instalação, ventilação, manutenção, proteção térmica etc., já saindo da sala, o cliente perguntou a ele sobre a “possibilidade no futuro” de se ter um transformador seco submersível. “Respondi afirmativamente e voltamos à sala de reunião para verificar a possibilidade do desenvolvimento”. O engenheiro representante do cliente teria comentado seu sonho “de ter transformadores secos em vez de transformadores em líquido isolante na rede de distribuição elétrica subterrânea, para reduzir os riscos de explosão e incêndio e reduzir os custos de instalação”.

Observa-se que a resposta afirmativa do Engenheiro Especialista se deu em virtude de seus conhecimentos pessoais anteriores sobre produtos de natureza análoga, desenvolvidos com sua participação em outros países, em outras situações, mas que, no sentir dele, poderiam servir de base para este novo possível produto.

De um lado um cliente com necessidades não atendidas, mas com a percepção intuitiva de que poderia, um dia, contar com produtos que tivessem características novas e necessárias; de outro, um especialista em novos produtos com grande experiência pessoal na área, atento aos anseios do cliente. Ambos com iniciativas próprias e complementares.

Este foi o início do processo inovador. Uma conversa informal entre duas pessoas especializadas na área (fornecedor e cliente), sendo que uma delas tinha a crença de que poderia melhorar determinadas funções de sua empresa se pudesse contar com produtos com

características que acreditava necessárias, mas que não existiam nos produtos disponíveis no mercado mundial. No dizer do Engenheiro Especialista:

A ideia de desenvolver um transformador seco submersível foi do cliente como resposta aos problemas e riscos dos transformadores em líquido isolante na rede de distribuição subterrânea. As inovações tecnológicas necessárias para viabilizar a ideia do cliente foram desenvolvidas pelo grupo de desenvolvimento formado para esta finalidade, com participação de várias áreas da empresa.

A partir deste momento inicial, verbalizado por acaso e de modo descompromissado, entre duas pessoas que se conheciam bem, houve todo um movimento em direção à inovação, a seguir descrito.

Observa-se que o cliente sabia não existir tal produto no mercado mundial, mas contava com a possibilidade de tê-lo no futuro, dadas as preocupações com riscos de explosão, incêndio e riscos ambientais com os transformadores em líquido isolante, tradicionalmente fornecidos por parceiros de mercado.

Desde então a Siemens, por intermédio do Engenheiro Especialista, devidamente autorizado pela diretoria da empresa, passou a pesquisar soluções novas para as diferentes características que o transformador deveria possuir, como por exemplo: isolamento sob água; resistência a corrosão; painel de *taps* etc. Tal pesquisa iniciou-se pelo estudo de viabilidade técnica do produto que, depois de analisado e detalhado internamente, passou a ser considerado um projeto de P&D segundo os critérios da Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL.

Destaca-se que a ideia de desenvolvimento do transformador foi parte de um projeto do cliente onde além do transformador seco submersível, foi incluído o desenvolvimento de uma câmara pré-moldada de transformação e de um sistema de supervisão térmica, com parceria por parte do cliente com outras empresas.

Ressalta-se ainda que, tempos depois, os dispositivos de fabricação do novo transformador também foram inovadores (inovação típica de processos de fabricação).

Para o projeto específico do desenvolvimento do transformador, a Siemens assinou um contrato de confidencialidade com três empresas fornecedoras de materiais e serviços.

O Engenheiro Especialista explica que, durante o desenvolvimento do produto, seguindo as normas de desenvolvimento de projetos de P&D da ANEEL no item em que consta a “Análise do Estado da Arte e Busca de Solução”, foram analisadas as tecnologias existentes no mundo para transformadores destinados a redes de distribuição subterrâneas passíveis de inundação. Menciona-se, dentre outros, o transformador seco submersível desenvolvido pela Siemens nos anos 1980 na Alemanha, e o transformador seco para uso externo desenvolvido pela Siemens no Brasil em 2001.

Sobre a questão da proteção à inovação realizada, o desenvolvimento do DrySub gerou três patentes referentes a soluções desenvolvidas para superar problemas. Uma delas foi depositada na Alemanha porque, segundo o Engenheiro Especialista, a solução foi gerada com a participação de um colega alemão em visita à fábrica Siemens em Jundiaí. Já as outras duas patentes foram requeridas no Brasil e no exterior.

Sobre o processo de desenvolvimento do DrySub e os problemas e desafios surgidos, o Engenheiro Especialista aponta para situações previsíveis e para outros problemas que “eram inimagináveis na época de concepção do projeto. Constatado o problema houve uma quantificação da gravidade seguida de busca de solução dentro da equipe”. Na etapa de testes também teriam ocorrido vários problemas, em virtude da “novidade do produto e das condições de teste”.

Em novembro de 2012 o produto se encontrava em fase de entrega experimental ao cliente, após treinamento básico dos operadores. Junto com o produto (composto de itens mecânicos e de itens elétricos), foi entregue ao cliente um manual contendo informações suficientes para sua operação.

Transcreve-se um trecho do questionário, de riquíssimo conteúdo, em relação ao qual optou-se por sua transcrição:

Pergunta:

Como foram as contribuições das pessoas, por algum modo, envolvidas no processo que levou à inovação? Refiro-me a: técnicos, profissionais de marketing, fornecedores, clientes, pesquisadores, conversas informais, reuniões de pequenos grupos organizados para a discussão do problema, resultados de testes em várias etapas etc.

Resposta:

A primeira grande inspiração foi interpretar que o desejo do cliente de ter um transformador seco submersível na faixa de potência de 500kVA a 2000kVA poderia ser desenvolvido com critérios construtivos de um protótipo de transformador seco de 10kVA desenvolvido dez anos antes para uso externo, pelo próprio grupo de trabalho da empresa. A utilização de transformador seco, sem cubículo de proteção, em ambiente externo sujeito chuva é comparável à utilização do transformador em situação submersa em água, no sentido que a isolação deve ser exclusivamente sólida, sem participação do ar externo no circuito isolante.

Posteriormente verificou-se que a imersão do transformador em água, embora as bobinas e ligações estejam isoladas da água, tem outros efeitos eletromagnéticos devido à característica da água ser condutor elétrico. A água de imersão ao redor do núcleo forma uma espira em curto circuito o que inviabilizaria a utilização do transformador em imersão. A solução deste problema foi origem de uma patente.

A elaboração do projeto do transformador seco submersível foi efetuada juntando conceitos do transformador seco convencional e do transformador seco para uso externo e acrescentando outras particularidades próprias do projeto, como, por exemplo, a utilização de um determinado tipo de conector da Alta Tensão por solicitação expressa do cliente. Um grande número de itens de desenho tiveram que ser definidos para se adequar ao projeto. Em alguns casos os fornecedores de material foram convidados a participar do desenvolvimento de um item específico correspondente ao seu portfólio de produtos, como por exemplo, resina ou material isolante para encapar ligações de cabos em baixa tensão. O resultado desta participação dos fornecedores de material foi em geral, pouco produtiva porque as características técnicas requeridas para o transformador diferiam das soluções oferecidas pelos fornecedores.

O texto reflete a primeira etapa da interação entre o autor deste trabalho e o Engenheiro Especialista.

Após análise do material obtido, o autor deste trabalho voltou ao Engenheiro Especialista em nova rodada de troca de informações, apresentadas a seguir.

À pergunta sobre o que poderia ter ocorrido se as pessoas envolvidas no processo fossem outras, tanto da parte do cliente quanto da Siemens, o Engenheiro Especialista ponderou o seguinte:

“[...] a) Da parte do cliente, não poderia precisar, pois o assunto relativo à segurança do ambiente do transformador e a questão dos custos envolvidos são questões recorrentes na área. Já em relação à solução específica apontada pelo cliente, é possível que tenha sido percepção pessoal do especialista que representava o cliente.

b) Já em relação aos especialistas da própria Siemens, refletiu que existem dois aspectos: o técnico e o pessoal. Do ponto de vista técnico, diversas pessoas da Siemens (em âmbito mundial) passaram por experiências na área, inclusive com transformadores secos embora não submersos. Salientou que o transformador seco submerso apresentou problemas desconhecidos, sendo que o desenvolvimento ocorreu inicialmente em virtude da atitude pessoal dos especialistas da Siemens. Veja-se abaixo o texto do Engenheiro Especialista:

Referente à pessoa da Siemens: Poderíamos analisar considerando dois aspectos: um técnico e outro de “aceitar o desafio”. Tecnicamente existem varias pessoas na Siemens que participaram do desenvolvimento do Freiluft, transformador a seco para uso externo, que poderiam responder da mesma forma, tomando como base que se um transformador é apto para tomar chuva, também poderia funcionar submerso em 3 metros de água, com algumas adaptações. Em alguns aspectos isso é verdade, mas o fato de submergir em água apresenta outros desafios. Se comparamos, por exemplo, com um carro, todo carro pode tomar chuva, mas não funciona embaixo de água. Com o transformador surgiram problemas eletromagnéticos imprevistos cuja solução é a base da patente deste transformador. Isso nos leva à disponibilidade de “aceitar o desafio” do desenvolvimento. Esta aceitação do desafio acontece primeiro em ordem pessoal, com a visualização do que se quer desenvolver, e deve ser sustentada pela necessidade do cliente e pelo apoio dentro da empresa para recursos humanos e financeiros para a execução do projeto”.

O Engenheiro Especialista completou a explicação, afirmando que a experiência pessoal e os conhecimentos adquiridos ao longo do tempo foram decisivos à solução dos problemas que surgiram, também considerada a especificação correta dos quesitos técnicos pelo cliente. Várias alternativas de solução para os quesitos do cliente poderiam ter sido assumidas, mas a alternativa escolhida pela Siemens foi consequência das avaliações pessoais dos especialistas envolvidos, partindo das próprias experiências e dos próprios conhecimentos adquiridos ao longo da vida profissional.

Sobre problemas previsíveis e sobre problemas que não poderiam ter sido previstos, o Engenheiro Especialista assim se manifestou:

“Um problema previsível foi o desenvolvimento do sistema de proteção anticorrosiva do transformador. O conceito adotado para o DrySub foi o de prover as condições de isolamento das bobinas em relação à água. O núcleo e ferragens do transformador também ficam em contato com a água. Para evitar a oxidação do núcleo foi necessário desenvolver um sistema de proteção anticorrosiva adequada. A problemática envolvida está no material do núcleo, substrato para a pintura, temperatura de operação e o meio no local de instalação que pode ser o ar o água num nível de 0 a 3 metros de profundidade. Outro fator foi o teor de contaminantes da água. Desde o início sabíamos que deveríamos resolver este problema. Outro problema a resolver foi o painel de *taps*. Inclusive este problema consta no projeto apresentado à ANEEL como fatores de risco. Ambos os itens foram resolvidos até onde nos conhecemos hoje. A solução para o painel de *taps* gerou patente

Um problema inimaginável no início do desenvolvimento foi o efeito eletromagnético de formação de espira de água ao redor do núcleo em caso de imersão. Os transformadores em líquido isolante dentro do tanque não têm o problema de formação de espira pelo líquido devido à própria característica isolante do líquido. Quando o líquido em que está submerso o transformador é condutor como a água é, considerando que está com várias substâncias diluídas ou em suspensão, a água forma uma espira o que ocasiona circulação de correntes na água, aumento das perdas e inviabiliza a utilização do transformador. A solução deste problema originou patente”.

4.2.2.1.1. Histórico e contexto

Faz-se necessário o esclarecimento sobre a história e sobre o contexto do desenvolvimento desta inovação em produto, ampliada para inovação em outro produto (a câmara que contém o DrySub) e em relação ao processo de fabricação do DrySub e de seus componentes fornecidos por terceiros.

O Engenheiro Especialista é especialista mundial da Siemens em transformadores secos, atuando de modo integrado com um engenheiro alemão, seu parceiro de discussões técnicas. Trocam informações constantemente, tendo cada um total liberdade para solicitar o que julgar adequado, tendo o outro parceiro a missão de entregar o que lhe for solicitado, sem perguntar coisa alguma. Esta liberdade de pedir inclui programas de computador, fórmulas desenvolvidas, informações de mercado e concorrência, informações sobre fornecedores etc.

Observa-se que os bancos de dados abertos às comunidades de práticas utilizam a ferramenta TECHNOWEB mais para coisas do dia a dia, ligadas à manutenção e suporte de produtos em operação, no campo.

A Siemens tem fabricado transformadores em volumes consideráveis (no momento – novembro de 2012), há encomenda em produção para 400 peças para um mesmo cliente.

O DrySub, transformador seco submerso é produzido unitariamente, não tendo ainda um padrão de procedimentos para fabricação.

Observe-se que o DrySub foi desenvolvido pela área de P&D da Siemens (Engenheiro Especialista), em conjunto com o pessoal de desenvolvimento do cliente, contando também com a participação da área de Engenharia de Produtos Transformadores e da área de Engenharia de Fábrica Transformadores da Siemens. Os projetistas e calculistas fazem parte da equipe de Engenharia de Produtos; já os especialistas em dispositivos, incluindo a especificação de moldes para fundição, estão alocados na Engenharia de Fabricação. Considere-se que o pessoal de Engenharia de Fabricação tem alto giro de pessoal, o mesmo acontecendo com os representantes do cliente junto à Siemens, com poucas exceções.

O desenvolvimento do DrySub, que, como se sabe, ocorreu a partir de uma conversa informal entre um especialista da Siemens e outro do Cliente, não teria ocorrido se a conversa fosse entre outros representantes das duas empresas, ou entre um deles e outra pessoa. Foi um

momento de inspiração do representante do cliente, que fez pergunta fora da agenda, na saída da sala, de modo descompromissado.

O Engenheiro Especialista acreditava que o transformador seco trabalhando na chuva teria o mesmo comportamento de um transformador trabalhando sob a água da água da chuva, ou sob a água não tratada que passa sob as ruas das cidades, envolvendo os transformadores. Verificou, tempos depois, que a água que envolve o transformador cria um circuito próprio, inexistente em ambiente de chuva ou sol. A solução para este inimaginável problema gerou uma das três patentes.

Já existia um pequeno transformador seco, modelo muito antigo, que trabalhava no tempo, com suporte em postes de rua. Tomava chuva e sol, funcionando anos a fio.

Também existia um modelo desenvolvido pela concorrente ABB, que era mantido dentro de uma caixa blindada, a qual era então submersa. Os problemas são dois, neste caso: 1) Os modelos são pequenos, portanto, para potências limitadas, pois a caixa blindada praticamente dobra o espaço necessário para acomodar o transformador – o que limita muito seu mercado, pois as ruas das cidades não têm espaços subterrâneos disponíveis, obrigando os fabricantes a diminuírem os tamanhos dos equipamentos que serão utilizados sob as ruas. 2) O outro grande problema do produto da ABB é a limitação quanto à dissipação de calor, pois a caixa blindada impede a livre dissipação do calor.

A Siemens desenvolveu produto que não utiliza a blindagem, trabalhando em contato direto com o meio ambiente: ar ou água no estado em que envolver o transformador.

Três patentes foram desenvolvidas e depositadas na Alemanha, sendo que duas delas foram também depositadas no Brasil.

A Siemens tem desenvolvimento de produtos transformadores em: Alemanha/Europa, Brasil, China e Japão.

O desenvolvimento do Gebrafol em 1985, somado ao aprendizado com os transformadores da Alemanha e a existência de um minúsculo transformador em um poste no terreno da fábrica em Jundiaí, formaram a base de conhecimentos que fez com que o Engenheiro Especialista, sem pensar, dissesse que sim, seria possível a criação de um transformador de grande potência seco submerso.

A propósito, em 2000 a Siemens desenvolveu o produto Geafolito, de baixa potência, tendo sido este um outro produto a óleo bem sucedido.

A partir do produto Geafolito e de outros produtos desenvolvidos pela Siemens em suas várias subsidiárias no mundo, desenvolveram o DrySub.

No momento da pesquisa (novembro de 2012) existiam dois protótipos em funcionamento no cliente. Estavam funcionando bem, mas os especialistas da área de operação do cliente solicitaram uma mudança relevante na construção do produto, para garantia de funcionamento a longo prazo e para segurança na manutenção dos equipamentos em funcionamento. Tal solicitação, conflitante com a aprovação anterior por outras pessoas de outra área do cliente (da engenharia) levou a Siemens a modificar o projeto, indicando a necessidade de novos moldes de fabricação da estrutura dos transformadores DrySub.

Observe-se que não foi realizado estudo formal de mercado, mas sabe-se que o mercado é de âmbito mundial para este produto, tais as suas características. O DrySub foi apresentado ao mercado especializado na mais recente Feira de Eletrônica de São Paulo, no Anhembi. Foi grande sucesso, chamando a atenção de potenciais clientes e da concorrência. Ressalta-se que o produto foi apresentado em um tanque cheio de água não tratada, simulando ambiente normal de uso.

A respeito de desenvolvimento deste tipo de produto, observe-se que a ANEEL – Agência de energia elétrica- define como norma o investimento de 1% do faturamento da concessionária para aplicação em projetos aprovados por ela. O cliente utiliza esta verba neste projeto, que inclui outros dois itens, todos coordenados pelo cliente.

De outro lado, todo o custo de desenvolvimento do projeto da Siemens, que teve início em 2008, corre por conta dela. Recebe apenas o preço pelos três transformadores em fase de entrega.

Sobre normas de fabricação, materiais aplicados, manutenção e uso do produto, não existem ainda. A Siemens participa de grupos de estudo, sendo o Engenheiro Especialista um dos participantes.

Informa o Engenheiro Especialista que, no momento da pesquisa, a manutenção dos transformadores sob as ruas da cidade mantinha abertos buracos durante dois ou três meses.

Era objetivo a diminuição deste tempo para algo em torno de uma semana, com os novos transformadores.

Na época o cliente acreditava não existir tecnologia no mundo que pudesse resolver o problema deles. O DrySub foi a resposta da Siemens.

Segundo o Engenheiro Especialista, se, no momento da pesquisa (novembro de 2012), houvesse troca de especialista na Siemens, dificilmente o produto teria continuidade, pois ainda estavam em testes iniciais, não tendo se consolidado nem em termos de produto (fórmulas para cada caso específico, composição equilibrada de materiais etc.), nem em termos da fabricação de moldes, materiais, fornecedores, sequências, manutenção e suporte). Os especialistas da Engenharia de produto estavam desenvolvendo fornecedores para determinadas partes, pois o que existia no mercado não atendia. Acreditava-se, até então, que a Siemens poderia utilizar componentes de mercado, já desenvolvidos e certificados pela empresa.

Os concorrentes da Siemens no Brasil deste mercado, em novembro de 2012, eram: ABB, WEG, CONTRAFO etc.

Para o Engenheiro Especialista, a percepção que se tem é que os concorrentes copiam a Siemens, mas não dão continuidade aos desenvolvimentos iniciados. Vários deles viajam ao exterior e copiam os produtos da Siemens (fotos, filmes, folhetos, manuais apresentados em feiras etc.). No Brasil, depois de verificarem a inexistência de patentes, divulgam os produtos, mesmo antes de existirem – alguns deles iniciam a produção a partir dos folhetos, com as possíveis consequências. Em alguns casos a Siemens não deposita patentes no Brasil, apesar das cópias que surgem – questão de custos de patentear x receitas a serem obtidas pela impossibilidade de atuação da concorrência.

O que se observa é que o caminho escolhido levou a novos desafios, alguns perceptíveis, outros não. Outros caminhos teriam levado a outros desafios.

4.2.2.1.2. Resumo de uma reunião com um fornecedor e parceiro da Siemens

Tal reunião ocorreu no dia em que o autor deste trabalho estava a entrevistar o Engenheiro Especialista.

O Técnico da empresa, fornecedora e parceira da Siemens, bem como um outro especialista da equipe de Engenharia de Produtos da Siemens, participaram da reunião, liderada pelo Engenheiro Especialista, na qual conversaram sobre tipos de resinas a serem utilizadas no transformador DrySub, vez que as resinas utilizadas tradicionalmente estariam apresentando problemas desconhecidos em função de rigidez, tempo de cura, dificuldade de aplicação em superfícies quadradas (ao invés das redondas, tradicionais).

Precisariam de resina mais flexível e de cura mais rápida em ambiente normal de temperatura e umidade. Tanto o fornecedor quanto a Siemens se comprometeram, durante a reunião, a testar novas resinas nos respectivos laboratórios. Os testes nos dois laboratórios ocorreriam nos dias subsequentes, com certa urgência.

Observe-se que este fornecedor está instalado tanto no Brasil quanto na Alemanha, fornecendo materiais tanto para os produtos desenvolvidos na Alemanha quanto para os desenvolvidos localmente. Os regimes de autonomia se aplicam a este tipo de fornecedor.

Última rodada de perguntas e respostas

Após análises e reflexões do autor deste trabalho, novas perguntas foram elaboradas, detalhando e esclarecendo questões específicas.

Seguem as perguntas e as respostas, mantidas conforme original para manutenção da riqueza e intensidade de percepções transmitidas pelo Engenheiro Especialista.

Pergunta 1.

Ao longo do processo, alguém na Siemens aprendeu o que o senhor sabe?

Total ou parcialmente? Poderia explicar?

Resposta:

O aprendizado é constante desde o desenvolvimento da ideia, projeto do equipamento, escolha e teste de material, fabricação real do equipamento e teste. Ainda hoje, literalmente, estou participando na procura de soluções. Cada vez que há uma análise com um colega, para resolver um determinado problema ou efetuar uma melhoria, há uma troca de informações e um aprendizado mútuo. A disposição de cada um em aceitar e absorver o ponto de vista do outro traz o crescimento e estimula a geração de novas ideias.

Por outra parte há necessidade de direcionamentos e tomadas de decisão e assumir a responsabilidade da decisão tomada.

Pergunta 2.

Se o senhor mudar de função, alguém aqui no Brasil teria condições de dar sequência ao projeto? Em que termos?

Resposta:

O projeto, em termos de *design* e materiais está definido e é conhecido pelos colegas de engenharia e fabricação. O projeto está agora numa fase de série piloto onde os problemas são de ajustes e tolerâncias de fabricação.

Estão previstas modificações de execução da ligação triangulo de alta tensão, para atender a sugestão do cliente. Estas modificações estão em estudo e serão implantadas nos próximos transformadores deste tipo. No início do desenvolvimento adotamos uma solução de mutuo acordo com o cliente, que agora está sendo revista. Esta dinâmica de alteração de projeto é constante nos transformadores como pode ser em outros produtos, e especialmente neste produto novo. Para cada alteração há necessidade de uma avaliação das implicações decorrentes em cada área, como projeto, materiais, desempenho, processo de fabricação etc. A capacidade para análise e implementação depende das pessoas, com o preparo e disposição de cada uma.

Pergunta 3.

Seu parceiro na especialidade, na Siemens Alemanha, conseguiria dar sequência ao seu projeto aqui no Brasil com o seu atual cliente?

Resposta:

O conceito do projeto é conhecido pelos colegas de Alemanha assim como pelos colegas que participam no Brasil. As soluções adotadas poderiam ser diferentes.

Pergunta 4.

Em caso de o seu parceiro da Alemanha, ou mesmo um outro especialista daqui do Brasil conseguir dar continuidade com o cliente atual, com base em que

conhecimentos isto poderia ocorrer? Refiro-me a desenhos, fórmulas, experiências específicas, condições típicas nos ambientes do cliente atual, questões não escritas, mas bem compreendidas entre o senhor e as pessoas que representam o cliente atual etc.

Resposta:

Os desenhos e documentos estão eletronicamente na rede da empresa com diferentes níveis de autorização de acesso, que permitem fabricar o produto. Outras informações foram tratadas ao longo do desenvolvimento, por exemplo, nas discussões para solucionar um problema, que não foram detalhadas nem escritas em documentos, mas participaram para a definição da solução.

Pergunta 5.

Como se daria o processo, sem a sua presença, com um novo cliente?

Resposta:

Cada caso é um caso. Cada pessoa tem um determinado preparo, vontade e estado de animo que participam na abordagem para uma solução e no trato com os demais. A entidade cliente também é formada por pessoas. A disponibilidade de recursos e apoio dentro da empresa foi fundamental para o desenvolvimento do projeto.

4.2.2.2. *Smart Grid* (caso 02)

Este item trata de inovação em produto, incluindo inovação em organização, ou seja, estuda o desenvolvimento do produto *Smart Grid* no Brasil. *Smart Grid* é nome conceitual, representado pela Figura 6, que se verá adiante. Conforme explicações do Especialista em Inovação da Siemens, o produto (*software*, serviços, equipamentos, integração com outros sistemas) tem como grande objetivo o gerenciamento eficaz da distribuição e uso de energia, tratando também de outros insumos, tais como água e gás.

4.2.2.2.1. Conceito e descrições

O produto é descrito no *site* da Siemens (2012a) do seguinte modo:

Smart Grid - It is time to bring knowledge to power

A solução *Smart Grid* da Siemens fortalece o negócio de Energia da empresa. São produtos e serviços inovativos em Tecnologia da Informação (TI), Comunicação de Dados, Automação do Controle de Energia e Eletrificação de estradas ferroviárias para maior eficiência do uso de energia, maior inteligência na distribuição de energia, maior eficiência e inteligência no consumo de energia por prédios e por veículos.

A consistente integração de TI, comunicação e os níveis de campo, tornam possível a difusão de soluções que agreguem valor a todos os envolvidos nos negócios da Siemens em energia: os preços de energia podem ser flexibilizados por demanda, tanto do ponto de vista do ambiente técnico quanto do ponto de vista de mercado, permitindo a flutuação de preços em função de acordos pontuais.

A sustentabilidade do processo de geração de energia é outro aspecto crucial: a integração da distribuição de energia e a gestão de seu uso no nível micro, em cada localização, por pequenos grupos de usuários, passa a ser possível em virtude da integração das tecnologias mencionadas acima, com o uso de TI.

Outro aspecto de crescente relevância é que o consumidor também se transforma em produtor de energia (“*prosumer*”), com o *Smart Grid*. Os clientes da solução podem atuar tanto consumindo quanto produzindo e ofertando ao mercado a energia excedente gerada, controlando e otimizando seus custos de uso de energia.

A Siemens suporta seus clientes no desenvolvimento de sistemas inteligentes de transmissão e de distribuição de energia, bem como na integração da central de geração e distribuição de energia. Os clientes da Siemens incluem produtores de energia, operadores de grades de diferentes fontes de energia, companhias industriais, empresas de utilidades diversas, ferrovias e cidades, Oferece ampla gama de produtos e serviços, incluindo sistemas de planejamento, controle, automação, monitoramento, proteção e diagnósticos para ambientes integrados. Fornece tanto a infraestrutura quanto produtos, soluções e serviços, incluindo sistemas completos, software e componentes específicos.

4.2.2.2.2. Centro de Desenvolvimento de P&D e outras parcerias

Para ampliar sua contribuição às inovações incorporadas ao produto, em contínuo desenvolvimento em âmbito mundial, a Siemens Brasil implantou um Centro de P&D no país, em parceria com Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUC-PR.

A Siemens investiu na PUC-PR alocando trinta pesquisadores, incluindo estudantes, parceiros empresariais etc. envolvidos em desenvolvimento do núcleo básico do *Smart Grid*. A PUC-PR fornece ainda as instalações e a infra-estrutura.

Na PUC-PR estão os módulos de engenharia básica do sistema, bem como os conhecimentos e experiências em testes, simulações e prototipagem – os Centros de P&D da Siemens nos EUA e na Índia também são utilizados em simulações de situações, a depender da complexidade do caso. Nos EUA existem modelos reduzidos com a mesma complexidade típica das situações reais dos clientes. Em virtude da troca de conhecimentos e experiências de grande complexidade e que requerem proteção aos investimentos contínuos, as duas entidades assinaram contrato de confidencialidade a reger a parceria.

Lembra o Especialista em Inovação da Siemens que as atividades do Centro de P&D estão subordinadas às necessidades dos clientes da empresa. Tais necessidades são detectadas e especificadas pelos engenheiros e técnicos do Setor de Infra Estrutura da Siemens Brasil, localizado em Jundiaí, Estado de São Paulo.

O desenho do produto *Smart Grid* depende de cada situação em cada cliente. Os especialistas do Centro de P&D não se relacionam diretamente com os clientes, mas sim com os especialistas em integração do produto, sediados em Jundiaí, como já dito.

Como parte desta estratégia de avanço no foco deste produto, a Siemens Brasil também comprou uma empresa que trouxesse maior velocidade local na aquisição de determinadas tecnologias. Adquiriu a empresa SENERGY (Siemens, 2012c), brasileira, especializada em sistemas de controle e prevenção de fraudes no uso de energia, sendo este um outro sistema a ser integrado aos demais.

4.2.2.2.3. Contexto e âmbito de atuação

O *Smart Grid* é inovação em âmbito mundial, abrangendo atividades de desenvolvimento na matriz, Alemanha, e outras subsidiárias da Siemens mundial. Tal desenvolvimento é contínuo, contando com centenas de especialistas em desenvolvimento de software, tipos de energia etc.

O Brasil está desenvolvendo interfaces com outros sistemas de gestão e controle empresarial, dentre eles, o sistema SAP. Exemplo de desenvolvimento é a interface entre um sistema e outro no que se refere ao consumo e à economia de energia (*Smart Grid*) em relação aos custos fixos e aos custos variáveis de produtos manufaturados (SAP). São inovações incrementais necessárias ao sucesso da implantação do sistema nos clientes.

Segundo o Especialista em Inovação, o Brasil foi escolhido para complementar as atividades de P&D em função de:

(1) sua posição geográfica, com localização intermediária entre os Centros de P&D de *Smart Grids* dos Estados Unidos e Alemanha;

(2) Mercado local com vocação natural para o segmento de energia; com posição diferenciada de investimento em energia entre os BRICs; com potencial para geração distribuída. Também se considerou que o mercado de *Smart Grids* no Brasil já apresenta potencial real de negócios na casa de bilhões de Euros;

(3) Conhecimento local sólido, contando com a disponibilidade de profissionais com experiência em desenvolvimento de software SCADA (precursor dos ambientes *Smart Grids*), com reduzido custo de capacitação e com conhecimento em inglês, além da diminuição do tempo de preparação da equipe e alcance da maturidade;

(4) Existência de parceiro estratégico, com acesso a mão de obra qualificada, de nível técnico a PhD, possibilitando uma redução de custos via desenvolvimento de projetos conjuntos, além de acesso facilitado a fomentos públicos, com melhora na posição de custos.

O modelo de pesquisa e desenvolvimento do produto e a especificação de uso para cada cliente seguem o modelo da Siemens em âmbito mundial, sendo, portanto, inovação que poderá partir de ideias similares oriundas de outros países em que a empresa atua.

Destaca-se que a demanda pelo produto foi detectada por um grupo de estudos da matriz, como estratégia global de participação da Siemens no mercado de *Smart Grids*, com a ampliação do escopo e dos mercados de utilização do produto. A atenção se voltava, em especial, à concorrência de empresas da Índia, no dizer do Especialista em Inovação. Deste modo, verifica-se que a origem do processo se deu internamente, com fundamento em estudos objetivos e em percepções sobre futuras necessidades e participações da empresa no mercado mundial.

4.2.2.2.4. Software SCADA

O desenvolvimento do produto utilizou como base o software SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*), produto tradicional da Siemens.

O Especialista em Inovação explica que, antes, o SCADA tinha foco e inteligência nos sistemas de Transmissão de energia, água etc. Eram tempos em que a energia, a água etc. eram baratos e os custos de TI altos. Hoje tudo se inverteu: os insumos são caros e TI barateou. Observa ainda que o *Smart Grid* busca o trato fino e detalhado do uso dos insumos ambientais, dentre eles energia, água etc. O *Smart Grid* tem foco hoje na Distribuição de energia mais que na Transmissão. Eficiências, ineficiências, venda para além da compra de energia, alternativas de tipos a serem consumidos etc. – tudo faz parte do conceito. É evolução do SCADA, que já vinha sendo utilizado para Redes, Fábricas, regiões, etc.

4.2.2.2.5. Inovação continuada

O Especialista em Inovação esclarece que “cada cliente tem uma demanda diferente e o produto precisa ser ajustado a essas demandas”. Considere-se ainda a necessidade de integração do produto com sistemas de gestão do cliente, tanto do tipo ERP (Enterprise Resources Planning) quanto sistemas legados de automação do uso e controle de energia ou de outros insumos a serem controlados (água, óleo, gás etc.).

Sendo um produto aberto, de grande complexidade, exige a criação de rotinas e manuais específicos para cada cliente. Em virtude de sua complexidade, traz embutidas variadas formas de inteligência, resultados das experiências dos especialistas da Siemens e de outras implementações, ocorridas em outras situações, incorporadas ao produto. Acrescente-

se que muitas destas funções inteligentes não são de conhecimento do cliente, fazendo parte intrínseca do software fornecido em cada caso, o qual é fornecido de modo fechado, isto é, sem que o cliente possa conhecer ou manipular os códigos dos programas que compõem o *Smart Grid*, tendo, eventualmente, acesso às interfaces deste com seus sistemas internos.

Sobre o desenvolvimento das soluções junto aos clientes, o Especialista explica que os clientes participam da especificação dos sistemas a serem implantados em suas instalações – os casos são específicos, partindo de modelos básicos de *Smart Grid* e das contribuições (conhecimentos, experiências e percepções) dos especialistas da Siemens, tanto do pessoal de atendimento ao cliente quanto dos especialistas do Centro de P&D (estes, nos casos cabíveis).

Os técnicos que representam os clientes são especialistas que conhecem muito bem as questões relevantes sobre o uso de energia, água etc. em suas plantas. Buscam a Siemens para melhorarem a eficiência, reduzirem custos etc. em suas organizações. Assuntos de alta complexidade. As soluções podem vir dos EUA, Índia etc., ou podem partir do Brasil para o Mundo. Há uma grande rede de comunicação e dados para uso corporativo dentro da Siemens para a discussão de solução dos problemas, dentre elas a plataforma TECHNWEB.

O Especialista em Inovação destaca que a idealização da solução, em geral, parte, de um ambiente inicialmente desconhecido, às vezes caótico.

Por exemplo: Como levar a energia na ponta da broca que vai descendo a três, quatro mil metros de profundidade, na perfuração profunda em busca de petróleo, caso do Pré-Sal? Quais alternativas considerar? Que tipo de transformador utilizar? Quantos? Onde alojá-los? Que funções de comando e controle escolher? De que modo integrar essas funções às demais do sistema?

Outro exemplo: Como resolver o caso do cliente (o prefeito de uma cidade europeia) que solicita à Siemens que os equipamentos de energia que movem um pequeno trem que passa por dentro de uma área tombada fiquem escondidos do público, também não sendo possível a visualização de cabos pelo percurso? Neste caso, único até então, a Siemens se viu obrigada a imaginar uma solução que armazenasse a energia necessária para consumo durante o trajeto do trem na área tombada, sendo carregada a energia antes do início do referido percurso. Esta situação exigiu o desenho de uma solução que considerasse também as funções de comando, controle e integração com outros subsistemas operacionais do cliente.

A Siemens chama a isto *Answers* – o cliente precisa de respostas às suas demandas – a Siemens deve buscá-las do melhor modo possível, ou ainda avançar pelo desconhecido, inovando.

Cada resposta será uma inovação, maior ou menor, mas sempre essencial ao cliente.

4.2.2.2.6. Dinâmica de desenvolvimento das soluções junto aos clientes

Existem diversos tipos de parcerias com a Siemens, todas tratadas sob contratos de confidencialidade, acompanhadas de sistemas de prevenção e controle do uso de informações computadorizadas. Documentos, desenhos, fórmulas etc. procuram minimizar o impacto das perdas em função da saída de pessoas das equipes de desenvolvimento.

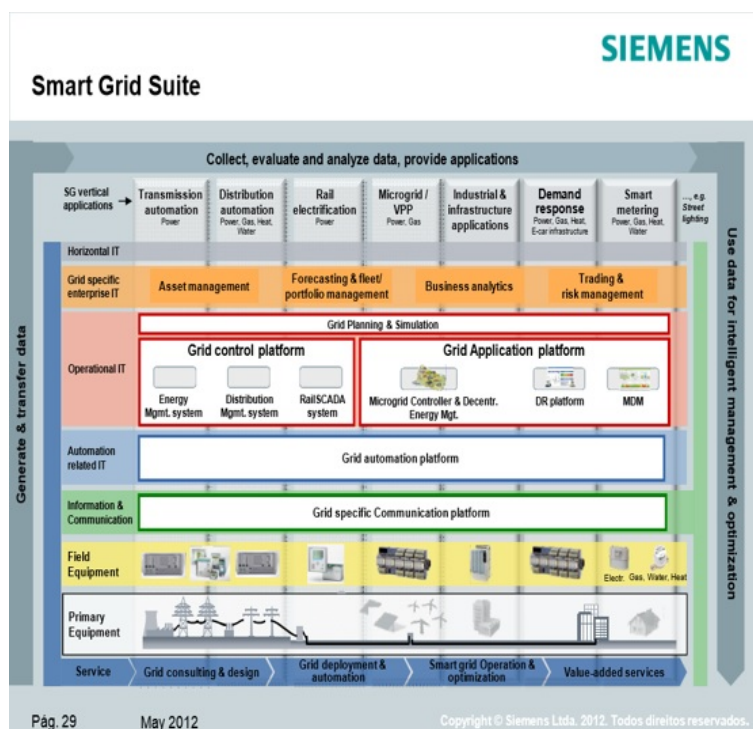
A Inteligência, a cultura, os conhecimentos, os aprendizados e as experiências da organização pairam sobre as pessoas – difícil dizer com detalhes o que ocorre se uma pessoa sai; outras continuam e outras entram no grupo, com novas experiências e conhecimentos – para novas aprendizagens de todos com todos.

A respeito do processo de desenvolvimento de cada solução para cada cliente, o Especialista em Inovação destaca que, com a saída de uma pessoa, perde-se a sua contribuição pessoal para além dos documentos, desenhos e fórmulas, mas ganha-se com a entrada de outra, que trará novas experiências.

Perguntado sobre o tema, o Especialista em Inovação responde que, por vezes, ideias excelentes podem ser deixadas de lado em determinado ponto do processo, pois poderão ser consideradas inadequadas, anti-econômicas, impossíveis de serem produzidas etc. – isto vem com o desenvolvimento detalhado dos processos – não há como se manter no nível da idealização, pois somente quando se detalha o assunto é que os problemas e questões essenciais surgem – os desenvolvedores, por mais que tenham aprendido a desenvolver projetos e programas em salas de aula (*work shops*) não saberão o que é essencial antes de partirem para a prática, para o detalhamento, para o processo de realização do que se pretende. Por outro lado, os operadores do sistema sempre saberão mais que os desenvolvedores naquilo que se refere ao dia a dia do uso do produto ou processo. Mais ainda, cada caso é um caso, cada cliente é um cliente; cada planta é uma planta.

O especialista da Siemens reflete não haver padrão para início de projeto, podendo iniciar em uma conversa, uma demanda formal, uma troca de e-mail, uma leitura de jornal, um problema em outra área – tudo pode levar a uma ideia que se poderá ser transformada em projeto, ou não. Muitas vezes o que parece que é, não é. Muitas vezes ocorre o contrário. Em suma, parte-se do caos, da complexidade, para a solução, ou para o abandono do problema.

A Figura 6 reflete a complexidade e a abrangência do *Smart Grid*:



Fonte: Siemens (2012c)

Figura 6: SMART GRID.

Analisando a Figura acima, o Especialista em Inovação observa que, em cada cliente, em cada integração, há que se modificar ou apenas ajustar o produto existente, para que seja adaptado às necessidades e ao ambiente tecnológico do cliente, o que se dá de modo contínuo. É produto que não pode ser considerado pronto, acabado, sempre buscando ajustes, melhorias e adaptações a novas situações.

Interessante verificar-se que algumas melhorias realizadas por necessidade de determinado cliente podem gerar melhorias no próprio produto, sendo a ele incorporadas.

O especialista da Siemens observa ainda que as sugestões de melhorias, ideias etc. dependem, em bom grau, de quem participa de cada situação, na qual cada um traz suas

experiências e seus conhecimentos próprios. De outra banda, outras situações são objetivas, sem dependerem exatamente da percepção pessoal de quem as traz à discussão.

Outro item a ser compreendido refere-se às prioridades e às questões abandonadas durante o desenvolvimento do produto, em função de cada cliente.

Parâmetros como custos, prazos e prioridades por vezes obrigam os especialistas a abandonarem algumas ideias que poderiam ser úteis ao produto, em cada cliente.

Nesta linha de raciocínio, verifica-se algum conservadorismo, inclusive “atrelado à rentabilidade do projeto”, na percepção do Especialista em Inovação.

Exemplos

A Siemens Brasil, por intermédio de apresentação que fez em 2012, publicou dois exemplos:

1. A Divisão *Smart Grid* fechou um importante projeto para monitorar as câmaras subterrâneas da concessionária de energia do Rio de Janeiro, a *Light*. Os mecanismos da empresa serão instalados inicialmente em 500 câmaras e serão capazes de identificar quando está havendo vazamento de gás, enviando uma mensagem de alerta para a empresa.
2. Em um projeto para distribuição de energia no Pólo petroquímico Suape-Ipojuca, Pernambuco, a Siemens integrou sistemas de distribuição (painéis) de baixa e média voltagem, dutos de barras, automação de energia, transformador e serviços. O bom relacionamento e foco nas necessidades do cliente, assim como a excelência de engenharia e operações possibilitou às divisões *Low & Medium Voltage* e *Smart Grid* o início da execução deste projeto em 2011.

Outro exemplo, este trazido pelo Especialista em Inovação, refere-se à SABESP, empresa de tratamento e fornecimento de água e saneamento do Estado de São Paulo. A concessionária originalmente utilizava o sistema SCADA para tratamento e distribuição de água. Desde há algum tempo já utiliza o produto *Smart Grid* para controle das eficiências e das ineficiências no uso da água. É caso específico, tratado pela Siemens em Jundiaí, onde, insiste-se, trabalham os especialistas da Siemens que cuidam dos sistemas ajustados para cada caso e cliente – engenharia aplicada. Desenvolvimentos de rotinas, testes e simulações serão desenvolvidas pelo Centro de P&D, a depender de cada caso.

4.2.2.2.7. Declaração de missão

Completa-se esta breve apresentação desta inovação, de caráter múltiplo, com a declaração de missão do setor responsável pelos *Smart Grids* na Siemens:

Com estes produtos, soluções e serviços de *Smart Grid Suite*, nós fixamos um padrão confiável, eficiente e sustentável de infraestrutura de *grids* junto aos nossos clientes (Adaptado de Siemens, 2012d).

4.2.2.3. Sistema de Posicionamento Dinâmico (caso 03)

Este item sumariza as interações mantidas com a Engenheira especialista da equipe de P&D da Chemtech, Unidade de Negócio da Siemens Brasil, a respeito do desenvolvimento do Sistema de Posicionamento Dinâmico, um software inovador no mercado brasileiro, de grande conteúdo tecnológico.

4.2.2.3.1. Apresentação da Chemtech

Segundo informação contida em seu site (Chemtech, 2013):

Com sede no Rio de Janeiro, a Chemtech conta com mais cinco escritórios distribuídos pelo país (Belo Horizonte, São Paulo, Salvador, Vitória e Natal), além de estar presente em Manaus e Recife. Internacionalmente, a empresa conta com representações na Alemanha, EUA e Abu Dhabi. Hoje, a equipe Chemtech é composta por mais de 1.000 funcionários, das mais diversas áreas, graduados e especializados nas melhores instituições do Brasil e do mundo.

A equipe da Chemtech está altamente capacitada a identificar alternativas e propor soluções nas áreas de otimização de processos, engenharia e tecnologia da informação, oferecendo uma série de serviços que possibilitam ganhos significativos de produção, disponibilidade e na qualidade dos produtos.

A Chemtech é reconhecida pelas práticas de RH e gestão diferenciadas. A empresa já conquistou títulos como os de Melhor Empresa para se Trabalhar no Rio, Brasil e América Latina e de Empresa mais Inovadora do Brasil.

A empresa tem como Missão, Visão e Valores (Chemtech, 2013):

“Missão - Fornecer soluções de classe mundial e serviços de engenharia, otimização de processos e TI industrial, gerando valor para nossos clientes, com foco no desenvolvimento de parcerias de longo prazo e baseado no desenvolvimento contínuo de nossos funcionários.

Visão - Ser uma empresa de engenharia global altamente capacitada para oferecer soluções e serviços customizados e proporcionar aos nossos funcionários um ótimo lugar para se trabalhar.

Valores - Responsabilidade, excelência e inovação”.

4.2.2.3.2. Conceito do produto Chemtech DPController

O produto foi descrito pela Engenheira Especialista, da equipe de P&D (SIEMENS / Chemtech (2012a)), conforme abaixo.

Sistema de Posicionamento Dinâmico

O sistema de posicionamento dinâmico é responsável pela manutenção automática de posicionamento de embarcações, através do uso dos próprios propulsores da embarcação. A combinação de sensores de posição, de aproamento e de condições de vento possibilita ao computador estimar o estado atual da embarcação e a magnitude e direção das forças ambientais que afetam a sua posição.

O posicionamento dinâmico possibilita a permanência da embarcação em um ponto fixo pré-estabelecido, ou que essa embarcação mantenha sua posição relativa a outro ponto de referência móvel. Pode-se também colocar a embarcação em um ângulo favorável ao vento, ondas e correntes.

Sistemas de posicionamento dinâmico são usados por grande parte da indústria de petróleo *offshore* nacional e internacional, como por exemplo, no Mar do Norte, Golfo Pérsico, Golfo do México, África Ocidental, e na costa do Brasil. Existem atualmente mais de 1800 navios com estes sistemas.

O Chemtech DPController é um módulo para utilização em conjunto com um software simulador de condições ambientais e de hidrodinâmica de embarcações.

Este software simulador deve fornecer todas as configurações necessárias para utilização do módulo, como parâmetros da embarcação e de seus propulsores, valores das matrizes dos filtros utilizados, ganhos de controle e parâmetros de simulação.

A cada ciclo de operação, o software simulador deve fornecer dados atualizados de sensores e disponibilidade dos propulsores. O Chemtech DPController retornará ao final deste ciclo o estado otimizado de cada propulsor para que o objetivo de manutenção de posição da embarcação seja atingido.

4.2.2.3.3. Módulos do Chemtech DPController

O Chemtech DPController é composto por **três principais componentes**, cada um responsável por uma etapa do ciclo de funcionamento do sistema de posicionamento dinâmico.

4.2.2.3.4. Modelo da Embarcação

O componente de modelo da embarcação possui três principais responsabilidades:

- Filtragem de ruídos provenientes dos sensores de posicionamento, aproamento e vento.
- Predição das forças ambientais não medidas que agem sobre a embarcação.
- Predição do estado da embarcação (posição, aproamento e velocidade), inclusive quando há perda temporária de dados de algum sensor.

O modelo da embarcação do Chemtech DPController é representado por um Filtro Kalman. Esse filtro possui como entrada o estado medido da embarcação e estados dos propulsores calculados no ciclo anterior. O filtro retorna como saída o estado estimado da embarcação (que será utilizado como entrada do próximo módulo) e as forças ambientais estimadas (excluindo o vento, que é medido).

4.2.2.3.5. Controle da Embarcação

O componente de controle da embarcação é responsável por, conhecendo o estado atual da embarcação (estimado no modelo da embarcação) e o *setpoint* desejado, indicar a força total necessária para que a posição e aproamento da embarcação sejam mantidos.

Essa força é repassada ao componente de alocação de propulsores.

No Chemtech DPController foram implementados três alternativas para o controle da embarcação. As três formas utilizam diferentes implementações de um controlador PID:

- PID Simples

Utiliza a posição e velocidade estimadas no modelo da embarcação, e compara com o *setpoint* desejado.

- PID Digital (atuação sobre variável de processo)

Utiliza a posição estimada no modelo da embarcação, e a velocidade é digitalizada em função da variação da posição. O termo derivativo age sobre a variação entre a velocidade da embarcação e a velocidade do *setpoint* (utilizado quando o referencial de *setpoint* não é fixo).

- PID Digital (atuação sobre erro)

Utiliza a posição estimada no modelo da embarcação, e a velocidade é digitalizada em função da variação da posição. O termo derivativo age sobre a velocidade absoluta (considera-se que o *setpoint* de velocidade é sempre zero).

4.2.2.3.6. Alocação de Propulsores

O componente alocação de propulsores é responsável por distribuir a força, indicada pelo controle da embarcação, de forma otimizada por todos os propulsores disponíveis na embarcação (no caso de propulsores azimutais, o ângulo do propulsor também é alterado para otimizar a alocação). O retorno do componente de alocação de propulsores é encaminhado para o software simulador, e também serve como entrada do modelo da embarcação do próximo ciclo.

No Chemtech DPController foram implementados três diferentes algoritmos de alocação de propulsores, cada um com diferentes características:

- Alocação Analítica Matricial

Considera apenas restrições de força máxima de cada propulsor. É o algoritmo mais rápido.

- Programação Quadrática

Considera restrições estáticas e dinâmicas de força e ângulo dos propulsores, e restrições de zonas proibidas de ângulo. É um pouco mais lento que o algoritmo matricial.

- Algoritmos Genéricos

Considera todas as restrições estáticas, dinâmicas e de zonas proibidas. Também considera quaisquer outras restrições ou premissas, como encontrar solução de menor consumo ou minimizar variação de ângulo e força. É o algoritmo mais lento, recomendado quando um resultado mais preciso é necessário.

4.2.2.3.7. Desenvolvimento do processo

Segundo a Engenheira Especialista, o desenvolvimento em questão teve como ponto de partida um determinado edital da FINEP - Agência Brasileira da Inovação. “A Chemtech elaborou e enviou projeto à FINEP a fim de angariar novos investimentos em P&D e ampliar as áreas de expertise da empresa”. Em resumo, o processo que levou à inovação teve início em um projeto formal de pesquisa, utilizando verba subvencionada pela Agência FINEP. Detalhando o assunto, a Engenheira especialista explica que a primeira ideia foi do diretor de P&D na época. Observando o Edital do FINEP, o diretor interessou-se por ele em função da oportunidade que enxergou para a Chemtech desenvolver-se neste mercado, de importância crescente: o mercado de serviços de engenharia *off-shore*, começando pelo sistema de posicionamento dinâmico.

Inicialmente, conta a especialista, “não havia expertise na empresa para o desenvolvimento do projeto. Para tanto foram feitas parcerias com a universidade para obtenção de recursos humanos que possuíssem os conhecimentos demandados”. Explica que um novo colaborador foi efetivado e que mais dois técnicos da empresa o auxiliaram no

desenvolvimento do projeto, que também contou com o auxílio de um consultor, professor da Universidade Federal do Rio de Janeiro – tema a ser detalhado à frente.

A Engenheira Especialista esclarece que o conhecimento necessário para o desenvolvimento do produto permanece na empresa, pois o principal responsável pelo projeto continua na empresa (informação de novembro de 2012). Trata-se de um engenheiro de controle e automação. Também permanecem na empresa dois outros especialistas, engenheiros químicos que participaram do desenvolvimento. Todos os três dominam, atualmente, o processo de desenvolvimento do produto.

O desenvolvimento do projeto contou com a parceria da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, através da Fundação Coordenação de Projetos, Pesquisas e Estudos Tecnológicos - COPPETEC. “Contou também com a consultoria de um professor de renome na área naval”, explica a especialista, resultando em um módulo para “posicionamento dinâmico, o qual foi apresentado à agência”. Deste modo, verifica-se que o desenvolvimento contou com os conhecimentos internos adquiridos na Chemtech e com os conhecimentos e experiências dos pesquisadores da UFRJ, além de receber os ensinamentos e experiências de um professor especializado em engenharia naval, que atuou como consultor externo, parceiro da Chemtech neste projeto de desenvolvimento.

A partir dessa primeira parceria, a especialista conta que foi realizada uma nova parceria com a empresa Bureau Veritas (BV) para o desenvolvimento pela Chemtech de um módulo de posicionamento dinâmico específico para o acoplamento ao sistema de simulação hidrodinâmico de ancoragem de embarcações da BV. Esse novo módulo foi baseado no primeiro módulo desenvolvido durante o projeto da FINEP e inteiramente desenvolvido por equipe interna da Chemtech.

Destaca-se que o desenvolvimento do produto, sob responsabilidade da equipe de P&D da Chemtech, teve início a partir de percepção de mercado, por iniciativa da Agência FINEP, por intermédio de Edital de projetos de Subvenção, explica a Engenheira especialista. Como já observado acima, houve uma segunda parceria, em outra etapa do projeto, com a empresa Bureau Veritas.

De acordo com as informações constantes de seu site (Bureau Veritas, 2013), o Bureau Veritas é um grupo empresarial de origem francesa, sendo:

[...] o segundo maior grupo do mundo em avaliação da conformidade e certificação nas áreas da qualidade, saúde e segurança, ambiente e responsabilidade social (QSMS) e líder mundial em serviços de QSMS, exceto inspeção de matérias-primas. Reconhecido e acreditado pelas principais organizações nacionais e internacionais, o Bureau Veritas está presente em 140 países através de uma rede de 900 escritórios e laboratórios.

Observa-se que o desenvolvimento do produto se deu a partir dos conhecimentos internos de cada uma das duas empresas participantes do projeto, as quais “forneceram o licenciamento de suas tecnologias restrito ao desenvolvimento do novo produto e para fins de testes internos”, segundo a Engenheira especialista. Sobre a proteção aos investimentos, a especialista explica-se que “a propriedade intelectual foi definida no contrato estabelecido pela parceria baseado em termos de confidencialidade”. Visou à garantia às partes da “propriedade sobre o seu capital intelectual e pela propriedade intelectual desenvolvida” por ambas. A proteção foi concluída via registro do software gerado junto ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial – INPI.

Destaca-se ainda que, durante as etapas do desenvolvimento do produto, ocorreram problemas imprevistos, os quais foram equacionados, tanto internamente, quanto pelo consultor parceiro e pela empresa parceira, já referida. Os problemas ocorreram durante os testes e as simulações do software.

A Engenheira especialista explica que, em novembro de 2012, o sistema ainda não havia sido utilizado plenamente, estando em fase “de finalização técnica e negociação de licenciamento”, no dizer da especialista. As simulações têm sido feitas ao longo de todo o projeto. “O projeto está na fase de finalização para ajustes técnicos do módulo referentes a diferentes tipos de embarcações”, explica a especialista.

Respondendo a uma pergunta sobre a variedade de resultados, questões novas e problemas em diferentes testes e simulações, a Engenheira especialista informa que “o primeiro produto foi o projeto desenvolvido através de financiamento da FINEP”, o que resultou na geração de expertise para “desenvolvimento de um software para posicionamento dinâmico, desenvolvido internamente na empresa”. A Engenheira especialista conclui, afirmando que “a partir deste primeiro produto foi possível estabelecer parceria para desenvolvimento com outra empresa”, possibilitando também a “comercialização do software acoplado ao produto da empresa parceira”.

Ressalta-se que, embora estejam sendo preparados manuais de uso do produto, há inteligência embutida que não será conhecida pelos futuros usuários. Algumas das lógicas (inteligências) não abertas aos usuários não fizeram parte da especificação inicial do produto, tendo sido consequência das questões novas, surgidas durante a dinâmica de desenvolvimento dos projetos que levaram ao produto (o software).

A Engenheira especialista esclarece que o produto será utilizado por usuário de alto nível de conhecimentos tecnológicos, o que dispensa a necessidade de elaboração de manuais detalhados, até porque as inteligências embutidas não estão abertas a eles, sendo que todo o software será fornecido na modalidade fechado, sem que os usuários tenham acesso aos códigos dos programas.

No caso da segunda parceria, partiu-se do resultado da primeira, financiada pela FINEP, para, após alteração de especificações técnicas, partir-se para a segunda etapa, quando o software desenvolvido pela Chemtech com seus parceiros iniciais, foi acoplado a outro software, este da Bureau Veritas, de tal modo que o produto gerado se tornou uma solução completa em seu segmento de utilização. Deve observar-se que a solução é resultado da integração dos softwares das duas empresas, cada qual com sua própria proteção e geração de receitas, embora a solução, do ponto de vista dos clientes, seja a integração dos dois módulos. Chemtech detém os direitos sobre seu próprio desenvolvimento; BV procede do mesmo modo em relação ao que desenvolveu.

A Engenheira especialista reflete que as conversas com parceiros e com especialistas da Chemtech foram fundamentais ao amadurecimento das ideias precursoras do produto final, sendo que, se outras tivessem sido as pessoas, outra teria sido a trajetória de desenvolvimento do produto, consequência dos conhecimentos e experiências de cada um dos envolvidos, apesar de o projeto inicial, da primeira etapa, ter partido de uma ideia externa, oriunda de especificação de um projeto subvencionado pela FINEP. Para a Engenheira especialista, interdisciplinaridade, financiamento do projeto e parcerias foram os fatores essenciais ao processo que levou à inovação.

A Engenheira especialista conclui que os perfis com certeza influenciam na trajetória dos projetos de pesquisa e desenvolvimento, no que tange a disponibilidade e abertura da equipe a novas ideias. O perfil da equipe deve ser baseado em competências e habilidades complementares.

4.2.2.4. Contatores digitais (caso 04)

As informações que se seguem, relativas ao processo de desenvolvimento de contatores digitais, foram transmitidas ao pesquisador deste trabalho por um Engenheiro Consultor em Inovação, tendo sido completadas pelo principal idealizador do produto, o Engenheiro Líder de Desenvolvimento. Partiu-se do questionário inicial para uma troca de correspondências, seguidas de uma entrevista com os dois especialistas e com a Consultora em Inovação da Diretoria de Tecnologia e Inovação da Siemens.

4.2.2.4.1. Conceito da família de produtos: os Contatores Digitais

Os contatores digitais foram desenvolvidos como inovação, sucedendo antiga linha de produtos, de maior custo e menor qualidade. À família de produtos Contatores Digitais dar-se-á o nome de produto, a título de recurso de linguagem.



Fonte: Siemens Brasil, 2012.

Figura 7: Contatores Digitais

4.2.2.4.2. Desenvolvimento do processo

O produto foi desenvolvido com base em tecnologia existente na Siemens, tanto no país, quanto no exterior. Já existia a tecnologia, mas não existiam produtos, havendo um mercado com potencial para aquisição de produtos digitais. Tal mercado era composto por empresas pequenas e de médio porte, não atendidas pela Siemens, que já dispunha de produtos para outros mercados, de maior porte. Já naquela época o Engenheiro Líder de

Desenvolvimento era o responsável técnico pelo segmento no Brasil, atuando como suporte à comercialização dos produtos existentes.

A Siemens detinha os conhecimentos técnicos para desenvolvimento do produto, mas não tinha interesse em seu desenvolvimento e comercialização, uma vez que seu mercado potencial seria apenas local, com quantidades que não o viabilizariam economicamente.

O Engenheiro Líder de Desenvolvimento sentia a oportunidade e a necessidade de maior participação no mercado, pois os produtos existentes na Siemens perdiam participação, sistematicamente. Ou a Siemens atualizava seus produtos, ou, a médio prazo, estaria fora do mercado. A área de marketing da Siemens percebia a oportunidade.

Já da parte da diretoria da Siemens, a pergunta insistente era: como crescer e ser líder neste mercado? O Engenheiro Líder de Desenvolvimento tinha um desafio: não só interromper a trajetória descendente, como também inverter a tendência da curva de participação no mercado. O Engenheiro Líder de Desenvolvimento sabia que não dispunha de recursos de P&D, nem tão pouco de experiência no desenvolvimento do produto. Imaginou que a única alternativa seria o trabalho em parceria com empresas menores, interessadas também neste mercado. Ele e a equipe interna de marketing da Siemens estabeleceram então as “características que seriam desejáveis do produto, como características técnicas de funcionamento, de tamanho e de preço”, explica o Engenheiro Consultor em Inovação.

Considerando-se que a prioridade da Siemens estava voltada a um produto de alta tecnologia e *performance*, para o mercado internacional, o Engenheiro Líder de Desenvolvimento resolveu buscar ajuda externa. Foram identificadas três empresas brasileiras, de menor porte, que poderiam ser parceiras da Siemens no desenvolvimento do produto. O Engenheiro Líder de Desenvolvimento foi então ao mercado à procura de parceiro de desenvolvimento. Não tinha verba para este projeto, mas tinha a oferecer ao parceiro: (1) o nome da Siemens neste mercado; (2) Laboratórios; (3) Apoio da Siemens Alemanha, que forneceu a tecnologia necessária ao desenvolvimento do produto e sugestões de melhorias, principalmente em relação aos padrões internacionais de qualidade e especificações técnicas.

Estes fatos remontam ao ano 2000. O Engenheiro Líder do Desenvolvimento escolheu o parceiro, por sua própria iniciativa, com base em suas observações pessoais e conhecimentos sobre o mercado e potenciais parceiros. Seis meses depois, começou o desenvolvimento do produto. Um ano depois lançaram a primeira família de Contatores

Digitais. O grupo de desenvolvimento foi formado por dois especialistas do parceiro, um deles em hardware e o outro em software. Também integraram o grupo um engenheiro da Siemens, para as partes mecânicas e para o desenho dos produtos e outro, especialista em questões de mercado. Todos liderados pelo Engenheiro Líder de Desenvolvimento.

O responsável pela iniciativa reflete que, se fosse outro o parceiro escolhido, não saberia dizer se o sucesso do projeto teria ocorrido. Questões relacionadas a compromisso e envolvimento pessoal, custos, prazos, prototipagem e testes foram conduzidas de modo exemplar, dependendo fortemente das pessoas envolvidas no processo.

Outras características do parceiro foram: (1) capacidade de investir; (2) disposição para correr riscos; (3) histórico de parcerias bem sucedidas; (4) sintonia de objetivos, o que viabilizou um razoável contrato entre as duas organizações, com as devidas proteções jurídicas; (5) parceiro com capital totalmente brasileiro; e (6) focos complementares das duas empresas, que não competiam no mesmo mercado.

Observa-se que a Siemens poderia ter desenvolvido e fabricado o produto sem a participação de outra empresa, mas não o fez por razões de custos e prioridade. Preferiu utilizar seus recursos em outros produtos, de maior retorno dos investimentos. Destaca-se ainda que a própria Siemens contava com linha similar de produtos, mas de maior capacidade e custos, desenvolvidos e comercializados fora do país.

Outros pontos relevantes são: (1) todos os produtos da Siemens precisam ter características que lhes permitam ser comercializados em todo o mundo, seguindo, portanto, padrões de qualidade e normas técnicas de âmbito internacional. Passam, portanto, pelo crivo de qualidade da matriz, que dá a última palavra sobre a autorização ou não para apresentação do novo produto ao mercado.

Durante o desenvolvimento do produto, surgiram questões impensáveis, apesar do domínio tecnológico existente. Diversos componentes precisaram ser desenvolvidos, novos formatos, novos usos, novas conexões. Situações que surgiram durante o dia a dia do processo de desenvolvimento, testes e prototipagem, ou mesmo depois, com a prática de mercado.

O Engenheiro Líder de Desenvolvimento arrisca que, em torno de 20% do que foi agregado ao produto, surgiu exatamente das práticas de desenvolver, prototipar, testar, simular, utilizar. Ampliou-se, deste modo, o mercado de utilização do produto. Conta o

entrevistado que o aprendizado foi amplo: partes mecânicas, itens eletrônicos, conexões, dispositivos de fabricação dos componentes, formatos novos, processo geral de fabricação novo.

O Engenheiro Consultor em Inovação pondera que a base inicial foi o perfil empreendedor do Engenheiro Líder de Desenvolvimento, sem o que nada teria ocorrido nos termos em que ocorreu.

Após acordo de confidencialidade entre os envolvidos no projeto, criou-se, no Instituto Nacional da Propriedade Industrial - INPI, o registro de desenho industrial em nome da Siemens e do Engenheiro Líder de Desenvolvimento; já a patente de invenção foi registrada em nome do parceiro. Cada parceiro passou a comercializar o produto com sua própria marca.

No ano de 2012 o produto havia crescido sua participação de mercado de 5% para 28%, sendo comercializado com duas marcas: uma da Siemens e outra do parceiro. Ambas as empresas vem obtendo relevante retorno dos investimentos efetuados.

Durante o desenvolvimento e testes do produto, surgiram novas oportunidades de mercado, com novas aplicações. Identificou-se a necessidade de novos aprimoramentos, no momento dos testes, o que, segundo o Engenheiro Consultor em Inovação, foi prontamente solucionado pelo parceiro. Novas necessidades de melhorias surgiram depois, “nas proteções de compatibilidade eletromagnética”, observa ele, sempre com a positiva participação do parceiro.

Ressalta-se que, a partir da tecnologia disponível à época, não havia como a equipe identificar ou antecipar os problemas que surgiram, os quais se apresentaram durante os testes voltados a novas aplicações, função de novas demandas de mercado. O Engenheiro Consultor em Inovação observa ainda que havia tecnologia disponível, mas não havia experiência das pessoas nas novas aplicações; daí não terem como saber quais especificações seriam necessárias ao atendimento dos novos mercados.

Outro requisito, este por orientação da Siemens em âmbito mundial, referiu-se às diferentes condições da rede elétrica, “a qual apresenta grande variação em padrões de tensão e frequências ao redor do mundo”, esclarece o Engenheiro Consultor em Inovação da Siemens. Neste ponto, foi essencial a experiência da Siemens, do ponto de vista internacional.

Em consequência do sucesso do produto, a concorrência já imitava o produto, referência e líder atualmente, conforme depoimento do Engenheiro Consultor em Inovação, em 2012. Segundo ele, em função deste sucesso e da imitação da concorrência, é possível imaginar-se uma nova inovação do produto, em âmbito internacional, com nova mudança no paradigma ora dominante.

O Engenheiro Consultor em Inovação observa ainda que a Siemens recebe *royalties* pelos componentes eletrônicos que compõem o produto, quando este é comercializado pelo parceiro (que o faz mencionando o desenvolvimento conjunto com a Siemens). O Engenheiro Consultor em Inovação explica ainda outros pontos: os contadores, digitais trazem embutida tecnologia de software, o firmware, código não aberto ao usuário, que trabalha a partir de parâmetros. Sobre a formação do grupo, o Engenheiro Consultor em Inovação destaca a diversidade de formações teóricas, conhecimentos e experiências das pessoas envolvidas no projeto, que contou ainda com a participação de especialistas e laboratórios da Siemens Alemanha.

Concluindo seu discurso, o Engenheiro Consultor em Inovação ressalta que um fator determinante para o sucesso deste projeto foi a postura arrojada do responsável pelo negócio do produto, que mesmo sem ter a responsabilidade por P&D e mesmo sem recursos financeiros, motivou toda uma equipe a trazer os resultados esperados.

4.2.2.5. TTB (caso 05)

A iniciativa denominada TTB (*Technology to Business*), sob responsabilidade da diretoria de Tecnologia e Inovação da Siemens Brasil, à frente o Diretor de Tecnologia e Inovação, tem como objetivo estabelecer parcerias com empresas que tenham ideias ou mesmo que estejam desenvolvendo produtos inovadores.

Tal iniciativa brasileira teve início quando o Diretor encontrou um colega da Siemens dos EUA, em visita à Alemanha. O encontro foi casual, não previsto, não programado. Da conversa informal surgiu a ideia inicial de desenvolvimento da iniciativa no Brasil. A propósito, o colega americano era o especialista que criou o TTB nos EUA. A partir daí, o Diretor de Tecnologia e Inovação desenvolveu um plano de ação, contando com a colaboração de sua equipe interna – um Especialista em Inovação e uma outra pessoa, uma

senhora também Especialista em Inovação. Tal plano foi então apresentado às diretorias da Siemens no Brasil e nos EUA. Projeto aprovado, orçamento à disposição, deu-se início ao trabalho de procura por parceiros.

A Especialista em Inovação, engenheira de produção e especialista em inovação que trabalha no setor do Diretor de Tecnologia e Inovação, respondeu a um questionário e concedeu entrevista, ambas sumarizadas abaixo.

4.2.2.5.1. Desenvolvimento da inovação

Em final de abril de 2012 a Siemens recebeu 100 projetos de inovação, nos segmentos de energia, biocombustíveis, automação industrial e saúde.

TTB foi inovação no mercado brasileiro em função do foco de atuação do negócio: diferentes setores da economia, de modo diverso do que já ocorre com as empresas INTEL (na área de TI) e Telefônica, em TELECOM. Não foi inovação radical, pois tanto a Siemens já dispõe de dois centros de desenvolvimento de parcerias nos Estados Unidos da América e China, quanto já existem as duas empresas acima referidas atuando no país. Foi, de outro lado, inovação local quanto ao foco de atuação.

Recebidos os 100 projetos, a Siemens escolheu sete empresas parceiras, o que ocorreu em setembro de 2012. A escolha foi decidida pela diretoria da Siemens, após conhecer todos os projetos. De acordo com o modelo TTB, os parceiros escolhidos irão trabalhar com a Siemens, que lhes fornecerá: apoio em P&D, comercialização dos produtos, laboratórios de testes e padrão internacional de qualidade e especificações técnicas.

Nas apresentações dos projetos, explica a Especialista em Inovação, surgiram contribuições, sugestões e críticas baseadas nas experiências e nos conhecimentos das pessoas participantes das discussões. Para tais apresentações, foram convidados os especialistas das diferentes áreas de negócios da Siemens. Destaca-se que não somente a área de Tecnologia e Inovação, mas também as áreas voltadas aos diferentes mercados com as diferentes tecnologias, estiveram presentes às apresentações, até que sete empresas foram escolhidas, em uma primeira fase.

A premissa para as escolhas efetuadas foi, além do caráter inovativo dos produtos de cada um dos parceiros, o grau de sinergia do produto inovador do parceiro com as linhas de

produtos e as estratégias da Siemens para os seus vários negócios, mais que o retorno financeiro de cada investimento em cada parceria. Neste ponto reside outra inovação da Siemens neste tipo de busca de parceiros.

A Especialista em Inovação destaca que as aprovações finais passam pela Siemens Alemanha, a matriz, dada a característica da empresa, que tem uma visão global dos negócios, priorizando fortemente produtos de mercado em âmbito mundial. Significa que os produtos terão padrão internacional de qualidade e de especificações técnicas. A maioria dos parceiros escolhidos é composta de pessoas oriundas de universidades brasileiras, que tiveram a ideia, mas não tinham como desenvolvê-la de modo a se tornarem produtos de mercado.

A especialista ressalta que alguns dos produtos escolhidos já têm patentes registradas no INPI; outros já têm proteção jurídica do *software* que utilizam, ou que os compõem. A Siemens está avaliando o valor de mercado dessas patentes (informação de dezembro de 2012).

A Siemens não pretende adquirir 100% da participação nas empresas, embora tenha como objetivo ser majoritária. Observa-se que outras parcerias estão sendo estudadas, além das sete empresas escolhidas. A especialista da Siemens esclarece que os testes e projetos do tipo piloto estão sendo realizados em parceria com outras plantas da Siemens, notadamente EUA e Alemanha. Já no caso das inovações nos setores de Açúcar e Álcool e no do Pré-Sal, a liderança é brasileira. Verifica-se se a tecnologia é efetivamente de ponta e eficaz, na fronteira do conhecimento. Cada caso é tratado de um modo específico, relata a Especialista em Inovação, ressaltando que a questão sobre o retorno financeiro ficará para uma etapa posterior, como já referido.

Sobre o critério de escolha das pessoas da Siemens a participarem dos projetos representando as suas áreas de especialização, a Especialista em Inovação pondera que essas questões estão intimamente relacionadas à disponibilidade da pessoa naquele momento, à empatia entre os especialistas das diversas áreas, às iniciativas passadas e, mesmo, ao acaso, como encontros casuais pelos corredores da empresa ou de algum local em que esteja ocorrendo um determinado evento exatamente no momento em que a ideia surge. Assim foi com o próprio início do TTB no Brasil, observa o autor deste trabalho. A Especialista em Inovação reflete que outras pessoas teriam outras percepções, em função de suas próprias experiências e conhecimentos sobre o tema em pauta.

Completando seu discurso, a Especialista em Inovação explica que existem seis ou sete critérios formais para a escolha dos parceiros, mas que estes fatores são apenas indicativos, dependendo também da valoração pessoal de quem avalia o assunto, a despeito dos critérios objetivos postos. Pode ainda ocorrer que determinada escolha não tenha seguido os critérios formais, mas que tenha algum outro bom motivo para a escolha, pondera a especialista da Siemens.

4.2.2.5.2. Empresas iniciantes, escolhidas pela Siemens em 2012

Observa-se que cada uma das parcerias abaixo tem sua própria história e terá sua própria trajetória, o que poderá levar a nova pesquisa. Apresentam-se abaixo as empresas escolhidas inicialmente pela Siemens para as referidas parcerias, de acordo com informações da Especialista.

Empresas:

A Alsukkar, empresa de soluções para análises químicas em usinas de açúcar e álcool em tempo real;

A CeelBio, por sua vez, desenvolve material cerâmico para supercapacitores;

[...] a Cientistas foca seu trabalho em *Business Intelligence* para a área de *SmartGrid*;

[...] A Electrocell pesquisa células combustíveis e armazenamento de energia;

[...] a GamaTech trabalha com projetos de soluções para gaseificação de pequeno porte.

[...] A I Systems atua no controle regulatório avançado em processos produtivos; e

[...] a MOGAI trabalha no desenvolvimento de visão artificial para dimensionamento de estoques em ambientes adversos como siderurgia e mineração.

As áreas dos projetos escolhidos são: Energia - 76%; Indústria - 11%; Saúde - 6%; e Outros - 7%.

4.2.3. Análise das nove dimensões estudadas

Neste item e nos seguintes **serão analisadas as 09 dimensões da pesquisa**, para que, na sequência, seja possível avançar em alguns caminhos teóricos, em busca dos **objetivos específicos 01 e 02**.

4.2.3.1. Inovação: Perspectiva Estratégica da Empresa (Dimensão 01)

Sobre inovação, a empresa Siemens conta com recursos de compartilhamento de informações (ferramenta TECHNOWEB), considerada um recurso para a gestão do conhecimento da organização. Na prática, verificou-se que sua utilidade maior se refere à troca de informações operacionais de diversas naturezas – de grande relevância. Trata-se do compartilhamento de conhecimentos explícitos para grupos temáticos. Tais iniciativas podem ser consideradas comunidades de práticas internas.

O Diretor ponderou não existir um caminho específico para a inovação em produtos, processos etc., mas demonstrou existir um ambiente planejado e operacional que propicia tais inovações, motivando, incentivando e criando um ambiente provocador de novas ideias por toda a organização, em todos os seus níveis e setores. Tal atitude foi verificada nas práticas relacionadas aos cinco casos analisados.

Como suporte e elemento motivador corporativo, existe a ferramenta *Pictures of the future* (PoF), como já mencionado, envolvendo nas análises de cenários tanto especialistas internos quanto profissionais externos à organização. Estudam tendências e cenários, tanto do ponto de vista tecnológico quanto social, ambiental e econômico. Tais estudos incluem percepções, análises, experiências, apostas pessoais e estudos *cross-setoriais*. Pode-se entender que os diversos atores trazem suas contribuições de acordo com suas visões, experiências e formações teóricas, difundindo o que pensam a quem absorve tais pensamentos segundo suas próprias condições pessoais.

As teorias sobre paradigmas das ciências (Kuhn, 2006) e das tecnologias (Dosi, 1988), bem como as considerações de Schumpeter (1985) sobre os tipos de inovações (mudanças de paradigmas, em um extremo, às pequenas melhorias em produtos existentes, na outra

extremidade de seus escritos), servem de base teórica para estas práticas. Nicolsky (2010) sintetiza as teorias ora referidas em seu gráfico, já apresentado.

A empresa concentra seus desenvolvimentos inovativos, segundo o gráfico de Nicolsky (2010), segundo o conceito de *novas tecnologias que suportam novos produtos e processos*, ou ainda em *melhorias fundamentais em produtos e processos existentes*, sempre em busca e manutenção da liderança nos mercados em que atua. Em relação às tecnologias desenvolvidas, mas que não se adéquam aos objetivos estratégicos da empresa, pode ocorrer a transferência de conhecimentos a terceiros, com a garantia do retorno dos investimentos efetuados. Seguem a teoria relativa à inovação aberta, de acordo com Chesbrough (2003, 2008). A empresa tanto adquire tecnologia externa, quanto a fornece. Por vezes, abandona produtos para, em outras, desenvolvê-los com parceiros externos. Na linha de Nelson (1990), faz parcerias com universidades, aproveitando a vocação para a pesquisa dos mestres e doutores das escolas brasileiras.

As respostas às perguntas do questionário específico, bem como as entrevistas e trocas de correspondências, trouxeram à baila uma informação relativa às estratégias corporativas:

Embora as inovações tenham diversas formas e origens, todas têm algo em comum: seguem um padrão global de qualidade técnica e a possibilidade de comercialização no mercado global. Obrigatoriamente passam pelo crivo final da Siemens Alemanha antes de sua divulgação ao mercado.

Por fim, seguindo o modelo teórico de Sawhney et al. (2006), a empresa tem forte vocação para soluções pesquisadas junto aos clientes.

Na linha teórica citada por Kim (2006), quando necessário, faz-se a reengenharia de produtos de mercado, mas apenas em casos de exceção, dada a vocação da empresa em relação à mencionada questão da liderança.

A empresa também se utiliza dos incentivos governamentais à pesquisa, também atuando junto a universidades e centros de pesquisas, mostrando, na prática, as **teorias** sobre sistemas de inovação, seguindo Nelson (1990), Utterback (1994) e Leonard-Barton (1995).

Os modelos de proteção utilizados pela empresa incluem as patentes, registros, licenciamentos e os contratos de confidencialidade. Por outro lado, a depender do retorno dos investimentos realizados e do potencial de mercado de uma invenção, por vezes não investem

em patentes e outras proteções formais, dados os custos associados. Validam as referências de Utterback (1994) e Leonard-Barton (1995).

A mais recente iniciativa da empresa, na linha da inovação aberta e dos benefícios dos sistemas de inovação se refere à iniciativa denominada TTB (Chesbrough, 2003, 2008; Nelson, 1990; Schumpeter, 1985).

4.2.3.2. Tipos de inovação (Dimensão 02)

Com base na Figura 4 – Relação entre natureza da inovação e quantidade de conhecimento inserido no processo inovativo, apresentado na Figura 4, de autoria de Nicolsky (2010), apresentam-se as análises adiante.

Caso 01: O desenvolvimento do *Transformador DRY-Sub* foi considerado no grupo “melhorias fundamentais no sistema existente”, segundo a já mencionada classificação de Nicolsky (2010).

Caso 02: *Smart Grid* é conceito amplo, de uso geral no setor de gestão de energia e de outros insumos. No caso da Siemens, o que se tem é a contínua inovação em cada caso específico desenvolvido com o cliente, a partir de parâmetros iniciais e de estruturas de *software* disponíveis. Pode-se depreender que o sistema trata de melhorias fundamentais no sistema existente ou de novas invenções, utilizando tecnologia conhecida (Nicolsky, 2010).

Caso 03: O desenvolvimento do Sistema de Posicionamento Dinâmico foi um projeto de pesquisa que utilizou tecnologias existentes.

Caso 04: Contatores digitais: Estes produtos foram desenvolvidos a partir de tecnologia existente, sendo, portanto classificado na categoria “melhorias fundamentais a partir de tecnologia existente”.

Caso 05: A iniciativa denominada TTB, adaptada e implementada no Brasil, partiu de experiências já existentes, embora tenha realizado ajustes relevantes. Encaixa-se também na classificação “melhorias fundamentais a partir de tecnologia existente”.

Em resumo, todos os casos analisados utilizaram tecnologias existentes, embora o processo de desenvolvimento de cada um deles tenha percorrido caminhos distintos. Pondera-se ainda que vários desenvolvimentos localizados ocorreram, inclusive com a geração de

patentes e com a ampliação de mercados para os novos produtos. Também há notícia da criação de novos processos em virtude da necessidade de fabricação dos novos produtos. A **Figura 4** apresenta a classificação dos tipos de inovação e sua relação com a quantidade de conhecimentos utilizados.

4.2.3.3. Momento inicial do processo criativo (Dimensão 03)

Caso 01: O DRY-Sub foi iniciativa do cliente, de modo informal e não planejado, ao acaso, durante a saída de uma reunião de trabalho relativa a determinados problemas com produtos fornecidos por uma e utilizados pela outra. Um Pesquisador da Siemens conversando com um especialista do cliente, ambos com experiência no assunto e preocupados com o melhor desempenho dos ambientes em que trabalhavam.

Caso 02: *Smart Grid:* O desenvolvimento no Brasil com apoio de um Centro de P & D da PUC-PR foi iniciativa provocada por estudos da Siemens Alemanha (Matriz), que detectou uma oportunidade de atendimento a determinados mercados e também em função da concorrência de empresas sediadas na Índia.

Caso 03: O desenvolvimento do Sistema de Posicionamento Dinâmico teve início com a iniciativa do diretor da empresa Chemtech, controlada pela Siemens, em resposta a um edital de projeto de pesquisa publicado pela FINEP.

Caso 04: O desenvolvimento dos contadores digitais se deu a partir da iniciativa pessoal de um especialista da Siemens, responsável à época pelo suporte técnico ao departamento de Marketing de produtos do setor. Tal indivíduo, verificando a existência interna das tecnologias essenciais ao desenvolvimento do produto, criou projeto para seu desenvolvimento, o qual levou à inovação resultante.

Caso 05: A iniciativa TTB foi implementada no Brasil a partir de uma conversa informal entre o diretor de Inovação e Tecnologia da Siemens Brasil com seu par nos EUA, após uma reunião ocorrida na Alemanha. Por acaso se encontraram e, em uma conversa despreocupada, combinaram avançar nos estudos da implementação da iniciativa na Siemens Brasil.

Em resumo, verifica-se que as iniciativas que levam à inovação tem como ponto de partida diferentes atores e situações:

- Iniciativa de um cliente com um especialista da empresa (Caso 01);
- Iniciativa da matriz e ameaça da concorrência (Caso 02);
- Diretor que enxerga a oportunidade em um edital governamental (Caso 03);
- Iniciativa de um especialista, pressionado pela diretoria (Caso 04); e
- Conversa informal de dois diretores, em âmbito internacional (Caso 05).

Articulam-se teorias e práticas verificadas: estratégias planejadas e estratégias emergentes (Chagas Jr., 2008; Mintzberg et al., 2000), práticas em grupo temático para solução de problemas (Cook & Brown, 1999; Dewey & Bentley, 1948; Hildreth & Kimble, 2002; Leonard-Barton, 1995; Newell et al., 2009), situações inimagináveis porque não previstas (Chagas Jr., 2008; Mintzberg et al., 2000), percepções pessoais a partir de experiências (Kuhn, 2006; Polanyi, 1964), em conformidade com os desafios deste trabalho.

4.2.3.4. Etapa de desenvolvimento e implantação do produto (resultado final do projeto) – (Dimensão 04)

Caso 01 – Transformador DRY-Sub. O produto foi desenvolvido a partir das especificações de adequação do cliente, sendo uma parte de um sistema maior do cliente. Assinaram contrato de confidencialidade entre as duas empresas. Também participaram do desenvolvimento do sistema maior alguns outros fornecedores, integrados ao desenvolvimento do cliente. Utilizou-se a tecnologia existente já incorporada a produtos de mercado desenvolvidos pela Siemens em âmbito internacional. Também foram desenvolvidas soluções técnicas específicas pelo pessoal de P&D da Siemens Brasil. Atente-se para o fato de a Siemens também inovar em processos produtivos, para que pudesse enfrentar os desafios de produção do transformador DRY-Sub.

Caso 02 - *Smart Grid*. O desenvolvimento local de partes do sistema ocorre em parceria com a PUC – Paraná, sob a liderança das equipes de desenvolvimento de sistemas *Smart Grid* da Siemens, sediados em Jundiaí, São Paulo. As equipes internas tem contato direto com os clientes, cada qual com suas próprias especificações de uso e de integração do sistema. Observa-se que a origem do sistema *Smart Grid* reside no sistema SCADA, já referido neste trabalho. Cada caso é único, com soluções e conexões com outros sistemas de caráter único.

Caso 03 - Sistema de Posicionamento Dinâmico. Inicialmente, a Chemtech contou com a participação de um consultor externo, um renomado professor de uma instituição acadêmica pública. Numa segunda etapa foi desenvolvida uma parceria com uma empresa multi-nacional de origem francesa. Em ambos os casos, houve compartilhamento de conhecimentos e experiências, com transferência de conhecimentos tecnológicos; entretanto, cada qual manteve a propriedade intelectual de seus conhecimentos e desenvolvimentos. Observa-se que o produto inicial foi resultado de atendimento ao edital da FINEP, o que gerou o conhecimento suficiente para o desenvolvimento de um produto mais sofisticado, este desenvolvido em nova parceria, o qual incorporou as tecnologias aprendidas e durante o desenvolvimento do primeiro produto.

Caso 04 – Contatores Digitais. Considerando-se que a Siemens não dispunha de pessoal disponível para o desenvolvimento deste produto, e considerando-se a urgência em atender ao mercado para que a empresa não perdesse posição junto aos clientes, e levando-se também em conta a existência da tecnologia eletrônica necessária ao desenvolvimento do produto, o líder do projeto, um engenheiro de suporte técnico a marketing, resolveu procurar parceria empresarial no mercado brasileiro, escolhendo por sua própria conta e risco uma empresa de porte médio que não concorria com a Siemens e que não dispunha de acesso ao mercado internacional, com destacada competência em desenvolvimento de partes mecânicas. O produto desenvolvido utilizou laboratórios da Siemens internacional, atendendo a padrões mundiais para a categoria.

Caso 05 – TTB. Este é um caso com natureza específica, pois se refere a uma inovação que tem como objetivo propiciar inovações com outras empresas, estritamente em harmonia com os conceitos de inovação aberta. A Siemens Brasil e, depois, a Siemens Matriz, analisam as tecnologias dos potenciais parceiros, priorizando a questão da complementariedade com as linhas de produtos e estratégias da própria empresa, mais do que o potencial de retorno dos investimentos específicos do produto do parceiro. A Siemens participará dos projetos com apoio tecnológico, técnicas de desenvolvimento, laboratórios, padrões internacionais de qualidade e adequação, estratégias de comercialização. A depender da natureza de cada produto, a liderança do projeto poderá ser de uma ou de outra planta ou subsidiária da Siemens Internacional. Os especialistas de cada unidade de negócios da Siemens internacional participam do desenvolvimento dos projetos em caráter cooperativo, trazendo sugestões e experiências próprias em suas especialidades. A Siemens avalia o potencial do produto e as

características que apresenta, para então avaliar o quanto deve investir na parceria. No momento desta pesquisa havia uma quantidade limitada de parcerias em desenvolvimento, cada qual com sua complexidade e usos específicos.

As teorias relativas às comunidades de práticas e ao conceito de *knowing* (Cook & Brown, 1999; Dewey & Bentley, 1948; Hildreth & Kimble, 2002), bem como os modelos de Sistemas de Inovação (Nelson, 1990) e o modelo de inovação aberta (Chesbrough, 2003, 2008) fundamentam as práticas observadas. O mesmo ocorre com a aplicabilidade do modelo de Sawhney et al. (2006), em especial, em relação à linha de *soluções* refletida na Figura 2, de autoria destes autores.

4.2.3.5. Investimentos e criações: Proteção jurídica e retorno econômico (Dimensão 05)

Caso 01 – Transformador DRY-Sub. No dizer do líder do projeto na Siemens, o desenvolvimento do produto gerou três patentes “referentes a soluções desenvolvidas para superar problemas”, sendo que “uma delas foi depositada na Alemanha porque a solução foi gerada com a participação de um colega alemão em visita à fábrica Siemens em Jundiaí”, concluindo que “as outras duas patentes foram requeridas no Brasil e no exterior”. Já o retorno econômico ainda não se realizou, dado que no momento da pesquisa um protótipo havia sido entregue ao cliente e outro estava em fase final de desenvolvimento para entrega ao mesmo cliente. Por outro lado, a Siemens, seu cliente e outras empresas do mercado sabem do sucesso que terá o produto, dadas as suas características técnicas e de segurança em sua utilização, superiores ao que existe no mercado atual, tanto de fabricação da Siemens quanto da concorrência local e internacional.

Caso 02 - *Smart Grid*. Os desenvolvimentos são protegidos por contratos de confidencialidade com os parceiros em pesquisa e desenvolvimento. Já na etapa da entrega do produto ao cliente, os códigos são fechados, indisponíveis.

O retorno econômico segue a tradição dos fornecimentos de sistemas desta natureza (SCADA e outros), com o pagamento dos serviços pelos clientes.

Caso 03 - Sistema de Posicionamento Dinâmico. No dizer da especialista da Chemtech, “A propriedade intelectual foi definida no contrato estabelecido pela parceria baseado em termos de confidencialidade”, o que garantiu a cada um dos parceiros “a propriedade sobre o seu

capital intelectual e pela propriedade intelectual desenvolvida pelas partes”, acrescentando que: “o produto foi protegido junto ao INPI através de registro de programa de computador/software”.

Em relação ao retorno dos investimentos, explica a especialista que: “a partir do início da comercialização do produto, a fruição dos benefícios econômicos seguirá regulamento interno da empresa para destinação de recursos”.

Caso 04 – Contatores Digitais. Segundo o especialista da Siemens, foi gerada uma patente de desenho industrial e uma patente de invenção, sendo que a primeira ficou registrada em nome da Siemens e a segunda em nome do parceiro. Decidiu-se de comum acordo que as duas empresas poderiam comercializar o produto, cada qual com sua própria marca.

Considerando-se a participação da Siemens internacional, tanto em relação às especificações de qualidade e às especificações sobre quesitos em elétrica, e ainda com a utilização de laboratórios internacionais da empresa, o produto se tornou líder de mercado, não apenas estancando a perda de participação anterior, mas também aumentando sua participação em seus mercados tradicionais e também em novas aplicações.

Dado o sucesso do produto, a concorrência passou a imitá-lo, o que levou a Siemens a um novo ciclo de desenvolvimento, agora em âmbito internacional, com o uso de novas tecnologias e com prioridade interna. É possível que o produto ora inovador seja sucedido internacionalmente por uma nova geração, em futuro não muito distante.

Caso 05 – TTB. Cada nova parceria da Siemens tem tratamento específico. Existem casos em que já existem patentes; noutros existem os registros de proteção jurídica ao software. De qualquer modo, as parcerias estão protegidas por acordos de confidencialidade. A especialista da empresa responsável pelas respostas desta pesquisa pondera que não é intenção da empresa adquirir 100% de participação nas empresas, mas que pretende ter participação majoritária, para que possa imprimir suas características internacionais a cada parceria.

No momento da pesquisa, as parcerias se encontravam em desenvolvimento, cada qual com suas questões específicas, o que poderá ser relevante material para um novo trabalho.

Em relação às teorias estudadas, destaca-se a teoria da difusão e imitação das inovações bem sucedidas (Kim, 2006). Outro ponto conceitual de grande relevância, já observado por Utterback (1994) e por Leonard-Barton (1995), diz respeito à consciência de

que uma inovação poderá interromper a trajetória de crescimento da participação de uma empresa no mercado, na medida em que uma inovação poderá, com o tempo, se tornar obsoleta, transformando algo antes inovador em um produto agora ultrapassado. Daí a descrição da atuação da Siemens no caso 04.

4.2.3.6. Problemas previsíveis e problemas inimagináveis (Dimensão 06)

Caso 01 – Transformador DrySub. Conforme relato do entrevistado, “no desenvolvimento do transformador ocorreram muitos problemas. Alguns problemas eram previstos que iriam acontecer ou sabíamos que deveriam ser resolvidos na sua época”, sendo que “outros problemas eram inimagináveis na época de concepção do projeto. Constatado o problema houve uma quantificação da gravidade seguida de busca de solução dentro da equipe”. Também na etapa de testes e simulações o mesmo teria ocorrido, conclui o especialista da Siemens, destacando que o produto se encontra em fase final de testes no cliente, com protótipo. As situações acima corroboram as referências de Mintzberg et al. (2000) e de Chagas Jr. (2008), a respeito dos problemas previsíveis e daqueles que são inimagináveis.

Tais situações são recorrentes nos casos abaixo, conforme descrição dos mesmos.

Caso 02 - *Smart Grid*. Não houve relato sobre estas questões em relação aos desenvolvimentos envolvendo o Centro de P&D na PUC-PR, o qual tem por finalidade o desenvolvimento de software de uso geral nas aplicações. Os problemas levantados, inimagináveis, podem receber solução de qualquer parte do mundo em que a Siemens atue, a partir da rede de cooperação interna existente. Alguns exemplos: 1) Como levar a energia na ponta da broca que vai descendo a três, quatro mil metros de profundidade, na perfuração profunda em busca de petróleo, caso do Pré-Sal? Quais alternativas considerar? Que tipos de transformadores utilizar? Quantos? Onde alojá-los? 2) O caso de um cliente (o prefeito de uma cidade europeia) que solicitou à Siemens que os equipamentos de energia que moviam um pequeno trem que passava por dentro de uma área tombada ficassem escondidos do público, também não sendo possível a visualização de cabos pelo percurso. Neste caso, único até então, a Siemens se viu obrigada a imaginar uma solução que armazenasse a energia necessária para consumo durante o trajeto do trem na área tombada, sendo carregada a energia antes do início do referido percurso.

Caso 03 - Sistema de Posicionamento Dinâmico. A entrevistada relata que sim ocorreram problemas imprevistos, os quais foram resolvidos pelos grupos de trabalho, compostos por especialistas da Chemtech e pelos parceiros das diferentes etapas do projeto (na verdade, dois projetos, como já explicado).

Caso 04 – Contatores Digitais. O entrevistado relata problemas e questões não previstas ocorridas em função de diversos fatores, a seguir compartilhadas. “Durante os ensaios, houve sugestões da Siemens Alemanha para que o produto atendesse também a normas internacionais, tornando o produto apto à exportação” conforme dito pelo especialista da Siemens, destacando ainda que: “a necessidade de aprimoramentos identificados na etapa de teste foram equacionados sem grandes dificuldades pelo parceiro”. Já na etapa de uso, com atuação no mercado, “o produto respondeu adequadamente às especificações; no entanto, foi identificado um novo segmento de aplicação onde seriam necessários novos aprimoramentos nas proteções de compatibilidade eletromagnética”, questão esta inimaginável, pois que ocorrida em mercado não identificado anteriormente. Ressalte-se também que o grupo de desenvolvimento não havia sido visualizado outras aplicações do produto, uma vez que “o desenvolvimento se deu com base na aplicação alcançada pela tecnologia anterior”, sendo que “a identificação desta oportunidade se deu somente após o desenvolvimento”. Por fim, verificou-se que “devido à pouca experiência na aplicação do produto pela baixa tecnologia anterior e à pouca expertise em P&D pelo grupo de trabalho que definiu as características necessárias ao novo produto”, os problemas que surgiram não teriam sido previstos.

Caso 05 – TTB. A implementação da iniciativa TTB, uma nova estrutura da Siemens no Brasil, não trouxe grandes problemas estruturais, tendo dependido do plano estratégico e de operacionalização da estrutura. O mesmo não se aplica ao dia a dia da nova estrutura, pois cada novo parceiro traz suas próprias características, restrições e itens técnicos ou de mercado a serem enfrentados. Da parte da Siemens, especialistas de todo o mundo estão à disposição para darem o necessário apoio, dependendo em grande parte das redes de relacionamentos interno e da disponibilidade dos especialistas no momento da demanda.

As situações acima também corroboram as **teorias** já discutidas em capítulo anterior por Polanyi (1964), tanto em relação à questão da percepção que cada um tem sobre determinado assunto quanto sobre a questão da retenção consigo de conhecimentos não verbalizáveis com facilidade. Ressalta-se que a manutenção consigo mesmo de

conhecimentos conceituais ou mesmo práticos que não sejam compartilhados, ou que não sejam bem compreendidos, poderá dar causa a eventuais problemas que poderiam ter sido resolvidos se tais conhecimentos houvessem sido compartilhados ou bem compreendidos.

Em complemento, Cook e Brown (1999), Leonard-Barton e Straus (2001), Chagas Jr. (2008) e Newell et al. (2009) pesquisaram teorias (comunidades de práticas, experiências pessoais e o que a pessoa consegue transmitir a outros, conhecimentos teóricos e práticas de aprendizagem, compartilhamento de conhecimentos x diferentes formas de captação do que é transmitido), que se materializaram nos casos analisados acima.

4.2.3.7. Conhecimentos e informações disponíveis ao usuário (Dimensão 07)

Caso 01 – Transformador DrySub. Relata o entrevistado que “foi elaborado um manual específico do equipamento e entregue ao cliente, que entendemos ser suficiente. Também aqui, sempre há espaço para melhorias”, explicando que: “o transformador utiliza soluções tecnológicas desenvolvidas especificamente para este projeto, para o produto transformador”. Tratando-se de produto sem componentes eletrônicos, seu uso é mais simples de ser compreendido do que em casos de uso de tecnologia digital embarcada. Por outro lado, há muito conhecimento e experiências das pessoas da Siemens e do próprio cliente que participaram do projeto, sendo que estas experiências e conhecimentos não foram passados aos usuários finais do produto, mantendo-se como propriedade intelectual, intangível, de quem as tinha. Neste e nos três casos citados a seguir, Utterback (1994) e Leonard-Barton e Straus (2001) suportam teoricamente as situações relatadas.

Caso 02 - *Smart Grid*. Neste caso, as soluções específicas são muito complexas, sendo impossível colocar-se tudo em manuais, relata o entrevistado. O que se faz é o compartilhamento das experiências advindas das integrações e das implementações do produto, caso a caso. *Softwares* protegidos por contrato, também no INPI, indisponíveis aos usuários fazem parte do produto. Por outro lado, os clientes são muito experientes, conhecedores destas situações de contorno.

Caso 03 - Sistema de Posicionamento Dinâmico. Os dois projetos que compuseram este caso trataram de sistemas digitais com códigos sofisticados, utilizados por especialistas de alto nível, atuando em ambiente protegido por contratos de confidencialidade e proteções junto ao

INPI. Os usuários dos sistemas desenvolvidos também deverão ter conhecimentos específicos e grande experiência na área, dispensando manuais de uso, seja porque as lógicas estão protegidas, seja porque as questões a serem enfrentadas dizem respeito às plataformas petrolíferas em alto mar, sendo o produto apenas uma ferramenta à disposição dos usuários.

Caso 04 – Contatores Digitais. Verifica-se que o produto é entregue aos usuários com manual de uso e um treinamento básico, inclusive em relação aos modos de parametrização do *software* embutido (*firmware*) e não disponível aos clientes.

Caso 05 – TTB. Não há informação disponível sobre a dimensão ora tratada.

O que se observa é que os conhecimentos de cada um permanecem com quem os tem (Polanyi, 1964). Já o compartilhamento das novas práticas, com os novos usuários, trará novas experiências e novas situações a serem vividas (Cook & Brown, 1999; Dewey & Bentley, 1948; Newell et al., 2009). Os produtos serão sempre utilizados em contextos específicos, com experiências de uso próprias. Alguns aprendizados ocorrerão e conhecimentos serão compartilhados.

O que cada um absorverá dependerá das próprias percepções, vivências e formações que trouxeram ao grupo, conforme **conceitos e teorias** referidos por Dewey e Bentley (1948) em relação ao conhecimento que se obtém na prática. A propósito, tais considerações são aplicáveis às diversas situações em que existem grupos compartilhando conhecimentos e informações, desde o momento inicial da ideia que leva à inovação.

4.2.3.8. Integração de soluções (Dimensão 08)

Caso 01 – Transformador DrySub. O produto, como já verificado, é parte de um conjunto maior. Sempre deverá ser utilizado em conjunto com outros componentes. Verifica-se também que não existem componentes digitais, dispensando o uso de *softwares*.

Caso 02 - *Smart Grid*. Trata-se da típica solução de integração, do ponto de vista do uso em cada situação de cada cliente. Por isso que o *Smart Grid* é conceito aberto, com amplas possibilidades de uso, sempre integrado a outros sistemas do próprio cliente.

Caso 03 - Sistema de Posicionamento Dinâmico. O caso trata de sistemas digitais para atuação e controle de plataformas petrolíferas. Deve ser utilizado em conjunto com outros subsistemas do cliente.

Caso 04 – Contatores Digitais. São produtos com tecnologia digital embarcada para diversos usos, não dependendo de outros componentes para que funcionem. Naturalmente, exigem conexão com outras partes, o que não lhes tira a condição de independência sob determinadas normas técnicas de uso geral.

Caso 05 – TTB. A iniciativa TTB refere-se à inovação em organização e também a inovação que gera outras inovações, estas em produtos ou processos para diferentes mercados e aplicações.

Sobre as **teorias** aqui aplicáveis, destaca-se a Figura 2: radar da Inovação, de autoria de Sawhney et al. (2006). A síntese destes autores sobre os modos de inovação, da perspectiva de fornecedores e clientes, é elucidativa de situações em que a sede local de uma empresa que tem sua matriz em outro lugar, propicia o desenvolvimento de soluções junto a clientes e a outros parceiros. Rodrigues et al. (2010) demonstram que, no Brasil, este é um modo de inovar de grande relevância pela quantidade e qualidade de aplicações.

4.2.3.9. Indivíduos e paradigmas – contribuições específicas (Dimensão 09)

Caso 01 – Transformador DrySub. Sobre este tópico, vale resgatar o que referiu o entrevistado:

A primeira grande inspiração foi interpretar que o desejo do cliente de ter um transformador seco submersível na faixa de potência de 500kVA a 2000kVA poderia ser desenvolvido com critérios construtivos de um protótipo de transformador seco de 10 kVA desenvolvido dez anos antes para uso externo, pelo próprio grupo de trabalho da empresa. A utilização de transformador seco, sem cubículo de proteção, em ambiente externo sujeito à chuva é comparável à utilização do transformador em situação submersa em água, no sentido que a isolamento deve ser exclusivamente sólida, sem participação do ar externo no circuito isolante.

Posteriormente verificou-se que a imersão do transformador em água, embora as bobinas e ligações estejam isoladas da água, tem outros efeitos eletromagnéticos devido à

característica da água ser condutor elétrico. A água de imersão ao redor do núcleo forma uma espira em curto circuito o que inviabilizaria a utilização do transformador em imersão. A solução deste problema foi origem de uma patente.

A elaboração do projeto do transformador seco submersível foi efetuada juntando conceitos do transformador seco convencional e do transformador seco para uso externo e acrescentando outras particularidades próprias do projeto, como por exemplo, a utilização de um determinado tipo de conector da Alta Tensão por solicitação expressa do cliente. Um grande número de itens de desenho tiveram que ser definidos para se adequar ao projeto. Em alguns casos os fornecedores de material foram convidados a participar do desenvolvimento de um item específico correspondente ao seu portfólio de produtos, como por exemplo, resina ou material isolante para encapar ligações de cabos em baixa tensão. O resultado desta participação dos fornecedores de material foi em geral, pouco produtiva porque as características técnicas requeridas para o transformador diferiam das soluções oferecidas pelos fornecedores.

Note-se que a análise do texto da seção relativa ao desenvolvimento deste produto, demonstra a relevância dos indivíduos que participaram do projeto, que teria sido diferente se outros tivessem sido os participantes do seu desenvolvimento. O que se verifica é que a formação, experiências e as percepções dos indivíduos foram fundamentais à escolha da especificação do novo produto.

Alguns paradigmas tecnológicos foram utilizados como referências iniciais, mas demonstraram não fazerem sentido nas novas circunstâncias em que deverá ser utilizado este produto. É o caso da analogia com a situação de um transformado sob a chuva; neste caso, submerso demonstrou diferente de molhado, coisa que antes era desconhecida. Foi paradigma tecnológico que se mostrou superado.

Percebe-se também que o caminho de desenvolvimento escolhido levou a novos desafios, alguns perceptíveis, outros não. Outros caminhos teriam levado a outros desafios.

Caso 02 - Smart Grid. O entrevistado destaca que se trata de um sistema aberto, de desenvolvimento contínuo em aplicações diversas ajustadas à realidade de cada cliente. Sendo assim, acredita que o único modo de minimizar as perdas decorrentes da saída de um especialista de determinado grupo de desenvolvimento se dá pela documentação dos procedimentos, desenhos, fórmulas etc., o que não substitui a pessoa, mas apenas tenta reduzir

o impacto decorrente de sua saída. Suas experiências pessoais, suas percepções, seu modo de se relacionar com outros indivíduos, tudo vai com a pessoa. Por outro lado, novas pessoas farão parte da equipe, com novas experiências e percepções.

Para o especialista da Siemens, a inteligência, a cultura, os conhecimentos, os aprendizados e as experiências da organização pairam sobre as pessoas – difícil dizer com detalhes o que ocorre se uma pessoa sai; outras continuam e outras entram no grupo, com novas experiências e conhecimentos – para novas aprendizagens de todos com todos.

Sobre ideias relevantes que não são aproveitadas, o entrevistado crê na possibilidade de perdas em função de momentos específicos do projeto, em que as decisões anteriores poderão inviabilizar novos caminhos, que se tornariam antieconômicas, ou que implicariam em novas decisões, fora do tempo e do contexto. Outras questões surgem apenas no momento certo de maturação, pois antes não teriam como ser percebidas.

“Os desenvolvedores, por mais que tenham aprendido a desenvolver projetos e programas em salas de alas (*workshops*) não saberão o que é essencial antes de partirem para a prática, para o detalhamento, para o processo de realização do que se pretende”, pondera o entrevistado.

Caso 03 - Sistema de Posicionamento Dinâmico. A participação dos indivíduos que trabalhavam na Chemtech àquela época foi decisiva à realização dos projetos. Se outras tivessem sido as pessoas, outros talvez tivessem sido os caminhos seguidos. Indivíduos com diferentes formações, experiências e percepções trouxeram suas contribuições pessoais. Cada qual trouxe suas competências e habilidades individuais; cada componente do grupo complementou os conhecimentos dos outros, referiu a entrevistada. Pondera-se ainda que a cultura vigente e as iniciativas de cada um teriam sido decisivas na condução dos projetos.

Caso 04 – Contatores Digitais. O primeiro entrevistado relatou que “cada um contribuiu da melhor forma com base em seus conhecimentos e especialidades acadêmicas, como engenheiros elétricos, mecânicos, *designers*, administradores, além dos especialistas em P&D da Alemanha”.

Para ele, “certamente o conhecimento levou à inovação e o aprendizado é um componente constante do processo”.

Em outro ponto das entrevistas, agora com o outro entrevistado, verificou-se que, se outro tivesse sido o parceiro, outros teriam sido os caminhos percorridos, levando o produto a outras situações. Também ocorreu uma mudança nos paradigmas tecnológicos, na medida em que surgiram novas aplicações de mercado, desconhecidas, e que levaram a novas soluções tecnológicas, bem sucedidas.

Sobre a questão relativa a possíveis boas ideias deixadas pelo caminho, o primeiro entrevistado ressalta que: “Esta é uma questão interessante que não havíamos pensado e mais interessante ainda é observar que todas as ideias inovadoras foram implementadas no projeto”.

Caso 05 – TTB. A entrevistada observou que foram criados parâmetros técnicos para escolha e seleção de parceiros, mas que tais parâmetros foram analisados e ponderados por indivíduos, que realizaram suas ponderações com base em suas percepções, experiências e formações individuais. Destaca que, se outros fossem os avaliadores, talvez outras teriam sido as escolhas efetuadas. A mesma lógica poderia ser aplicada às observações e sugestões de cada especialista convidado a participar das reuniões de apoio aos desenvolvimentos de produtos.

Diversas **teorias** foram utilizadas como embasamento para os casos discutidos acima: Ashby (1970) e o conceito de isomorfismo (conceito segundo o qual haverá isomorfismo quando entradas e saídas forem equivalentes, mesmo que utilizando meios diferentes); Dosi (1988), com os paradigmas tecnológicos; Foster (1988), Leonard-Barton (1995), Mintzberg et al. (2000) e Chagas Jr. (2008) e as teorias sobre questões inimagináveis, emergentes; Kuhn (2006) e os paradigmas da ciência, assim como as questões tratadas pela Gestalt; Dewey e Bentley (1948), Cook e Brown (1999) e Newell et al. (2009) sobre os conhecimentos e aprendizagens obtidas na prática; Kim (1993) e a relevância de cada um no grupo, em harmonia com o conjunto; Utterback (1994) e as questões da inovação como conceito que pode levar ao conservadorismo; Leonard-Barton (1995) e a teoria que cuida dos conhecimentos e experiências pessoais que são incorporadas aos produtos; Polanyi (1964), Hildreth e Kimble (2002) e os conhecimentos que cada um traz consigo e que não consegue externalizar.

Apresentam-se, no item 4.3 os fatores relevantes ao processo de criação do conhecimento associado à inovação. Antes, porém, será referido o modelo SECI.

4.2.4. Considerações sobre o modelo SECI

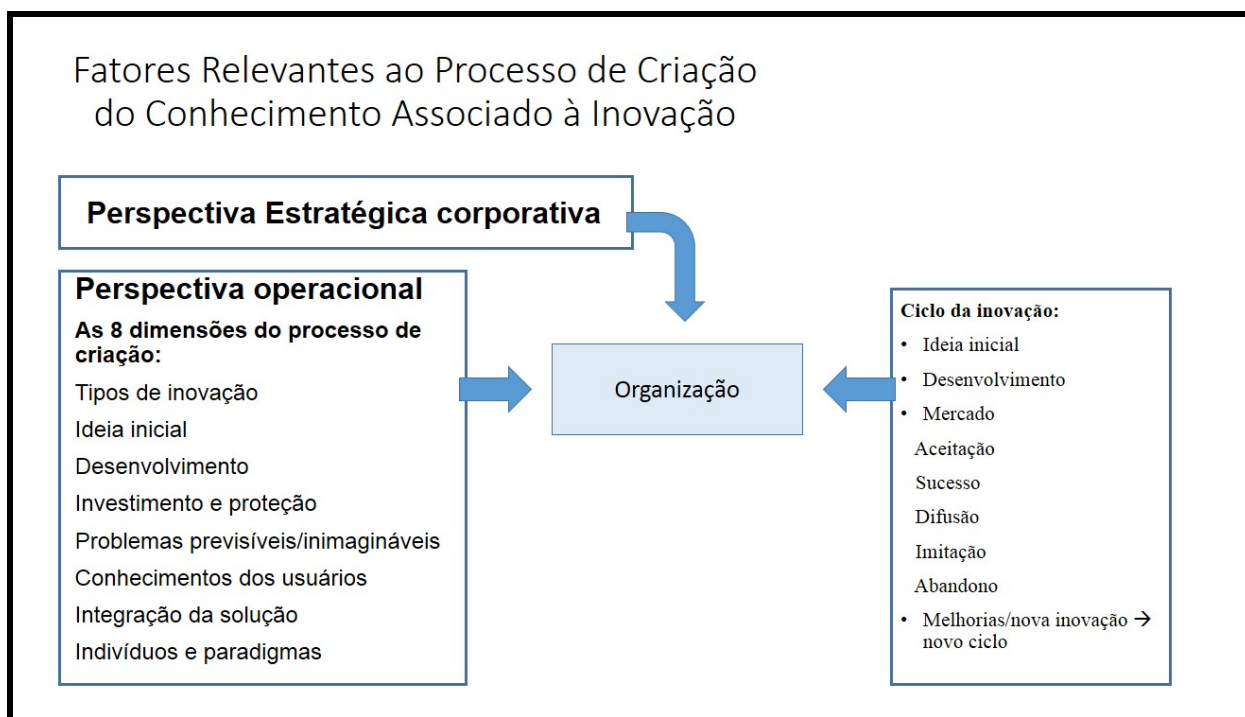
Diversas teorias suportam os casos analisados na empresa Siemens, mas, de um modo geral, o modelo SECI parece não se aplicar adequadamente a eles. Os pontos essenciais observados são os seguintes:

- 1) Não se verificou conversão de conhecimentos, mas sim compartilhamentos diversos, compreendidos deste ou daquele modo, aproveitados segundo as experiências e percepções pessoais de cada participante dos desenvolvimentos;
- 2) Observou-se que o conhecimento organizacional, embora seja essencial à sobrevivência e ao crescimento competitivo da organização, é apenas parte da questão: refere-se ao conhecimento explícito que é documentado e que é armazenado nos bancos de dados e de informações da organização, não abrangendo o conhecimento que cada indivíduo mantém consigo, às experiências que cada um tem mas não exprime, às culturas e paradigmas dominantes *vis-a-vis* outras culturas e paradigmas, aos conhecimentos aplicados aos produtos sem explicitação, aos grupos formais ou informais de trabalho, aos trabalhos realizados por pessoas alocadas em diferentes locais, com diferentes focos de atuação, à dinâmica de entrada e saída de pessoas nos grupos de trabalho, às novidades que surgem ao longo do processo, nas práticas e nas etapas específicas do desenvolvimento etc.;
- 3) Não se observou a existência de uma espiral do conhecimento que, seguindo o padrão do modelo SECI, tenha levado o processo à inovação. O que se verificou foram estruturas multidisciplinares complexas, integrando conhecimentos e aprendizados, em diferentes formatos, caso a caso. Poder-se-ia imaginar diversas figuras gráficas inter-relacionadas: espirais que se abrem, círculos, espirais que se fecham, intersecções, figuras complexas em camadas superpostas etc.

4.3. Fatores relevantes ao processo de criação do conhecimento associado à inovação

Esta seção responde ao objetivo geral da pesquisa.

Como resultado das análises das seções anteriores, criou-se o Quadro 7, que apresenta o conjunto dos fatores relevantes aos processos estudados (casos 01 a 05).



Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 7: Fatores Relevantes ao Processo de Criação do Conhecimento Associado à Inovação

4.4. Discussão sobre os fatores relevantes ao processo de criação do conhecimento associado à inovação, de acordo com a pesquisa.

O Quadro 7 apresenta a ORGANIZAÇÃO ao centro, tendo na parte superior a referência à Perspectiva Estratégica Corporativa (dimensão 01). À direita do observador encontra-se o chamado Ciclo da Inovação (sequência típica e intuitiva de desenvolvimento das inovações) e à sua esquerda tem-se a Perspectiva Operacional do processo de criação do conhecimento associado à inovação (as dimensões números 02 a 09).

4.4.1. A Perspectiva Estratégica Corporativa (Dimensão 01)

São apresentados os pontos relevantes ao processo de criação do conhecimento associado à inovação em empresa de base tecnológica, para situações em que a organização trata de diferentes negócios, em diferentes mercados, linhas de produtos, países ou culturas, mas seguindo padrões estabelecidos ao nível estratégico corporativo.

Refere-se o pesquisador aos padrões utilizados nos diferentes mercados de atuação, às diferentes legislações de proteção ao consumidor e aos requisitos técnicos de cada região em que a empresa atua ou pretenda atuar (padrões em engenharia elétrica, telecomunicações, informática, internet etc.).

Refere-se também aos diferentes padrões culturais de diferentes geografias e aos requisitos de qualidade especificados na organização, de modo a manter determinados valores e princípios em todas as áreas de atuação da empresa, o que também contribui para a manutenção de uma imagem de marca forte e coerente.

Em suma, reflete-se o que ocorre ou pode ocorrer em empresas que estejam em conformidade com o direcionamento estratégico corporativo da empresa pesquisada, a qual oferece aos desenvolvedores recursos diversos (laboratórios, informações técnicas, especialistas etc.) ao redor do mundo, mas centraliza as autorizações para a comercialização de novos produtos.

4.4.2. Ciclo da Inovação

O Quadro 7 apresenta, à direita, um resumo da sequência típica e intuitiva do processo inovativo. É uma sequência em que os eventos se sucedem por intermédio de passos lógicos e previsíveis.

O *ideia inicial* corresponde ao momento do surgimento de uma *ideia* surgida internamente, uma conversa informal, uma tecnologia desenvolvida, uma parceria científica, uma demanda de mercado ou uma orientação estratégica, conforme verificado nos casos analisados.

A etapa seguinte, de desenvolvimento, alia, de um lado, a criatividade, a multiplicidade de disciplinas e as parcerias, e, de outro, os padrões corporativos, os laboratórios internacionais, o crivo dos mais experientes.

Segue-se a etapa crucial: a oferta da inovação aos seus mercados de destino. A inovação será bem aceita ou não, poderá ser um sucesso, quando ocorrerá a difusão, a imitação. Surgem as melhorias, ajustes, revisões, enfrentamento de outras inovações, novos concorrentes.

A inovação será abandonada, superada, sucedida por outras inovações, com outras tecnologias, outras funcionalidades.

Surgem então novas inovações com novos ciclos de vida: novos paradigmas, novas tecnologias, novos usos e costumes, novos ambientes mercadológicos, novos usuários, novas empresas no mercado.

4.4.3. Perspectiva operacional. Oito dimensões pesquisadas (Dimensões 02 a 09).

A abordagem **Operacional**, quando analisada em profundidade, mostra ao pesquisador uma grande diversidade de tarefas e de situações complexas, que o levam a compreender que, em alguns dos casos, é previsível o modo como se inicia o processo de criação do conhecimento associado à inovação, mas que em outras situações o início do processo se dá de modo inimaginável, passando depois por etapas que poderão ser mais bem comportadas em virtude dos padrões corporativos de desenvolvimento e lançamento de novos produtos e processos inovativos.

Durante as etapas que se sucedem até o lançamento da inovação em seus mercados de destino, os caminhos do desenvolvimento são vários, as possibilidades de sucesso ou fracasso múltiplas e as oportunidades vão se sucedendo, às vezes de modo previsível, às vezes não.

Em um dos casos analisados, o do Transformador DrySub (caso 01), verificou-se que o comportamento do produto sob a água se deu de modo inimaginável, diferente de seu comportamento anterior sob a chuva, este sim previsível.

Em outro caso, o dos contadores digitais (caso 04), os testes de laboratório para verificação de adequação dos produtos em novos mercados e países, demonstraram a

necessidade de adaptações nas características técnicas e no *design* dos produtos, o que gerou duas patentes, como já descrito neste trabalho.

De acordo com as observações dos desenvolvedores da Siemens, verifica-se que a prática dos desenvolvimentos é o que, de fato, mostra quais são os caminhos a serem percorridos, complementando ou modificando as teorias e os planos elaborados.

Os cinco casos aqui tratados seguiram trajetórias próprias, mas sempre observando os padrões de qualidade e de adequação a mercados definidos pela direção da empresa no nível estratégico, como já articulado nesta pesquisa.

As oito dimensões operacionais (dimensões 02 a 09), já explicadas, demonstram que o desenvolvimento do processo de criação do conhecimento que leva efetivamente à inovação, ao mesmo tempo em que segue uma trajetória previsível, tem conteúdo muito rico e variado, entrando por diferentes caminhos, seguindo diferentes trajetórias, dependendo das equipes formadas, das mudanças que ocorrem ao longo do tempo, de escolhas lógicas, do envolvimento dos clientes e dos parceiros diversos. Em complemento, o desenvolvimento da inovação depende também de acasos, podendo enfrentar desafios nunca imaginados.

Ao final, a inovação será bem sucedida ou não; poderá ter seus usos expandidos, talvez venha a ser imitada. Em algum momento será abandonada, com ou sem passar pelas etapas de melhorias. Seu abandono poderá ocorrer por ruptura, por causa do sucesso de alguma inovação concorrente, ou mesmo por decisão dos seus criadores.

A questão que poderá gerar maior perplexidade àqueles que trilham o caminho da lógica e da previsibilidade é a seguinte: tudo o que aqui foi referido como possibilidades previsíveis ou inimagináveis poderá estar ocorrendo em outras empresas, concorrentes, com outras tecnologias, que seguem os mesmos paradigmas, ou que testam novas tecnologias e costumes, com paradigmas ainda desconhecidos, que chegarão, em algum momento, para enfrentar os paradigmas dominantes, que poderão destruir todo o trabalho de outros grupos desenvolvedores. Isto poderá estar ocorrendo em qualquer lugar do mercado global, tanto na rua ao lado, quanto do outro lado do planeta. De qualquer modo, alguém na organização precisará estar monitorando os desenvolvimentos concorrentes.

5. CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA ESTUDOS FUTUROS

Neste trabalho procurou-se aprofundar o estudo de teorias relacionadas à inovação, tanto ao nível conceitual quanto no âmbito da compreensão dos processos inovativos. Em complemento, a pesquisa ocupou-se da compreensão de conceitos relacionados à questão do conhecimento nas organizações, tanto do ponto de vista dos indivíduos considerados em si mesmos, quanto nos grupos de desenvolvimento.

Chegou-se então à definição da questão da pesquisa, qual seja: “Como se dá o processo de criação do conhecimento associado à inovação em uma empresa de base tecnológica”. Em resposta à questão da pesquisa se conclui que o processo de criação do conhecimento associado à inovação em empresa de base tecnológica pode ser explicado por uma estrutura multidimensional composta de duas perspectivas distintas: a perspectiva estratégica corporativa (que responde ao objetivo específico 01), que possui apenas uma dimensão e a perspectiva operacional (que responde ao objetivo específico 02), esta composta por oito dimensões de análises distintas. Enfim, pode-se afirmar que a análise pormenorizada das dimensões propostas neste estudo fornece argumentos capazes de formar uma estrutura teórica capaz de explicar o processo de criação do conhecimento associado ao processo de inovação (respondendo ao objetivo geral).

Com relação às perspectivas de análise, conclui-se que a perspectiva estratégica que, como já dito, atende ao objetivo específico 01, tem como escopo orientar as linhas de pesquisa e os modelos de parcerias, os padrões de qualidade e atendimento aos mercados, bem como oferecer suporte financeiro, laboratórios e informações de suporte técnico aos desenvolvimentos específicos, propiciando a necessária motivação criativa aos colaboradores da empresa.

No caso da empresa pesquisada, observaram-se duas grandes vertentes de desenvolvimento dos conhecimentos: (a) novas tecnologias que suportam novos produtos e novos processos; e (2) melhorias fundamentais em produtos e processos. Verificou-se que a empresa atua com parceiros diversos, buscando sempre as melhores alternativas de desenvolvimento, ora partindo de conhecimentos e tecnologias existentes fora da organização, ora desenvolvendo internamente, ou ainda atuando em conjunto com outros fornecedores

(mesmo que concorrentes), ora trabalhando em equipes com universidades ou mesmo com clientes específicos.

O fato é que os trabalhos sempre buscam os conhecimentos e as experiências de quem têm, considerando conhecimentos formais e a aprendizagem que advém da prática, buscando-os onde estiverem, na linha preconizada por Sawhney et al. (2006), dentre outros autores.

Nestes termos, conclui-se que a perspectiva operacional, que atende ao objetivo específico 02, insere-se neste estudo devido à individualização de cada desenvolvimento inovativo, cada qual com sua trajetória e desafios que surgem pelo caminho, cada qual com seu contexto, atores, fenômenos e variáveis. As oito dimensões operacionais analisadas são complementares e procuram explicar a dinâmica do processo de criação do conhecimento que efetivamente leva à inovação.

Atendendo ao objetivo geral, o conjunto de fatores relevantes ao processo de criação do conhecimento associado à inovação, mostrado no Quadro 7, reflete a conclusão a que chegou a pesquisa, em seu conjunto, conforme análise do item 4.4.

Já às conclusões sobre a perspectiva operacional, verifica-se que a dimensão 02 (Tipos de inovação) é a base inicial à compreensão dos caminhos a serem trilhados na pesquisa e no desenvolvimento do processo inovativo, corroborando Nicolisky (2010).

A dimensão 03, relativa ao momento inicial do processo criativo, demonstra, em conclusão, que podem ser previstos, mas que, por vezes, são inimagináveis os modos pelos quais os processos inovativos se iniciam (Newell et al., 2009).

Em relação à conclusão sobre a dimensão 04 (desenvolvimento e implantação do produto), verifica-se ser fundamental o sucesso dos trabalhos em grupos colaborativos, em que cada um trará seus conhecimentos e experiências pessoais, na linha preconizada por Cook e Brown (1999). Também os laboratórios e informações corporativas e dos parceiros são fundamentais ao processo.

Em relação à proteção jurídica e ao retorno econômico, assuntos relativos à dimensão 05, conclui-se que os contratos de confidencialidade, de um lado, e as patentes de outro, são formas de proteção aos investimentos. O retorno dos investimentos acompanha a liderança ou o forte posicionamento de mercado da empresa, por vezes dividindo com seus parceiros os resultados positivos obtidos. Há que se considerar, com Schumpeter (1985), Utterback (1994)

e com Leonard-Barton (1995) que as inovações de hoje se tornarão produtos conservadores amanhã, quando haverá novo ciclo de desenvolvimentos e inovações. Há ainda a se observar que as imitações e cópias não autorizadas fazem parte da dinâmica do mercado, podendo, por vezes, mitigar o sucesso da inovação desenvolvida e lançada ao mercado com custos e prazos relevantes (Kim, 2006).

Outra dimensão de grande relevância, a dimensão 06, referente aos problemas previsíveis e aos problemas inimagináveis, em caráter conclusivo, mostra ao leitor as dificuldades com prazos, previsões relativas a custos e mesmo em relação às conclusões planejadas para determinado desenvolvimento inovativo. Na pesquisa de campo surgiram situações inimagináveis, que levaram os especialistas a novidades tais que geraram mais de uma patente (Chagas Jr., 2008).

A dimensão 07, que diz respeito aos conhecimentos e informações disponíveis ao usuário, permite concluir-se que os usuários que participam dos desenvolvimentos de fato aprendem, também compartilhando o que sabem, na linha preconizada por Dewey e Bentley (1948), Polanyi (1964) e por Cook e Brown (1999). Os graus de absorção das coisas que se aprendem dependerão de cada um, de suas experiências, de seus conhecimentos vários e de suas participações no processo inovativo. Há também a questão já tratada na dimensão 05, sobre as proteções aos investimentos, casos em que o usuário não participa dos desenvolvimentos e não recebe informações sobre conteúdos relevantes, cuidando apenas da operação do produto ou do processo.

Sobre a dimensão 08, que discorre sobre a Integração de soluções, nota-se a relevância da participação de parceiros locais e internacionais, por vezes incluindo clientes. Produtos predominantemente mecânicos ou, ao contrário, tipicamente digitais: todos estes são fatores que indicam um maior ou menor nível de integração dos produtos em soluções maiores, na linha teórica de Sawhney et al. (2006).

Por fim, a dimensão 09 trata dos indivíduos e dos paradigmas, em que se destacam os atores individualmente e no conjunto, vis-a-vis os paradigmas escolhidos ou apenas utilizados sem prévia escolha, posto que dominantes. O que se conclui é que, se outras fossem as pessoas participantes dos processos inovativos, ou se outras fossem as escolhas tecnológicas ou mercadológicas, outros produtos ou processos inovadores teriam sido desenvolvidos. E note-se que várias das composições que se formam se dão ao acaso, à margem dos planos e

estratégias corporativas. A questão dos paradigmas da ciência e da tecnologia é referendada por Kuhn (2006) e por Dosi (1988).

Em suma, as práticas observadas, (1) utilizando laboratórios e suporte técnico em âmbito internacional ou mesmo local, (2) respeitando os padrões internacionais de qualidade e de exposição aos mercados, (3) associadas a ambientes que propiciaram a criatividade e a liberdade de cada desenvolvimento bem sucedido, (4) em que os processos de criação do conhecimento efetivamente levaram à inovação, mostram que estas práticas são referendadas por teorias consistentes, tanto de autores clássicos quanto de autores menos conhecidos e recentes a fundamentar as práticas de cada trajetória inovativa.

5.1. Reflexão final

Ao final, pode-se refletir que as conclusões deste trabalho indicam não ser possível ainda a apresentação de um modelo amplo, pois foram tratados cinco casos de uma mesma empresa.

Cinco casos muito diferentes entre si, mas que utilizaram uma perspectiva estratégica uniforme, do ponto de vista corporativo.

Em outra linha de raciocínio, pode-se afirmar que os achados deste trabalho poderão ser utilizados em casos de empresas multimercados e multiprodutos, com distintas tecnologias, sejam as empresas nacionais ou multinacionais.

A relevância do trabalho reside no fato de existir um número significativo de empresas que podem se enquadrar na configuração pesquisada. Tal configuração impõe, ao mesmo tempo,

- (1) padrão tecnológico, econômico, mercadológico e qualitativo uniformes nos processos inovativos;
- (2) estrutura para incentivar ambientes e recepcionar ideias que levem à concretização dos desenvolvimentos que se transformam em inovações, sem restrições iniciais quanto à liberdade de criar e à origem das ideias.

A compreensão resultante da análise deste trabalho poderá contribuir para o aperfeiçoamento dos métodos de gestão e desenvolvimento do processo inovativo, dinâmico e

complexo por natureza, tornando-o mais claro e efetivo. Também poderá propiciar condições para maior profundidade na compreensão dos modos de contribuição pessoal e de interação entre os indivíduos participantes do desenvolvimento do típico processo de criação do conhecimento que leva à inovação em empresa de base tecnológica.

5.2. Sugestões para Estudos Futuros

Como é natural, diversos estudos poderão dar continuidade ao presente trabalho, dentre eles:

- Análise do processo de criação do conhecimento que leva à inovação nas organizações do tipo Parcerias Público-Privadas (PPP), com destaque para as questões relativas à proteção dos investimentos de cada um dos envolvidos e à questão econômica resultante, na fase de difusão da inovação;
- Análise vertical do caso TTB (caso 5) e seus desdobramentos;
- Análise dos processos inovativos à luz dos conceitos referentes aos diferentes Sistemas de Inovação;
- Aprofundamento teórico e prático de cada uma das dimensões analisadas neste trabalho;
- Criação de um modelo inovativo para empresas de base tecnológica, a partir do Quadro 7;
- Aplicação do quadro 7 (no todo ou em partes) ou mesmo do futuro modelo em empresas de diferentes portes e graus de variedade de produtos e mercados, ou mesmo em conjuntos de empresas de mesmo setor e região.
- Análise da correlação entre as variáveis das dimensões observadas no trabalho e os resultados práticos das empresas em seus mercados de atuação.

REFERÊNCIAS

- Antonello, C. S., & Godoy, A. S. (2010). A encruzilhada da aprendizagem organizacional: uma visão multiparadigmática. *Revista de Administração Contemporânea*, 14(2), 310–332.
- Ashby, W. R. (1970). *Uma introdução a cibernética*. São Paulo: Perspectiva.
- Balbinot, Z., & Marques, R. A. (2009). Alianças estratégicas como condicionantes do desenvolvimento da capacidade tecnológica: o caso de cinco empresas do setor eletroeletrônico brasileiro. *Revista de Administração Contemporânea*, 13(4), 604–625.
- Barbieri, J. C., & Alvares, A. C. T. (2003). Inovações nas organizações empresariais. In J. C. Barbieri (Ed.), *Organizações inovadoras: estudos e casos brasileiros* (2a. ed.). São Paulo: FGV Editora.
- Barney, J. (1991). Firm resources and sustained competitive advantage. *Journal of Management*, 17(1), 99–120.
- Biancolino, C. A. (2010). *Valor de uso do ERP e gestão contínua de pós-implementação: estudo de casos múltiplos no cenário brasileiro* (Tese de Doutorado). Universidade de São Paulo, São Paulo. Retrieved from <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/12/12136/tde-29112010-152921/>
- Bureau Veritas. (2013). Perfil e Logotipo. Retrieved January 17, 2013, from http://www.bureauveritas.com.br/wps/wcm/connect/bv_br/Local/Home/About-Us/Profile-Logo
- Burnham, T. F., Alves, R. M., & Moraes, I. O. (2005). *Aprendizagem organizacional e gestão do conhecimento*. Cambridge. (2000). *Dictionary of American English*. New York: Cambridge University.
- Campanario, M. A., Maccari, E. A., & Silva, M. M. (2004). Inovação Tecnológica nas Novas Diretrizes da Nova Política Industrial Brasileira. *Revista de Negócios, Blumenau*, 9(4), 195–206.
- Chagas Jr., M. F. (2008). *Criação e exercício de capacitações em integração de sistemas: explorando interações entre formas de aprendizagem tecnológica - o caso do programa CBERS*. (Tese de Doutorado). Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.
- Chemtech. (2012). Sistema de Posicionamento Dinâmico. Retrieved January 17, 2013, from <http://www.chemtech.com.br/perfil>
- Chemtech. (2013). Chemtech – A Siemens Business. Retrieved January 17, 2013, from <http://www.chemtech.com.br/perfil>
- Chesbrough, H. W. (2003). The era of open innovation. *Managing innovation and change*, 44(3), 35–41.
- Chesbrough, H. W. (2008). *Open Innovation*. Oxford: Oxford University Press.
- Coca-Cola (2013). Retrieved July 3, 2013, from <https://www.embalagemmarca.com.br>

- Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1990). Absorptive capacity: a new perspective on learning and innovation. *Administrative science quarterly*, 35(1), 128–152.
- Cook, S. D. N., & Brown, J. S. (1999). Bridging epistemologies: The generative dance between organizational knowledge and organizational knowing. *Organization science*, 10(4), 381–400.
- Costa, A. B. (2006). O desenvolvimento econômico na visão de Joseph Schumpeter. *Caderno Instituto Humanitas Unisinos*, 4(47), 1–22.
- Descartes, R. (1996). *Discurso sobre o método*. São Paulo: EDIPRO.
- Dewey, J., & Bentley, A. F. (1948). Knowing and the known. Retrieved July 3, 2011, from <https://www.aier.org/sites/default/files/otherpublications/KnowingKnown/KnowingKnownFullText.pdf>
- Dosi, G. (1988). Sources, procedures, and microeconomic effects of innovation. *Journal of Economic Literature*, 26(1), 1120–1171.
- Eisenhardt, K. M. (1989). Building theories from case study research. *Academy of management review*, 14(4), 532–550.
- Ekerman, Raul; Zerkowski, Ralph. M. *A Análise Teórica Schumpeteriana do Ciclo Econômico*. R. Brasil. Econ. Rio de Janeiro, v.38, nº 3, p. 205-228, jul.-set. 1984.
- Ferraz, E. (2002). O motor da Inovação. *Revista Exame*.
- Fleury, M. T. L. (2002). *As pessoas na organização*. São Paulo: Editora Gente.
- Flick, U. (2009). *Uma introdução à pesquisa qualitativa* (3a. ed.). Porto Alegre: Bookman.
- Foster, R. N. (1988). *Inovação: a vantagem do atacante*. São Paulo: Best Seller.
- Freeman, C. (1995). The National System of Innovation' in historical perspective. *Cambridge Journal of economics*, 19(1), 5–24.
- Galdámez, E. V. C. (2007). *Proposta de um sistema de medição de desempenho para clusters industriais de pequenas e médias empresas* (Tese de Doutorado). Universidade de São Paulo. Retrieved from <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18140/tde-05032008-124613/>
- Gatti Jr., W., & Yu, A. S. O. (2011). As Transformações do Conhecimento no Processo de Inovação: O Desenvolvimento da Tecnologia FLEX FUEL nos Sistemistas Brasileiros. In *XXXV EnANPAD*. Rio de Janeiro.
- Gourlay, S. (2006). Conceptualizing knowledge creation: A critique of Nonaka's theory. *Journal of Management Studies*, 43(7), 1415–1436.
- Grant, R. M. (1996). Toward a knowledge-based theory of the firm. *Strategic management journal*, 17, 109–122.
- Hamel, G., & Prahalad, C. K. (2005). *Competindo pelo futuro*. Rio de Janeiro: Campus.
- Henderson, D. R. (2012). Japan and the Myth of MITI. Retrieved September 2, 2012, from <http://www.econlib.org/library/Enc1/JapanandtheMythofMITI.html>

- Herstad, S. J., Bloch, C., Ebersberger, B., & Van De Velde, E. (2010). National innovation policy and global open innovation: exploring balances, tradeoffs and complementarities. *Science and Public Policy*, 37(2), 113–124.
- Hildreth, P. M., & Kimble, C. (2002). The duality of knowledge. *Information Research*, 8(1), 8–1.
- Hippel, E. V. (2005). *Democratizing Innovation*. MIT Press.
- IBGE. (2008). Pesquisa de Inovação nas empresas estatais federais. *PIEEF*. Retrieved February 12, 2010, from <http://www.ibge.gov.br/home/>
- IBGE. (2011). Pesquisa de Inovação Tecnológica. Formulário da pesquisa. *PINTEC*. Retrieved February 12, 2010, from <http://www.ibge.gov.br/home/>
- Johnson, C. (1993). *MITI and Japanese Miracle – the growth of industrial Policy, 1925-1975*. Stanford: Stanford University Press.
- Kawulich, B. B. (2005). La observación participante como método de recolección de datos (Vol. 6, pp. 2–05). Presented at the Forum: Qualitative Social Research.
- Kim, D. H. (1993). The link between individual and organizational learning. *Sloan Management*, 37–50.
- Kim, L. (2006). Da imitação à inovação: a dinâmica do aprendizado tecnológico da Coréia. *Revista de Economia Política*, 26(4). Retrieved from http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-31572006000400012&script=sci_arttext&tlng=es
- Kline, S. J., & Rosenberg, N. (1986). An overview of innovation. *The positive sum strategy: Harnessing technology for economic growth*, 14, 640.
- Kogut, B., & Zander, U. (1993). Knowledge of the firm and the evolutionary theory of the multinational corporation. *Journal of International Business Studies*, 625–645.
- Kuhn, T. S. (2006). *A estrutura das revoluções científicas* (9th ed.). São Paulo: Perspectiva.
- Leonard-Barton, D. (1995). *Wellsprings of Knowledge: Building and Sustaining the Sources of Innovation*. Harvard Business School Press.
- Leonard-Barton, D., & Straus, S. (2001). Aproveitando Todo o Cérebro da Empresa. In *Gestão do Conhecimento* (5th ed.). Rio de Janeiro: Campus.
- Lima, E. (2010). Teorizando a partir de dados qualitativos em administração. *Revista Pretexito*, 11(1), 73–93.
- Lopes, P. P. (2009). Inovação distribuída e a distribuição da inovação. Retrieved October 6, 2009, from <http://conhecimento.incubadora.fapesp.br>
- Lucch, M., Bianco, M. F., & Lourenção, P. T. M. (2011). Work in multidisciplinary teams: a study about mobilization of knowledge and learning in an organization of complex products. *Brazilian Administration Review*, 8(3), 305–328.
- Lundvall, B.-A. (1997). National Systems and National Styles of Innovation. In *4th International ASEAT Conference “Differences in styles of technological innovation”* (pp. 2–4). Manchester. Retrieved from <http://www.business.aau.dk/~esa/evolution/docmaster/druidstuff/druidthemeC/papers/styles.pdf>

- Maccari, E. A. (2002). *Gestão do Conhecimento em Instituições de Ensino* (Dissertação de Mestrado). Blumenau.
- Maccari, E. A. (2008). *Contribuições à gestão dos programas de pós-graduação stricto sensu em administração no Brasil com base nos sistemas de avaliação norte americano e brasileiro* (Tese de Doutorado). Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Mack, N., Woodsong, C., MacQueen, K. M., Guest, G., & Namcy, E. (2005). Participant Observation. In *Qualitative research methods* (pp. 13–27). Retrieved from <http://www.fhi.org/NR/rdonlyyres/ed2npznpftevg34xuftevg34xuftzjiho65sz7betpqigbbyorgg6tetjic367v44baysyomnbdjkdtsium/participantobservation1.pdf>
- Martins, C. B. (2013). *Desempenho dos programas de pós-graduação stricto sensu em Administração, Ciências Contábeis e Turismo no Brasil: Um estudo dos programas no período de 2001 a 2009* (Tese de Doutorado). Universidade Nove de Julho, São Paulo.
- Miguel, L. A. P., & Teixeira, M. L. M. (2009). Valores organizacionais e criação do conhecimento organizacional inovador. *Revista de Administração Contemporânea*, 13(1), 36–56.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1984). *Qualitative data analysis: an expanded sourcebook* (2nd ed.). Thousand Oaks: Sage Publications.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). Focusing and Bounding the Collection of Data. In *Qualitative data analysis: an expanded sourcebook* (2nd ed., pp. 16–39). Thousand Oaks: Sage Publications.
- Mintzberg, H., Ahlstrand, B., & Lampel, J. (2000). *Safari da estratégia*. Porto Alegre: Bookman.
- Morgan, G. (2007). Paradigmas, metáforas e resolução de quebra-cabeças na teoria das organizações. In M. P. Caldas & C. O. Bertero (Eds.), *Teoria das Organizações*. São Paulo: Atlas.
- Nahapiet, J., & Ghoshal, S. (1998). Social capital, intellectual capital, and the organizational advantage. *Academy of management review*, 23(2), 242–266.
- Nelson, R. (1990). O Capitalismo como motor do progresso. *Research Policy*, 193–214.
- Newell, S., Robertson, M., Scarbrough, H., & Swan, J. (2009). *Managing Knowledge Work and Innovation, 2nd Edition* (2nd ed.). New York: Palgrave Macmillan.
- Nicolisky, R. (2010). Modelo dinâmico para inovações tecnológicas. In S. R. H. Parolin & H. C. Oliveira (Eds.), *Inovação e propriedade intelectual na indústria* (Vol. IV, p. 278). Curitiba: SENAI/SESI.
- Nobre, F. S., Tobias, A. M., & Walker, D. S. (2011). Uma visão da empresa baseada em habilidades: contextos estratégicos e contingenciais. *Revista de Administração Contemporânea*, 15(3), 413–432.
- Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1995). *The Knowledge-Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation*. New York: Oxford University Press.
- Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1997). *Criação de Conhecimento na Empresa – Como as Empresas Japonesas Geram a Dinâmica da Inovação*. Rio de Janeiro: Campus.

- OECD. (2005). Manual de Oslo: diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação, (3). Retrieved from www.mct.gov.br
- Oliveira Jr., O., & Miranda, M. (1999). Linking strategy and the knowledge of the firm. *Revista de Administração de Empresas*, 39(4), 29–37.
- Polanyi, M. (1964). The Structure of Tacit Knowing. Retrieved July 3, 2011, from <http://www.missouriwestern.edu/orgs/polanyi/mp-structure.htm>
- Powell, W. W., Koput, K. W., & Smith-Doerr, L. (1996). Interorganizational collaboration and the locus of innovation: Networks of learning in biotechnology. *Administrative science quarterly*, 41, 116–145.
- Prince, T. R. (1975). *Sistemas de informação: planejamento, gerência e controle* (Vol. 1). São Paulo: USP.
- Prochno, P. (2004). Transferindo práticas: construindo conhecimento arquitetural localmente. *Revista de Administração de Empresas*, 44(1), 70–81.
- Qing-dong, L. (2010). A Review Concerned to Research on System Paradigm of Innovation. *Management Science and Engineering*, 4(1), 39–44.
- Rodrigues, L. C., Heringer, B. H., & França, A. L. (2010). Padrões de Inovação em Multinacional de base tecnológica. *Revista Inteligência Competitiva*, 7(3), 198–204.
- Rodrigues, L. C., & Riccardi, R. (2007). *Inteligência Competitiva nos Negócios e Organizações*. Maringá: Unicorpore.
- Sawhney, M., Wolcott, R. C., & Arroniz, I. (2006). The 12 Different ways for Companies to Innovate. *MIT Sloan Management Review*, 43(3).
- Schreiber, D., Junior, V., Chaves, D., Vargas, L. M., & Maçada, A. C. G. (2011). Knowledge transfer in product development: an analysis of Brazilian subsidiaries of multinational corporations. *Brazilian Administration Review*, 8(3), 288–304.
- Schumpeter, J. A. (1984). *Capitalismo, socialismo e democracia*. Rio de Janeiro: Zahar Editores.
- Schumpeter, J. A. (1985). *A Teoria do Desenvolvimento Econômico* (2nd ed.). São Paulo: Abril Cultural.
- Serra, F. R., Ferreira, M. P., Moraes, M., & Fiates, G. S. (2008). A Inovação Numa Empresa de Base Tecnológica: O Caso da Nexxera. *Journal of Technology Management & Innovation*, 3(3), 129–141. doi:10.4067/S0718-27242008000100013
- Siemens. (2012a). Apresentação com base em 2011. Retrieved October 7, 2013, from https://www.google.com.br/search?q=%22Apresenta%C3%A7%C3%A3o+mundial+com+base+em+2011%22&ie=utf-8&oe=utf-8&rls=org.mozilla:pt-BR:official&client=firefox-a&channel=fflb&gws_rd=cr&ei=hfhRUqDkDInS8wSq44HABQ#channel=fflb&q=Apresenta%C3%A7%C3%A3o+mundial+com+base+em+2011+SIEMENS&rls=org.mozilla:pt-BR:official
- Siemens. (2012b). Apresentação mundial com base em 2011. Retrieved October 7, 2013, from https://www.google.com.br/search?q=%22Apresenta%C3%A7%C3%A3o+mundial+com+base+em+2011%22&ie=utf-8&oe=utf-8&rls=org.mozilla:pt-BR:official&client=firefox-a&channel=fflb&gws_rd=cr&ei=hfhRUqDkDInS8wSq44HABQ#channel=fflb&q=Apresenta

%C3%A7%C3%A3o+mundial+com+base+em+2011+SIEMENS&rls=org.mozilla:pt-BR:official

Siemens. (2012c). Aquisição da empresa SENERGY. Retrieved from <http://www.industry.siemens.com.br/buildingtechnologies/br/senergy/pages/senergy.aspx>

Siemens. (2012d). Conceito de *Smart Grid*. Retrieved November 9, 2012, from <http://w3.siemens.com/smartgrid/global/en/Pages/Default.aspx>

Silva, F. T., Teixeira, J. C., Aguiar, C. M. G., & Antonialli, L. M. (2011). A Apropriação do Modelo de Espiral do Conhecimento de Nonaka e Takeuchi: uma análise dos anais do EnANPAD de 2005 a 2009. In *EnADI 2011*. Porto Alegre.

Silva, M. M. (2013). O que é constructo? Retrieved January 26, 2013, from <http://www.avesso.net/psico29.htm>

Silva, R. (2011). *Acumulação de competências tecnológicas e processos de aprendizagem no setor de serviços públicos: o caso do metrô de São Paulo*. (Dissertação de Mestrado). Universidade Nove de Julho, São Paulo. Retrieved from <https://repositorio.uninove.br/xmlui/handle/123456789/232>

Stewart, T. A. (1998). *Capital intelectual: a nova vantagem competitiva das empresas*. Campus.

Stuart, T. E., Hoang, H., & Hybels, R. C. (1999). Interorganizational endorsements and the performance of entrepreneurial ventures. *Administrative science quarterly*, 44(2), 315–349.

Szulanski, G. (1996). Exploring internal stickiness: Impediments to the transfer of best practice within the firm. *Strategic management journal*, 17, 27–43.

Takahashi, A. R. W., & Fischer, A. L. (2010). Processos de aprendizagem organizacional no desenvolvimento de competências em instituições de ensino superior para a oferta de Cursos Superiores de Tecnologia [CSTS]. *Revista de Administração Contemporânea*, 14(5), 818–835.

Tidd, J., Bessant, J., & Pavitt, K. (2001). *Managing Innovation: integrating technological, market and organizational change*. (2nd ed.). UK: John Wiley & Sons.

Tigre, P. B. (2006). *Gestão da inovação no Brasil*. Rio de Janeiro: Campus.

Urbanavicius, V. J. (2013). *Conversa Estratégica e Equipes de Direção de Micro e Pequenas Empresas: As Interações dos Codirigentes com não Codirigentes*. Universidade Nove de Julho, São Paulo. Retrieved from <https://repositorio.uninove.br/xmlui/handle/123456789/321>

Utterback, J. M. (1994). *Mastering the Dynamics of Innovation*. Harvard Business School Press.

Via Fácil (2013). Retrieved July 3, 2013, from <https://www.viafacil.com.br>.

Vieira, M. M. F. (2004). Por uma Boa Pesquisa (Qualitativa) em Administração. In M. M. F. Vieira & D. M. Zouain (Eds.), *Pesquisa qualitativa em administração* (Vol. 1, pp. 13–28). Rio de Janeiro: FGV Editora.

Wiener, N. (1954). *Cibernética e sociedade: o uso humano de seres humanos* (4th ed.). São Paulo: Cultrix.

Yin, R. K. (2010a). *Estudo de caso: planejamento e métodos* (4a. ed.). Porto Alegre: Bookman.

Yin, R. K. (2010b). *Estudo de caso: planejamento e métodos* (4a. ed.). Porto Alegre: Bookman.

APÊNDICE 1: FORMULÁRIO DE CONSENTIMENTO.

Prezado(a) senhor(a), agradecemos desde já sua disposição em nos encontrar. Gostaríamos de convidá-lo a colaborar na realização da pesquisa descrita neste formulário. Por favor, leia o texto que segue. Antes de tomar a decisão final sobre sua colaboração, não hesite em fazer à equipe de pesquisa todas as perguntas que julgar necessárias. Se o(a) senhor(a) aceitar participar da pesquisa, a equipe de pesquisa conservará consigo o original deste formulário assinado e lhe enviará uma cópia.

Tema da pesquisa:**Fatores Relevantes ao Processo de Criação do Conhecimento Associado à Inovação em Empresa de Base Tecnológica****Composição da equipe de pesquisa:**

Antonio de S. Limongi França, doutorando do Programa de Mestrado e Doutorado em Administração da Universidade Nove de Julho – Uninove. Telefone (11) 3665.9342. Correio eletrônico: antonio.limongi@hx8.com.br.

Emerson A. Maccari, Professor do Programa de Mestrado e Doutorado em Administração da Universidade Nove de Julho – UNINOVE, em São Paulo. Telefone (11) 3665-9342.

Descrição da pesquisa:

Conforme questionário, anexo a este.

A entrevista que lhe solicitamos poderá lhe ser útil, pois demanda uma reflexão sobre elementos de base dos processos inovativos de sua empresa.

Consideramos importante poder identificar em nossas pesquisas o nome de sua empresa, bem como o nome dos dirigentes que venham a participar das entrevistas. Nós o faremos apenas com a autorização expressa da diretoria de sua empresa. O nome de possíveis outros participantes nas entrevistas (os não dirigentes de sua empresa) não precisam ser identificados em nossa pesquisa. Contudo, levando-se em conta o tema a ser abordado nas entrevistas, isto não significaria qualquer prejuízo para eles.

Não hesite em entrar em contato diretamente conosco sobre toda e qualquer questão a respeito desta pesquisa.

Muito obrigado!

Antonio de S. Limongi França, CPF 527.587.618-15, telefones: (11) 3442.2687, (11) 999.125799.

Consentimento a assinar:

Participação na entrevista (para assinar antes da entrevista)

Após ter lido e entendido o texto precedente e ter tido a oportunidade de receber informações complementares sobre o estudo, eu aceito, de livre e espontânea vontade, participar da(s) entrevista(s) de coleta de dados para esta pesquisa sobre o processo de criação do conhecimento associado à inovação.

Pessoa entrevistada

Nome: _____

Assinatura: _____

Local: _____ **Data:** _____

Entrevistador (es)

Nome: _____

Assinatura: _____

Autorização de citação do nome do(a) entrevistado(a) e do nome de minha empresa:

Eu autorizo Antonio de S. Limongi França a revelar meu nome e o nome de minha empresa nos artigos, textos e tese que redigirão a partir da pesquisa da qual trata este formulário de consentimento.

Nome do participante:

Nome da empresa:

Função do participante:

Assinatura do participante:

Data:

APÊNDICE 2: ROTEIRO DE ENTREVISTA

Questionário nº 1, a ser respondido pela direção tecnológica da empresa (uma ou duas pessoas):

Questão principal, geral:

Como se dá o processo de criação do conhecimento associado à inovação? Quais são os fatores relevantes a este processo?

As questões abaixo consideram:

Inovação no mercado

Inovação em produto, processo, marketing e organização / negócio

Inovação como a novidade colocada no mercado em caráter comercial

Inovações radicais e inovações incrementais

Conhecimento como propriedade (epistemologia da posse) ou como tema contextual (epistemologia da ação prática)

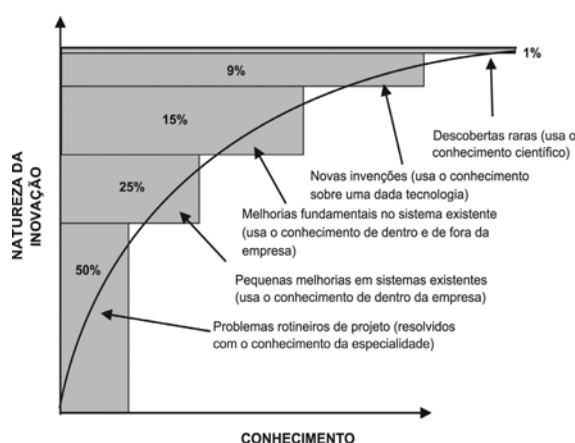
Inovação radical a partir da nova ciência ou da nova tecnologia; Inovações incrementais como oportunidades de mercado – em ambas as situações, *via de regra*

Fundamentos em desenvolvimento no trabalho, como base teórica de cada pergunta ou conjunto de perguntas. Em princípio, a cada pergunta ou conjunto correspondem um ou mais textos teóricos.

I - Questões iniciais, a serem levadas ao Diretor de Tecnologia e Inovação da Siemens:

1. Há na empresa banco de dados sobre ideias, projetos, oportunidades, problemas que podem se tornar soluções, oportunidades, novos materiais sem uso etc., que têm sido utilizados pelas pessoas ocupadas com as inovações?
2. Como esses conhecimentos são compartilhados? Como os aprendizados são compartilhados nos grupos e na organização? Referimo-nos aos estoques de conhecimentos e às atividades de aprendizado em movimento.
3. Há um padrão na sequência de criação de ideias, de desenvolvimentos? Como é esse padrão?

4. Há um banco de falhas, problemas imprevistos, questões emergentes, soluções erradas sem uso aparente, rotinas de uso genérico de software, modelos funcionais para usos diversos, partes que podem ser utilizadas em diferentes todos?
5. Há diretriz/protocolo/rotina etc. para verificação do potencial de sucesso no mercado de determinado estudo inovativo, a partir das ideias iniciais sobre potenciais inovações? Incluem novas tecnologias, paradigmas desafiantes, paradigmas opostos aos dominantes na organização ou mercado etc.
6. Idem para assuntos que não deram certo em função do objetivo inicial, mas que podem ter outros destinos inovativos.
7. Idem para as externalidades. Exemplo: sistema de posicionamento global, aberto ao mercado.
8. Há um grupo que busque a análise de externalidades integradas com pesquisas internas e outras externas, de fontes distantes, em busca de inovações?
9. Até que ponto os concorrentes são fontes de informação e conhecimentos que possam estimular estudos com vistas à inovação?
10. Com base na Figura 4, como poderiam ser classificadas as inovações da empresa?



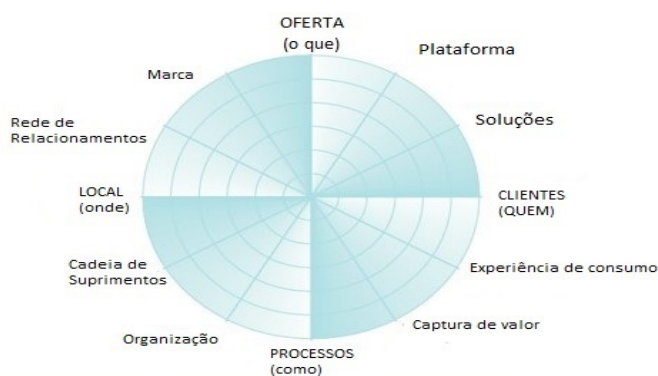
Fonte: Nicolsky (2010), com base em Altshuller.

Figura 4: Relação entre natureza da inovação e quantidade de conhecimento inserido no processo inventivo

11. No período entre o início do processo criativo e a entrega da inovação no mercado, ocorrem eventuais rupturas, conflitos, divergências sobre caminhos a seguir, tecnologias a incorporar, problemas novos não imaginados, crises entre componentes do grupo,

mudanças nas estratégias, restrições sobre custos, desmembramento de projetos, abandono de ideias com potencial econômico? Como se dão essas questões?

12. Pode-se dizer que, se os grupos tivessem outros componentes, ou outro *mix* de perfis, a trajetória seria outra? Como se planeja o *mix* de perfis do grupo?
13. Um desenvolvimento de novo produto inclui o desenvolvimento dos processos produtivos em linha de produção e todo o esquema de lançamento e sustentação do produto, nos clientes, durante o período de suporte ao seu uso, manutenções etc. Como se dá a integração das diferentes equipes? Como surgem as necessidades de mudanças e adaptações no produto, em função dos processos produtivos, ou mesmo em função dos testes junto a clientes que participam do desenvolvimento, de algum modo?
14. Uma fábrica entregue a um cliente é um produto sob encomenda. Como se dá a questão dos conhecimentos e aprendizados na concepção, nos projetos e na produção/entrega deste produto complexo?
15. Ocorrem imitações de produtos/ processo de terceiros? Há reengenharia, em alguns casos?
16. Ocorrem usos de ideias e realizações aproveitadas internamente, de outros grupos, unidades, filiais? Como se dá este compartilhamento de conhecimentos e de aprendizados? Tais aproveitamentos levam a novas ideias, considerando-se novos contextos?
17. Percebe-se diferença de origem nas inovações em produtos ou processos utilizados ou oriundos de produção contínua, principalmente (papel e celulose, vidros, siderurgia etc.)? E nos casos de manufatura discreta?
18. Observando o radar de Sawhney et al. (2006) - 12 tipos de inovação, como se dá a maioria das inovações na empresa?



Fonte: **Adaptado pelo autor de Sawhney et al. (2006).**

Figura 2: O radar da inovação

19. Inovar em soluções segue o mesmo caminho de inovar em produtos?
20. As inovações ocorrem, principalmente, em: um país, uma região, um departamento, uma unidade de negócio, atravessando fronteiras em grupos que se reúnem a partir de diferentes locais? Como se dá isso?
21. Utilizam ferramentas de desenvolvimento com engenharia simultânea? Utilizam ferramentas de gestão do projeto que considere a simultaneidade referida acima?
22. O Estado brasileiro incentiva a inovação na empresa? Estimula o desenvolvimento junto a universidades, centros de pesquisa, empresas menores, empreendedores autônomos?
23. A empresa tem buscado parcerias fora? De que tipo? Sim, sabemos da iniciativa para atrair empreendedores, deste ano de 2012.
24. Sobre marcas e patentes, o que a empresa depositou no Brasil? Os desenvolvimentos que ocorrem aqui geram patentes depositadas no país ou em outros países?
25. Que outras formas de proteção aos investimentos ocorrem na empresa?
26. O que o senhor gostaria de acrescentar?

Questionário nº 2, levado às pessoas das equipes de desenvolvimento:

1. Em relação ao gráfico que relaciona ciência e inovação (acima), como se posiciona este caso?
2. Como se deu o início do processo?
3. Foi início interno ou externo?
4. Foi início individual ou resultado de discussão ou trabalho em grupo?
5. Foi ideia encomendada? Se sim, quem a encomendou?
6. Se não foi encomendada, como surgiu? Foi intuição? Foi erro que levou a outra ideia? Foi oportunidade percebida tecnicamente? Foi oportunidade percebida no mercado?
7. O início ocorreu nas áreas de P&D ou em outras áreas internas? Quais?
8. Como se deu o desenvolvimento da ideia, que levou ao produto inovador?
9. Houve parceria com outras organizações?
10. Se sim, de que natureza (Universidades, Centros de Pesquisa, Outras empresas, Profissionais autônomos)?
11. Houve compra ou licenciamento de tecnologia? Partiram de algum produto ou parte, desenvolvidos externamente? Internamente?
12. Como se deu a proteção ao desenvolvimento do produto? Foram ajustados termos de confidencialidade? Sobre os frutos econômicos posteriores, discutiram algo? Foram geradas patentes?
13. No desenvolvimento do produto ocorreram problemas imprevistos? Se sim, como foram equacionados?
14. Na etapa de testes e simulações, ocorreram problemas imprevistos? Como foram equacionados?
15. Na etapa de uso, no mercado, ocorreram problemas imprevistos?
16. Como foram equacionados?
17. Poderiam ter sido evitados?
18. Por quais razões os problemas imprevistos não poderiam ter sido evitados?
19. O produto teve sua implantação em diferentes casos, tratada de diferentes maneiras?
20. Os manuais de uso e de especificações do produto eram suficientes para seu correto uso?
21. Tais produtos traziam inteligência não conhecida pelos seus usuários?

22. Tais inteligências constavam das especificações do produto?
23. Foi necessária a participação de técnicos de alto nível no treinamento ao uso do produto?
24. Foi transferida a tecnologia embutida no produto?
25. No caso de software, os códigos foram entregues abertos ou fechados?
26. Houve necessidade de integração digital do produto com outros – para uso automatizado no cliente?
27. A integração acima tornou necessárias determinadas modificações no produto?
28. Tais modificações foram incorporadas ao produto, em versões que vieram a ser utilizadas em outros clientes?
29. Como foi a proteção às novas implementações do produto? Como foi a fruição dos benefícios econômicos destas novas implementações?
30. Como foram as contribuições das pessoas, por algum modo, envolvidas no processo que levou à inovação? Referimo-nos a: técnicos, profissionais de marketing, fornecedores, clientes, pesquisadores, conversas informais, reuniões de pequenos grupos organizados até discussão do problema, resultados de testes em várias etapas etc.
31. Podemos conversar sobre os parâmetros de contorno para os projetos de pesquisa pura e ou aplicada que fazem com que o aprendizado gere o conhecimento que leva à possível inovação? Vamos detalhar este ponto?
32. Se o grupo de pesquisa e desenvolvimento tivesse tido outros componentes, com diferentes perfis (em relação aos perfis dos componentes que de fato participaram dos trabalhos) pode-se dizer que os resultados teriam sido outros? Por quê?
33. Algumas ideias que surgiram foram abandonadas sem a atenção que poderiam ter? Referimo-nos à questão das ideias fora dos paradigmas dominantes na área.
34. Ocorreram temas que foram abandonados por causa de conservadorismo posterior ao momento da inovação?
35. O que o senhor gostaria de acrescentar?
36. Por gentileza, queria explicar o que é o produto e para que serve, informando também os dados sobre o início e sobre a conclusão do projeto.