

Acumulação Tecnológica e Gestão de Processos de Aprendizagem: A Experiência de uma Empresa Metalmeccânica no Brasil

Daniel D. Marin¹

Paulo N. Figueiredo²

RESUMO

Este artigo examina o relacionamento entre acumulação de capacidades tecnológicas e os processos subjacentes de aprendizagem. Este relacionamento é examinado na empresa Invensys Appliance Controls Ltda no Brasil, durante o período de 1981 a 2003. Trata-se de uma empresa metal-mecânica, fornecedora da indústria de linha branca. A métrica para examinar capacidades tecnológicas identifica três funções: (i) processo e organização da produção; (ii) produtos; e (iii) equipamentos. A métrica para examinar os processos subjacentes de aprendizagem identifica quatro processos examinados à luz de quatro características: variedade, intensidade, funcionamento e interação. A maneira e a velocidade de acumulação de capacidades tecnológicas na empresa estudada estão associadas aos diversos processos usados para adquirir conhecimento tecnológico e convertê-lo em capacidades tecnológicas da empresa. Alinhando-se à recente literatura existente neste campo, as evidências aqui sugerem que a simples incidência desses processos na empresa não garante uma acumulação bem sucedida de capacidades tecnológicas. Logo, gerentes não deveriam centrar seus esforços de inovação somente na criação de mecanismos de aprendizagem: especial atenção deveria ser dada, diariamente, à intensidade, funcionamento e interação dos vários mecanismos de aprendizagem. Isto contribuiria para acelerar da acumulação de capacidade tecnológica inovadora na empresa.

Palavras-chave: Processos de Aprendizagem, Acumulação de capacidade tecnológica, empresa metal-mecânica.

¹ Pesquisador Associado do Programa de Pesquisa em Gestão da Aprendizagem Tecnológica e Inovação Industrial no Brasil, da Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas (EBAPE), da Fundação Getúlio Vargas (FGV). Praia de Botafogo, 190 – CEP: 22.250-900 – Rio de Janeiro RJ. Email: ddmarin@ibest.com.br

² Professor da EBAPE/FGV. Pesquisador-Chefe do Programa de Pesquisa em Gestão da Aprendizagem Tecnológica e Inovação Industrial no Brasil, da EBAPE/FGV. Praia de Botafogo, 190 – CEP: 22.250-900 – Rio de Janeiro RJ. Email: pnf@fgv.br

Technological accumulation and management of learning of learning processes: the experience of a metalwork company in Brazil

ABSTRACT

This article focuses on the relationship between the accumulation of technological capability and the underlying learning processes. This relationship is examined in the metalwork firm *Invensys Appliance Controls Ltda* in *Unidade de Vacaria/RS*, during the 1981-2003 period. This company is a supplier of components for the household appliance industry. The metric for capability identifies three technological functions: (i) process and production organization, (ii) products and (iii) equipment. The metric for capabilities identifies three technological functions. The framework for learning identifies four processes that are examined in the light of four features: variety, intensity, functioning and interaction. Drawing on a single case-study design, this study shows that the manner and rate of the technological capability accumulation is largely influenced by the way that the various learning processes are created and managed within the firm. In line with the recent literature on this field, the evidence here suggests that the mere incidence of learning mechanisms, no matter how varied they are, do not guarantee a successful capability accumulation in the firm. Thus, managers should not centre their innovative efforts only on the building of learning mechanisms: special attention should be given to the intensity, functioning, and interaction of learning processes, on a daily basis. This would contribute to accelerating the innovative technological capability accumulation in the company.

Key-words: Learning Processes, Technological capability accumulation, metalwork company.

1 INTRODUÇÃO

A capacidade de uma empresa para competir globalmente depende muito mais de sua capacidade para realizar inovação contínua e menos de mecanismos de controle de preço de produtos e de moeda. É competitiva a empresa que modifica continuamente seus produtos e processos de processos, adaptando-se ao contexto onde opera e pretende operar (AMENDOLA, 1983). Esta idéia está associada ao conceito de aprendizagem tecnológica, no sentido de toda aptidão demonstrada pela empresa para utilizar e realizar mudanças na tecnologia, a fim de satisfazer as suas necessidades e alcançar os seus objetivos (NELSON & WINTER, 1982; BELL & PAVITT, 1993; FIGUEIREDO, 2001).

A tecnologia tem desempenhado um papel cada vez mais crítico na performance competitiva da empresa. A acumulação de ‘capacidades’ ou ‘competências’ para selecionar, adquirir, adaptar e/ou desenvolver tecnologias, é fator crucial para o alcance e sustentação da posição competitiva das empresas num contexto de integração global (FIGUEIREDO, 2001, 2003).

Este fator é ainda mais crítico para empresas em países ou regiões em industrialização – ou desenvolvimento –, pois as mesmas, ao iniciarem suas atividades, carecem até mesmo de capacidades tecnológicas básicas. Para competirem globalmente, sua capacidade tecnológica tem que ser desenvolvida a uma taxa mais rápida do que a das empresas dos países ou áreas industrializados. A sua aproximação da fronteira tecnológica depende do modo e da velocidade de acumulação de suas capacidades tecnológicas. Capacidade tecnológica são os recursos necessários para uma organização gerar inovações em produtos, processos produtivos e equipamentos. Tais recursos são acumulados e incorporados por indivíduos e transferidos para a organização (BELL & PAVITT, 1993; FIGUEIREDO, 2001). Logo, para acumular e sustentar esta capacitação tecnológica, a organização ou empresa deve engajar-se em um processo contínuo de aprendizagem tecnológica. É por meio desses processos de aprendizagem que a empresa é capaz de acumular suas próprias capacidades tecnológicas.

Este artigo examina o relacionamento entre acumulação de capacidades tecnológicas e os processos subjacentes de aprendizagem. Este relacionamento é examinado na empresa Invensys Appliance Controls Ltda. – Unidade de Vacaria/RS, durante o período de 1981 a 2003. Trata-se de empresa fornecedora da indústria de aparatos domésticos (linha branca). O artigo está estruturado como segue. A Seção 2 apresenta as métricas para o exame da acumulação de capacidades tecnológicas e dos processos de aprendizagem. Na Seção 3 é apresentado o desenho e método do estudo subjacente a este artigo. Os resultados do estudo são apresentados na Seção 4. Finalmente, a Seção 5 finaliza o artigo com as conclusões, discussões e implicações para gestão.

2 MÉTRICAS PARA EXAMINAR CAPACIDADES TECNOLÓGICAS E OS PROCESSOS SUBJACENTES DE APRENDIZAGEM

A descrição e classificação das capacidades tecnológicas serão feitas aqui segundo a métrica desenvolvida em Figueiredo (2001, 2003), adaptada de Lall (1992) e Bell & Pavitt (1995). Esta métrica foi adaptada ao tipo de indústria na qual opera a Invensys Appliance Controls Ltda. – Unidade de Vacaria/RS, conforme a TAB. 1. As colunas apresentam as três funções tecnológicas e atividades relacionadas; as linhas, os sete níveis de capacidade tecnológica classificados por grau de dificuldade. As funções tecnológicas são: (i) processos e organização da produção; (ii) produtos e (iii) equipamentos. A fim de validar e calibrar a métrica de capacidades tecnológicas, várias entrevistas foram realizadas, principalmente com os gerentes da área de tecnologia que inclui *industrial design*, qualidade, e engenharia de processos e engenharia industrial.

A partir de Bell & Pavitt (1995) e Figueiredo (2001), este artigo distingue entre capacidade tecnológica de rotina e (Níveis 1 e 2) e capacidades tecnológicas inovadoras (Níveis 3 a 7). Capacidades de ‘rotina’ são as capacidades tecnológicas para *usar* ou *operar* certa tecnologia ou sistemas de produção existentes, com determinados níveis de eficiência (habilidades, conhecimento e sistemas organizacionais para usar tecnologia). Capacidades inovadoras ou criativas referem-se às capacidades para realizar, de maneira independente, atividades de imitação, adaptação, aprimoramento e geração, relativos às funções de processo e organização da produção, produtos e equipamentos (ver TAB. 1)

[INSERIR TABELA 1 AQUI]

Em paralelo, para examinarmos empiricamente os processos de aprendizagem fazemos uso da métrica desenvolvida em Figueiredo (2001,2003). A métrica identifica os processos de

aprendizagem, desagregados em aquisição de conhecimento (interna e externa) e processos de compartilhamento ou socialização e codificação de conhecimento (ou saber). Esses processos são examinados à luz de quatro características-chave: variedade, intensidade, funcionamento e interação, conforme apresentado nas TAB. 3 a 6.

Este estudo reconhece, de um lado, que a acumulação de capacidades tecnológicas em uma empresa pode ser afetada por fatores diversos, inclusive fatores externos à empresa, como políticas governamentais, macroeconômicas, tecnológicas e industriais (LALL, 1987, 1992; BELL & PAVITT, 1993). De outro, o estudo também reconhece que os processos de aprendizagem podem ser influenciados por características da empresa, por exemplo, o comportamento da liderança e as crenças e normas da empresa (ARGYRIS & SCHÖN, 1978; SENGE 1990). Porém, os fatores externos e comportamento da liderança estão além do escopo deste estudo.

3. DESENHO E MÉTODO DO ESTUDO

O estudo subjacente a este artigo foi estruturado para examinar as implicações dos vários processos intra-empresariais de aprendizagem para a maneira e velocidade de acumulação de capacidades rotineiras e inovadoras na empresa Invensys Brasil durante o período (1981-2003).

O método utilizado para a pesquisa foi o estudo de caso individual. Os dados foram levantados por meio de fontes múltiplas: entrevistas; reuniões casuais; análise de documentação e observação direta. As evidências empíricas, de natureza qualitativa, foram coletadas na área tecnológica da empresa e no setor de recursos humanos, bem como nas duas fábricas da unidade Guabirota em Curitiba, PR. Com relação à acumulação de capacidades

em atividades tecnológicas foram coletados dados relativos à maneira como a empresa utilizou, adaptou e mudou as atividades de produto, processos e organização da produção e equipamentos.

4. PRINCIPAIS RESULTADOS DO ESTUDO

4.1 Acumulação de capacidades tecnológicas na empresa estudada

A FIG. 1 ilustra a maneira pela qual as capacidades tecnológicas foram acumuladas na empresa em estudo. Na TAB. 2 observa-se a taxa (ou velocidade) de acumulação de capacidades tecnológicas, ou seja, o número de anos que a empresa em estudo levou para alcançar tipos e níveis específicos de capacidade para as três funções aqui examinadas. Observando as taxas de acumulação de capacidades tecnológicas das três funções tecnológicas estudadas, percebe-se, que, mesmo sendo estas funções inter-relacionadas entre si, a acumulação de capacidades ocorreu em taxas anuais diferenciadas, com modos e velocidades diferentes.

[INSERIR TABELA 2 AQUI]

Também nota-se que a empresa levou 14 anos para acumular Níveis 1 e 2 para a função tecnológica equipamentos, enquanto que 10 anos foram levados para se acumular esses níveis de capacidades para a função produtos. Na função processos e organização da produção, a empresa foi quase três vezes mais veloz, em relação à função equipamentos, para atingir os mesmos níveis de capacidade tecnológica.

Adicionalmente, a empresa levou 10 anos para atingir o Nível 3 de capacidades para a função processos e organização da produção; para a função produtos atingir o mesmo nível de capacidades a empresa levou 14 anos e 17 anos na função equipamentos. Nota-se uma

redução de velocidade de acumulação à medida que a empresa alcançava níveis mais sofisticados de capacidades tecnológicas.

Com relação à função de processos e organização da produção, durante toda a década de 1980, a empresa limitou-se à realização de atividades de rotina, passando somente a desenvolver atividades inovadoras nesta função a partir de 1990, sendo que, em 1997, a empresa começou a acumular capacidades de uma maneira mais acelerada.

No que se refere à função de produtos, durante toda a década de 1980, a empresa limitou-se a replicar as especificações de produtos solicitados pelos clientes. Somente a partir da década de 1990 passou a realizar pequenos esforços de aprimoramento, principalmente em decorrência da construção do laboratório de ensaios e testes e, de metrologia. Isto possibilitou a realização de experimentos e controle de parâmetros produtivos que não eram realizados na década de 1980.

Somente em 1994, a empresa começou a acumular capacidades inovadoras, passando a modificar os produtos, alterando e sugerindo novas especificações para os clientes (por ex. a introdução de mandril interno nas operações de trefilação (1996), produção de conjuntos soldados (1997) e alteração da geometria do conector 07306078 (ver BOXE 1).

[INSERIR BOXE 1 AQUI]

Com relação às atividades relacionadas a equipamentos, a empresa desenvolveu capacidades de rotina durante toda a década de 1980, analogamente ao ocorrido com as outras funções. Porém, somente em 1997 a mesma começou a desenvolver habilidades inovadoras, como apresentado na FIG. 1.

No início da década de 1990, com a criação do Departamento de Engenharia a empresa passou a realizar pequenas adaptações em equipamentos existentes. Estas alterações foram

motivadas pela necessidade de aumento da capacidade produtiva da fábrica. Houve esforços para produzir internamente, por meio da sua unidade de ferramentaria, as ferramentas perecíveis utilizadas na fábrica, o que não era possível nos anos 1980 (para maiores detalhes ver BOXE 2). Já no final da década de 1990, a engenharia começou a realizar, ainda que de forma assistida, o projeto de máquinas e equipamentos automáticos.

[INSERIR BOXE 2 AQUI]

4.2 Implicações da gestão dos processos de aprendizagem para a acumulação tecnológica na empresa estudada

Com base na descrição das evidências empíricas observadas durante o trabalho de campo, as características chave dos processos de aprendizagem foram sumariadas nas TAB. 3 a 6. Para melhor compreensão das implicações dos processos de aprendizagem para a trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas foram criados três períodos ao longo da vida da empresa estudada: (i) 1981-1989; (ii) 1990-1994 e (iii) 1995-2003.

4.2.1 Variedade dos processos de aprendizagem

Como mostrado na TAB. 3, ao longo de todo período de estudo (1981-2003), os processos de aprendizagem caracterizaram-se diversidade, inicialmente limitada, passando para moderada e diversa, em todos os processos de aprendizagem, ao longo da trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas da empresa. Durante a década de 1980, a empresa viveu um período de isolamento, o que contribuiu para reduzir a diversidade dos processos de aprendizagem: havia somente um processo de aquisição externa de conhecimento (interação com clientes e fornecedores), dois processos de aquisição interna de conhecimento (experimentação e treinamento para funcionários), que se desenvolveram de maneira passiva (aprender fazendo).

Isto contribuiu para que a empresa acumulasse apenas capacidades de rotina, desde 1981 até 1989.

[INSERIR TABELA 3 AQUI]

Ainda que houvesse uma relativa diversidade de processos de aprendizagem, estes funcionavam de maneira desordenada e eram restritos ao chão de fábrica. Além disso, a falta de uma estrutura de engenharia limitava uma maior conversão de conhecimento do nível individual para o organizacional, pois a mesma poderia atuar como uma ponte de ligação para socialização e codificação do conhecimento criado e assimilado pelos indivíduos para toda a organização.

A partir do segundo período de estudo (1990-94), a diversidade dos mecanismos de aprendizagem aumentou consideravelmente: de oito para 18. O processo de aprendizagem que apresentou maior variedade foi o de aquisição externa de conhecimento, passando de um para cinco, seguido pelos processos de socialização (de três para cinco) e pelos mecanismos de aquisição interna e de codificação de conhecimento, ambos de dois para quatro.

Neste período (1990-94), percebe-se que a aprendizagem tecnológica apresentou-se de forma ativa, com a contratação de *expertise* (aprender por contratação), realização de experimentos e prototipagem via laboratório de testes (aprender por mudança), treinamentos internos– e não mais apenas se limitando ao aprender fazendo, como ocorria no período anterior.

Um exemplo foram as melhorias geradas na operação de trefilação. Após a contratação de *expertise*, a empresa conseguiu aprimorar este processo, passando a utilizar mandril interno em todas as operações de redução, e não somente até a quarta operação de redução de diâmetro do tubo de cobre. Modificaram-se também as características dos ferramentais empregados nesta operação, o que eliminou o problema de rugosidade interna, contribuindo

para que a empresa acumulasse capacidades para atingir o Nível 3 para a função tecnológica produtos.

Diferente do primeiro período (1981-89), os processos de conversão de conhecimento começaram a ser realizados de uma forma mais ordenada, principalmente com a criação do departamento de engenharia. Começaram a codificar os conhecimentos tácitos dos operadores por meio de instruções detalhadas de trabalho, o que permitiu à empresa incorporar as capacidades existentes em seus sistemas organizacionais.

No terceiro período (1990-2003), a empresa ampliou a diversidade dos mecanismos de aprendizagem, passando a ter um total de 29 mecanismos, sendo mais de três vezes superior ao primeiro período e quase o dobro do segundo período. O processo que apresentou o maior crescimento foi o de codificação que passou de quatro para oito, comparado ao segundo período. Os demais também apresentaram crescimento neste intervalo de tempo, sendo que os processos de aquisição externa passaram de cinco para oito, os processos de aquisição interna mudaram de quatro para sete e os de socialização de conhecimento alteraram de cinco para seis. Importou-se *expertise* para ampliar o conhecimento técnico em diferentes áreas produtivas da empresa (ex. trefilação de capilares, soldagem, conformação e informática), conforme descrito no BOXE 3.

[INSERIR BOXE 3]

Em paralelo, a empresa começou a enviar seus funcionários para cursos e treinamentos externos, fato este que não tinha ocorrido em todo o primeiro período. Nota-se novamente, que a empresa, a partir de meados da década de 1990, começou a desenvolver habilidades inovadoras em todas as funções em estudo (ver FIG. 1), diferentemente dos períodos anteriores. Pode-se perceber isso através das seguintes evidências para produtos (solda entre materiais ferrosos e não ferrosos), equipamentos (a empresa começou adaptar e modificar as

máquinas e a projetar pequenos dispositivos) e para processos e organização da produção (desenvolvimento de processo para usar gás ecológico R134a – primeira fornecedora certificada do Brasil), atividades estas que não eram realizadas em nenhum dos períodos anteriores.

Esta maior diversidade de processos de aprendizagem gerou um fluxo maior de conhecimento e conseqüentemente uma maior acumulação de capacidades tecnológicas, por parte da empresa, como podemos perceber na função tecnológica processos e organização da produção. O sistema *kanban* foi introduzido na empresa após a realização de um treinamento externo direcionado para esta finalidade (1995), que resultou na execução de vários treinamentos internos para propiciar sua implantação. Em 1997, o sistema *kanban* estava rotinizado na sua forma tradicional (quadro e cartões coloridos) para o gerenciamento dos estoques de produtos acabados, componentes e matérias primas. A empresa, em 1999, implantou o *kanban* eletrônico (via departamento de informática da empresa), o que contribuiu para que acumulasse um nível de capacidade inovadora intermediária superior nesta função tecnológica.

4.2.2 Intensidade dos processos de aprendizagem

A empresa, ao longo do período de estudo, apresentou intensidades diferenciadas para os processos de aprendizagem. Verificou-se que, durante toda a década de 1980, esta ocorreu de forma intermitente (ver TAB. 4). Predominavam as maneiras informais de aquisição e conversão de conhecimento pela empresa, limitando-se a eventos isolados e esporádicos, com a finalidade específica de solucionar problemas de produção e de qualidade de produtos, com isso limitando a acumulação de capacidades tecnológicas.

[INSERIR TABELA 4 AQUI]

A partir de 1990, a empresa ampliou, de maneira formal e repetitiva, os processos de conversão de conhecimento; a socialização de conhecimentos começou através da realização de treinamentos internos para operadores por engenheiros da própria empresa, segundo um programa anual de treinamento; e processos de codificação, como por exemplo: a introdução das instruções de trabalho para operadores (ver BOXE 4).

[INSERIR BOXE 4 AQUI]

Estes processos de conversão contribuíram para qualificação dos funcionários, e também para implantar alterações nos processos produtivos da empresa, como por exemplo, a introdução do equipamento de medição de queda de pressão na linha de capilares para ar condicionado em 1998. A introdução deste dispositivo contribuiu para a empresa atingir o Nível 3 de capacidades para atividades relacionadas a equipamentos.

Os processos de aquisição de conhecimento, de 1990 a 2003, passaram a apresentar uma intensidade contínua, fazendo parte da rotina diária da empresa, o que permitiu um fluxo contínuo de conhecimento, e contribuiu para a empresa desenvolver habilidades inovadoras. Podemos citar como exemplo, as alterações realizadas nos ferramentais empregados na conformação das extremidades dos tubos, que originalmente estavam separados (fieira e pino). Após a realização de experimentos e protótipos, a engenharia projetou e desenvolveu um novo ferramental combinado (fieira + pino), que proporcionou a eliminação de duas operações posteriores à conformação da extremidade, demonstrando que os processos de aprendizagem contribuíram para a empresa atingir o Nível três de capacidades para função tecnológica equipamentos.

Os processos de aquisição interna de conhecimento também passaram a apresentar uma intensidade contínua no período de 1990-2003, o que favoreceu o desenvolvimento de diversos experimentos pelos funcionários e engenharia, com os quais foram realizadas

adaptações nos produtos e projeto de peças sem assistência, como por exemplo a alteração no formato de peças conformadas, que contribuiu para a empresa acumular o nível de capacidades inovadoras intermediária para a função produtos.

4.2.3 Funcionamento dos processos de aprendizagem

No período de 1981-1989 os processos de aquisição de conhecimento funcionavam de maneira fraca e instável (ver TAB. 5), limitando-se a resolver problemas produtivos pontuais. Os processos de conversão de conhecimento também funcionavam de forma limitada, pois todo o conhecimento codificado somente era socializado no setor onde havia sido registrado. Não havia esforço coordenado da empresa para transformar o conhecimento tácito individual de engenheiros, gerentes, técnicos e operadores em capacidades da empresa. Isto contribuiu para que a empresa ficasse limitada a operações de rotina da planta, durante toda a década de 1980, o que alinha-se aos resultados encontrados em Dutrénit (2000) e Figueiredo (2001). No período de 1990-2003, o funcionamento dos processos de aquisição externa de conhecimento melhora substancialmente conforme sintetizado na TAB 5.

[INSERIR TABELA 5 AQUI]

Isto possibilitou a empresa realizar diversos esforços para aprimorar seus processos produtivos e introduzir um sistema de gestão informatizado (QUEST), desenvolvido pelo próprio Departamento de Informática da empresa. Este departamento foi criado em 1994, com a contratação de programadores. Esse esforço contribuiu para que a empresa acumulasse o Nível 4 de capacidade tecnológica para a função processos e organização da produção.

Os mecanismos de aquisição interna de conhecimento, a partir de 1990-2003, começaram a apresentar um bom desempenho. A empresa focou esforços para tornar-se fabricante de ferramentas precíveis utilizadas em suas operações de conformação dos tubos de cobre, os

quais eram fornecidos por terceiros. A criação do setor de ferramentaria, em 1994, proporcionou à Engenharia recursos para iniciar e desenvolver diversos trabalhos (experimentos e prototipagem) com ferramentas perecíveis, passando primeiramente a produzir estas ferramentas via própria ferramentaria. Num segundo momento, alterou a matéria prima empregada na fabricação dessas ferramentas. Por fim desenvolveu novas ferramentas, o que contribuiu para empresa acumular o Nível 3 de capacidades tecnológicas para a função equipamentos. Este procedimento revela a significância de compromissos ‘de casa’ para os processos de geração de conhecimento técnico, e com isso, criar capacidades tecnológicas próprias.

No período de 1990-94, os processos de conversão de conhecimento começam a apresentar um funcionamento moderado, pois a empresa começou, através da engenharia, a realizar a socialização e codificação dos conhecimentos tácitos dos funcionários para o organizacional. Isto pode ser verificado com a criação das instruções de trabalho (1990) e a criação dos padrinhos de processos (1992). Num segundo momento, este processo também foi adotado para codificar e socializar os conhecimentos importados através de *expertise* (1993), com a criação de grupos de trabalho que agiam como times de implantação. Isto que contribuiu para que as pessoas adquirissem conhecimento durante as atividades operacionais diárias de ‘como’ e ‘por que’ a tecnologia funcionava.

A utilização destes processos de conversão de conhecimento contribuiu para que a empresa fosse certificada na norma ISO 9002 (1994), e com esta certificação iniciou a exportação de seus produtos (1995), o que contribuiu para a empresa atingir um Nível 3 de capacidade tecnológica na função produtos.

A partir de 1995, a empresa começou a gerenciar a socialização e codificação do conhecimento de forma mais organizada e sistematizada. Um exemplo destes esforços foi a

implantação da rotina de descrição em relatórios, pelos funcionários, ao regressarem de todos os cursos, treinamentos e visitas (clientes, fornecedores, feiras e outros eventos) externas, comentando sobre o aprendizado ocorrido e/ou situações observadas. Com isso a empresa conseguiu disseminar o conhecimento pela organização, possibilitando desenvolver e apresentar sugestões de melhoria de processos e nos equipamentos, tais como as alterações sugeridas ao fabricante das máquinas automáticas (p. ex. tornos CNC) pela Engenharia da Invensys, e implantadas nas novas máquinas adquiridas em 1999. Isto contribuiu para a empresa atingir um Nível 4 de capacidade tecnológica para a função equipamentos. Importante ressaltar que esta prática de codificação e socialização sistematizada não era feita em nenhum dos períodos anteriores.

4.2.4 Interação dos processos de aprendizagem

A partir da TAB. 6, percebe-se que, durante toda a década de 1980, a empresa falhou em acumular capacidades inovadoras, não somente pela baixa diversidade, intermitente intensidade e fraco funcionamento dos processos de aprendizagem, mas também pela fraca interação entre os processos de aprendizagem. A constatação é reforçada pelo aspecto informal de conversão de conhecimento, que também estava centrado no indivíduo, e não na organização (perspectiva restrita ou limitada). Os processos de aquisição (externa e interna) de conhecimento ocorriam, principalmente, para corrigir um defeito numa peça, ou um problema com um processo produtivo, como os mecanismos de experimentação realizados neste período, os quais eram realizados pelos operários e limitavam-se a serem repassados entre eles somente.

[INSERIR TABELA 6 AQUI]

No período de 1990-1994, a interação entre os processos de aprendizagem ocorreu de uma forma moderada (ver TAB. 6). Neste período, os processos de aquisição externa de

conhecimento geraram uma interação com os processos de conversão, em virtude da criação de grupos de trabalhos na empresa para acompanhar os novos contratados, e codificação dos conhecimentos destes, visando acelerar a transferência do conhecimento individual para o organizacional, fato este que não havia ocorrido em todo o primeiro período. Por exemplo, a criação das instruções detalhadas de trabalho pelo Departamento de Engenharia, um processo de codificação de conhecimento (registro dos conhecimentos tácitos dos operadores), interagiu com um processo de socialização (formação de grupos de trabalho) e de aquisição interna por parte dos engenheiros (aquisição de conhecimento antes de se engajar em atividades de rotina). Isto contribuiu para a empresa acumular um nível três de capacidade tecnológica para a função processos e organização da produção.

Durante o período de 1995 a 2003, a interação entre os processos de aprendizagem foi fortalecida. A realização de treinamentos internos para os funcionários pelos especialistas da empresa provocou um aprimoramento da qualificação dos funcionários e uma maior socialização e codificação do conhecimento tácito, via confecção de manuais para realização dos treinamentos internos na empresa.

Com isso, os funcionários passaram a interagir e alterar os processos produtivos, como por exemplo: as alterações realizadas no processo de trefilação, como a redução das operações de trefilação de seis para quatro reduções de diâmetro e a troca de matéria prima (de tubo extrudado para tubo eletrosoldado). Esse procedimento contribuiu para que a empresa acumulasse o Nível 6 de capacidade para a função processos e organização da produção. Outro exemplo foi o trabalho realizado pelo técnico de solda para resolver o problema de vazamento na solda dos conjuntos de conectores (ver relato da experiência vivida por este profissional no BOXE 5).

[INSERIR BOXE 5 AQUI]

Um processo de aquisição externa (visita técnica) atuando com um processo de codificação (alteração de instrução de trabalho), a um processo de socialização (treinamento de soldadores), e a um processo de aquisição interna (experimentação – realizar escolha da melhor composição do material de adição da solda), solucionando o problema mencionado. Ao final, a solução deste desvio de produção possibilitou à empresa modificar seus produtos, o que contribuiu para que acumulasse o Nível 5 de capacidade para a função tecnológica produtos.

5 DISCUSSÕES, CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES PARA GESTÃO

Este artigo objetivou examinar os mecanismos e práticas de convertermos aprendizagem individual em aprendizagem organizacional ou corporativa. Constatou-se que as diferenças nas trajetórias de acumulação de capacidades tecnológicas entre as funções estudadas estão associadas aos diversos processos para adquirir conhecimento tecnológico e convertê-lo em organizacional. Adicionalmente, a simples incidência desses processos, na empresa, não garante uma implicação positiva para a trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas, pois deve existir um esforço organizado, contínuo e integrado para a geração e disseminação de conhecimento em toda a empresa.

A abordagem qualitativa adotada no trabalho permitiu a identificação de alguns “sinalizadores” das implicações dos processos de aprendizagem existentes e a trajetória de acumulação de capacidades na empresa em estudo:

- (i) diversos exemplos de mudanças implementadas em produtos, equipamentos e processos produtivos, ao longo de todo o período em estudo (1981-2003);
- (ii) efetivos esforços de atualização tecnológica, perceptíveis através da ênfase dada à interface externa (tipo de relacionamento e intensidade dos contatos com clientes,

fornecedores, empresas e instituições), à geração e difusão de conhecimento individual em organizacional;

- (iii) preocupação em ampliar a capacidade para resolver e prever problemas, desenvolvendo mecanismos próprios em interação, participação e autonomia das pessoas, inclusive e principalmente daqueles que realizam as atividades produtivas;
- (iv) investimento na modernização de sua fábrica, com a aquisição de novos equipamentos e máquinas automáticas CNC, além da preocupação em não apenas dominar a sua tecnologia básica, mas sim modificá-la constantemente, através de fluxos interativos de trocas de informações com os fabricantes dos referidos equipamentos e máquinas, sugerindo melhorias para adaptá-los a sua realidade produtiva;
- (v) preocupação da empresa de gerar um fluxo contínuo de socialização e codificação dos conhecimentos criados ou assimilados pelos seus funcionários;
- (vi) esforços de qualificação de recursos humanos, como forma de não interromper este processo de capacitação, reconhecido pela empresa no exercício da criatividade, no estímulo, na participação dos funcionários, fatores que facilitam fortemente a condução dos processos de inovação tecnológica .

Com este estudo, também, demonstrou-se a aplicabilidade da métrica para examinar o relacionamento entre os processos de aprendizagem e a acumulação de capacidades tecnológicas em um tipo de firma como a Invensys. Estudos comparativos entre empresas dessa indústria contribuiriam ainda mais para entendermos a natureza do processo de desenvolvimento tecnológico nesse importante setor industrial para a economia brasileira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMENDOLA, M. *Un changement de perspective dans l'analyse du processus d'innovation*. In: TOURNEMINE, R. *L'Innovation*. Paris: La Documentation Française, 1983.

ARGYRIS, C.; SCHÖN, D. *Organizational learning: a theory of action perspective*. Reading, MA: Addison-Wesley, 1978.

BELL, M.; PAVITT, K. The development of technological capabilities. In: HAQUE, I. U. (Ed.). *Trade, technology and international competitiveness*. Washington: The World Bank, 1995.

BELL, M.; PAVITT, K. Technological accumulation and industrial growth: contrasts between developed and developing countries. *Industrial and Corporate Change*, v. 2, n. 2, p. 157-211, 1993.

DUTRÉNIT, G. *Learning and knowledge management in the firm: from knowledge accumulation to strategic capability*. Cheltenham, UK; Northampton, MA, USA, Edward Elgar, 2000.

FIGUEIREDO, Paulo N. Learning, capability accumulation and firms differences: evidence from latecomer steel, *Industrial and Corporate Change*, v. 12, n. 3, p. 607-643, June 2003.

FIGUEIREDO, P. N. *Technological learning and competitive performance*. Cheltenham, UK; Northampton, MA, Edward Elgar, 2001.

LALL, S. *Learning to industrialise: the acquisition of technological capability by India*. London: Macmillan, 1987.

LALL, S. Technological capabilities and industrialization. *World Development*, London, v. 20, n. 2, p. 165-186, Feb. 1992.

NELSON, R. R.; WINTER, S. G. *An evolutionary theory of economic change*. Cambridge: Harvard University Press, 1982.

TABELA 1

Capacidades Tecnológicas da Indústria Metal Mecânica: Estrutura Ilustrativa

| Níveis de capacidades tecnológicas | Funções Tecnológicas e Atividades Relacionadas | | |
|------------------------------------|--|--|--|
| | PROCESSOS E ORGANIZAÇÃO DA PRODUÇÃO | PRODUTOS | EQUIPAMENTOS |
| | Rotina | | |
| (1) Básica | Racionalização e coordenação baixa/fraca do fluxo de produção. Atividade de rotina e controle de qualidade básico. | Fornecimento para mercado interno. Replicação de produtos conforme especificação do cliente. Controle de Qualidade com atividades de rotina. | Envolvimento na instalação de equipamentos, try out na produção. Equipamentos semi-automáticos, reposição de componentes via manutenção corretiva. |
| (2) Renovada | Coordenação aprimorada do fluxo produtivo. Estabilização dos processos de conformação e brasagem. | Aprimoramento intermitente dos sistema da qualidade, produtos além de serem dobrados passam a apresentarem operações de conformação nas extremidades (expansão e reduções), como alterações dimensionais (capilares). | Try out do equipamento no fabricante, equipamentos automáticos e manutenção preventiva. |
| | Inovadoras | | |
| (3) Extra-básica | Eliminação de gargalos, gerenciamento de estoques, mudanças de lay out. Decisões sobre compra de equipamentos e estudos de expansão assistida. | Pequenas adaptações contínuas em especificações copiadas. Criação de especificações próprias de produtos e matérias primas e componentes (ex.: características técnicas). Produtos começam a serem exportados. Certificação ISO 9002. | Pequenas adaptações intermitentes de componentes nas máquinas para adaptá-las as atividades produtivas desejadas pela empresa. Projeto de gabaritos e dispositivos de montagem de forma assistida. |
| (4) Pré-intermediária | Introdução de novas técnicas organizacionais (Kanban, JIT, zero defeito) na empresa. Certificação ISO. Laboratório de teste de produtos. Decisões sobre compra de equipamentos sem assistência. | Aprimoramento sistemático das especificações de engenharia. Os produtos começam a ser associados por processos de brasagem, formando conjuntos soldados. Laboratório de testes. Desenvolvimento de produtos com união de metais diferentes (ex.: solda entre aço e cobre). | Reformas e adaptações de componentes nas máquinas de forma contínua. Projeto de gabaritos e dispositivos de forma independente. Automação de dispositivos de forma assistida. |
| (5) Intermediária | Rotinização das técnicas de Kanban, JIT e dos sistemas de qualidade. Lay out por célula. Seleção e avaliação assistida de fornecedores de tecnologia. | Desenvolvimento de aplicações CAD de forma intermitente para desenvolvimento de produtos. Emprego de Engenharia Simultânea no desenvolvimento de desenhos e protótipos assistidos pelo cliente. | Projeto de automação de dispositivos, gabaritos e pequenas máquinas via própria ferramentaria, de forma independente. |
| (6) Intermediária Superior | Integração das unidades produtivas da empresa. Informatização das ferramentas de gestão da produção. Processos automatizados com o emprego de robótica. Envolvimento da troca de tecnologia sem assistência. | Introdução criativa de robótica e aplicações CAD/CAM para grandes lotes. Desenho e prototipagem de produtos completamente independente. Adição de valor agregado. | Automação da fábrica com gabaritos automáticos, soldagem por robôs. Equipamentos ligados via sistema CAD/CAM. |
| (7) Avançada | Desenvolvimento de novos processos via Engenharia e P&D. Integração entre Engenharia e P&D. | Projeto e desenvolvimento de novos produtos via Engenharia e P&D. | Envolvimento no desenvolvimento de máquinas e equipamentos via Engenharia e P&D. |

Fonte: Adaptado de Figueiredo (2001)

Notas: Pesquisa e Desenvolvimento (P&D); Just-in-Time (JIT); Computer-Aided-Design (CAD) e Computer-Aided-Manufacturing (CAM)

TABELA 2

**Taxa de Acumulação de Capacidades Tecnológicas na Invensys Appliance Controls Ltda
Unidade de Vacaria / RS (1981 – 2003). (Aproximadamente o número de anos (n) que a
empresa levou para acumular tipos e níveis de capacidades tecnológicas)**

| Nível de Capacidade Tecnológica | Processos e Organização da Produção | Produtos | Equipamentos |
|--|--|---------------------|---------------------|
| (1) Básica | 4 | 9 | 13 |
| (2) Renovada | 5 | 10 | 14 |
| (3) Extra Básica | 10 | 14 | 17 |
| (4) Pré-Intermediária | 14 | 17 | 19 |
| (5) Intermediária | 17 | 19 | Nível não alcançado |
| (6) Intermediária Superior | 19 | Nível não alcançado | Nível não alcançado |

Fonte: Derivado do estudo empírico

BOXE 1

Alteração do conector 0306078

Em 2000, a Engenharia começou a desenvolver alterações nas peças produzidas, sem assistência do cliente, buscando ofertar peças com geometrias mais simples e funcionais, como por exemplo a alteração no formato do conector código 07306078. Era extremamente crítico o processo de confecção da peça em si e o processo de soldagem do conjunto apresentava altos índices de defeitos por vazamento. A Engenharia da Invensys propôs o desenho alternativo para este conector, o qual apresenta uma geometria mais simples, com as conformações ocorrendo em apenas um plano, além de facilitar sensivelmente o processo de soldagem, reduzindo em 90% os índices de defeitos por vazamento na solda.

Este novo conector foi aprovado pelo cliente em maio de 2000, e o mesmo foi implantado pela Engenharia do cliente em substituição ao 07306078, sob o código 07306096.

Fonte: Derivado do estudo empírico.

BOXE 2

Ferramentas perecíveis

Com a criação do setor de Ferramentaria em 1994, a Engenharia iniciou um trabalho visando a troca de materiais das ferramentas perecíveis, tais como fieiras e pinos de expansores, pois até este momento a mesma adquiria seus ferramentais de terceiros.

A Engenharia realizou diversos experimentos e prototipagem de ferramentas (fieiras e pinos), buscando verificar qual o tipo de aço que mais se adequava às reais necessidades da operação, ou seja, aquele que apresentasse o melhor rendimento. Ainda em 1994, a mesma realizou a alteração dos pinos de aço carbono temperado, para pinos em aço rápido, nas operações de conformação das extremidades dos tubos (reduções e expansões) e o emprego de fieiras de diamante no processo de fabricação dos capilares.

Além deste trabalho de substituição de material dos pinos e fieiras, a Engenharia também realizou estudos buscando viabilizar mudanças na geometria das ferramentas (ângulos de entrada, confecção de pinos triangulares, pinos cilíndricos, fieiras lisas e fieiras com canaletas), objetivando melhorar a performance da operação de conformação das extremidades dos tubos (reduções e expansões).

Em 1998, após confeccionar vários protótipos em conjunto com o setor de ferramentaria, e de realizar diversos experimentos, a Engenharia desenvolveu uma ferramenta de conformação combinada (fieira e pino), a qual, além de propiciar um ganho de 20% de produtividade na execução da operação, também eliminou as operações posteriores de rebarbação e calibração destas peças conformadas.

Fonte: Derivado do estudo empírico.

TABELA 3

**Síntese da Variedade dos Processos de Aprendizagem na Invensys Appliance Controls Ltda –
Unidade de Vacaria / RS (1981 – 2003)**

| Processos de Aprendizagem | Períodos | | |
|--|---------------|---------------|--------------|
| | 1981- 1989 | 1990-1994 | 1995-2003 |
| Aquisição externa de conhecimento 1-Interação com clientes, fornecedores e instituições 2-Treinamento externo 3-Contratação de <i>expertise</i> 4-Visitas a eventos 5-Funcionário residente 6-Visitas técnicas 7-Treinamento no exterior 8-Contratação de consultorias externas | 1 Limitada | 5 Moderada | 8 Diversa |
| Aquisição interna de conhecimento 1-Método tentativa e erro 2-Estudos sistemáticos em laboratório 3-Treinamento interno para funcionários 4-Aquisição de conhecimento antes de engajar-se em atividades de rotina 5-Através de atividades de rotina 6-Esforços de alongamento de capacidade 7-Esforços de aprimoramento contínuo da planta | 2 Limitada | 4 Moderada | 7 Diversa |
| Socialização do conhecimento 1-Por observação direta 2-Grupos de trabalhos 3-Treinamento interno por funcionários da empresa 4-Pontes de ligação para compartilhar conhecimento 5- <i>Benchmarking</i> 6-Sistemas próprios de socialização de informação | 3 Moderada | 5 Moderada | 6 Diversa |
| Codificação do conhecimento 1-Práticas de padronização 2-Procedimentos detalhados 3-Sistemas de automação 4-Codificação de projetos de engenharia 5-Manuais de sistema de qualidade 6-Descrição de treinamentos e eventos externos 7-Manipulação do conhecimento codificado próprio 8-Frases e símbolos de aprendizagem | 2 Limitada | 4 Moderada | 8 Diverso |
| Total | 8 | 18 | 29 |

Fonte: Derivado do estudo empírico

BOXE 3. Importação de Expertise

Este processo de importação de conhecimento foi muito empregado pela empresa durante toda a década de 1990 para obter o conhecimento técnico que a mesma necessitava. O primeiro caso de contratação foi a de um engenheiro altamente experiente (1990). Isto ocorreu no momento da aquisição das máquinas e equipamentos necessários para confecção dos componentes internos (telas filtrante e peneira) dos filtros secadores. O mesmo foi contratado, pois possuía conhecimento do funcionamento das máquinas e equipamentos (regulagens e ajustes), já que era o responsável pela produção destes, no antigo fornecedor.

O segundo caso de importação de um *expert* (1993) para trabalhar no aprimoramento da operação de trefilação de capilares. Este foi contratado para reduzir a rugosidade interna dos capilares, pois a empresa estava perdendo mercado em virtude da baixa qualidade de seus capilares (alta rugosidade interna e problemas de vazão). Ficou subordinado ao Departamento de Engenharia da empresa, onde, além das mudanças no processo produtivo, também foi responsável pelo treinamento dos operadores.

Até então a empresa utilizava mandril interno em apenas quatro operações de trefilação, de um total de seis; os demais eram adquiridos de terceiros. Em 1994, o *expert* em trefilação realizou diversas mudanças no processo, alterando a geometria das fieiras e dos guias de trefilação, bem como a implantação de mandril interno nas operações finas de trefilação (até o sexto passe ou redução de diâmetro).

Também no final de 1994, os mandris começaram a ser fabricados internamente na empresa, pois foi criado o setor de Ferramentaria para sua confecção, e de pequenos dispositivos de montagem e afiação dos mandris internos, além de esforços de alongamento de capacidade de produção com alteração de regulagens de equipamentos (ex.: variação da velocidade para cada etapa de trefilação – velocidade do primeiro passe diferente do segundo passe).

Durante todo este processo de melhoria, realizou-se um forte trabalho de implantação de instruções de trabalho, padrões de qualidade, manutenção e elaboração de desenhos das peças e componentes necessários para produção dos capilares (mandris internos, fieiras, pinos guia, mordentes, entre outros), como também melhorias nos equipamentos e formação de grupos de trabalho para agilizar a socialização e codificação dos conhecimentos desse tipo de *expertise* para a organização.

Este processo de importação foi novamente empregado pela empresa em 1994, com a contratação de torneiros e frezadores para atuar na ferramentaria, em 1996, técnicos em eletrônica em virtude da aquisição das máquinas CNC e no ano de 1997, com a terceirização da produção de componentes de cobre da Springer, em que diversas pessoas foram contratadas (técnicos de manutenção, operadores de máquinas, entre outros).

Em 1998, ocorreu a contratação de um Técnico de Solda, para atuar na área de solda brasagem, na qual a empresa apenas possuía pessoas que sabiam ‘como fazer’ (conhecimento prático – aprender fazendo), mas não ‘porque fazer’ (associação de conhecimento técnico e prático – aprender antes de fazer).

Outro exemplo de importação de *expertise* ocorreu em 1999, quando foi contratado um especialista em usinagem e conformação, para aprimorar o processo de fabricação de peças especiais para a indústria de compressores, em virtude das estreitas tolerâncias dimensionais requeridas pelas peças

Fonte: Derivado do estudo empírico.

TABELA 4
Síntese da Intensidade dos Processos de Aprendizagem na Invensys Appliance Controls Ltda – Unidade de Vacaria / RS (1981 – 2003)

| Processos de Aprendizagem | Períodos | | |
|-----------------------------------|------------------|------------------|------------------|
| | 1981-1989 | 1990-1994 | 1995-2003 |
| Aquisição externa de conhecimento | Intermitente | Contínua | Contínua |
| Aquisição interna de conhecimento | Intermitente | Contínua | Contínua |
| Socialização do conhecimento | Intermitente | Contínua | Contínua |
| Codificação do conhecimento | Intermitente | Contínua | Contínua |

Fonte: Derivado do estudo empírico

BOXE 4

Introdução de instruções de trabalho aos operadores

Inicialmente as instruções de trabalhos introduzidas na empresa foram elaboradas tomando-se como base de dados muitos dos conhecimentos tácitos dos operadores que executavam as referidas tarefas produtivas, pois os mesmos anotavam em uma folha de papel ou num caderno os passos necessários para confeccionar determinada peça, além dos “macetes” utilizados pelos mesmos.

Devido à pequena necessidade de tolerância na confecção das peças (ex.: a posição da tela filtrante nos filtros secadores – como esta localização pouco influenciava na funcionalidade do produto) e da simplicidade das peças; as primeiras instruções de trabalho apenas eram uma folha datilografada descrevendo a seqüência das operações a serem realizadas para produzir a peça, como por exemplo: o processo para fabricação da linha de sucção biaxial Cu x Cu, que apresentava os seguintes passos: (i) Cortar tubo de cobre; (ii) Cortar capilar; (iii) Soldar capilar no tubo de cobre e enrolar o capilar com 15 voltas ao redor das extremidades do tubo de cobre; (iv) Testar a peça e (v) Enrolar e embalar.

As instruções das peças especiais para ar condicionado, além de apresentarem complexidade maior para sua confecção, também agregavam em alguns casos a operação de soldagem de outros componentes ou tubos de cobre. Com isso foi necessário um detalhamento maior e a descrição do procedimento de teste, já que as mesmas eram verificadas em gabaritos de verificação no tamanho real da peça, criando-se assim as instruções de verificação.

Em 1993 e 1994, com os trabalhos para implantação da ISO 9002, em virtude da necessidade de padronização na documentação da empresa, visando melhor rastreabilidade e registro das modificações, iniciou-se um trabalho de padronização das instruções de trabalho para toda a fábrica, com isso ocorreu a fusão entre as instruções de trabalho e instruções de verificação, passando a ser denominada Instrução de Trabalho para Operadores (IIO). No mesmo documento estão descritos os passos para executar a operação de confecção das peças, bem como os ferramentais e máquinas necessários para realizá-la. Além das instruções de inspeção que determinam o que verificar, como verificar e com que frequência, também constam observações e as normas que devem ser empregadas e respeitadas.

Fonte: Derivado do estudo empírico.

TABELA 5
Síntese do Funcionamento dos Processos de Aprendizagem na Invensys Appliance
Controls Ltda – Unidade de Vacaria / RS (1981 – 2003)

| Processos de Aprendizagem | Períodos | | |
|--|------------------|------------------|------------------|
| | 1981-1989 | 1990-1994 | 1995-2003 |
| Aquisição externa de conhecimento | Fraco | Bom | Bom |
| Aquisição interna de conhecimento | Fraco | Bom | Bom |
| Socialização do conhecimento | Fraco | Moderado | Bom |
| Codificação do conhecimento | Fraco | Moderado | Bom |

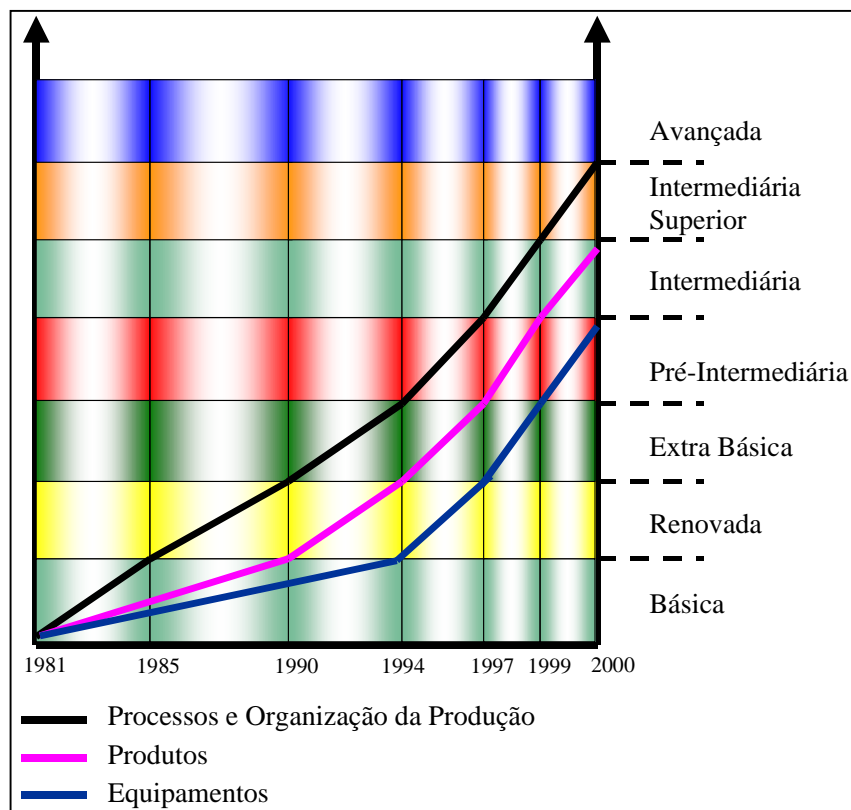
Fonte: Derivado do estudo empírico

TABELA 6
Síntese da Interação dos Processos de Aprendizagem na Invensys Appliance
Controls Ltda Unidade de Vacaria / RS (1981 – 2003)

| Processos de Aprendizagem | Períodos | | |
|-----------------------------------|------------------|------------------|------------------|
| | 1981-1989 | 1990-1994 | 1995-2003 |
| Aquisição externa de conhecimento | Fraca | Moderada | Forte |
| Aquisição interna de conhecimento | Fraca | Moderada | Forte |
| Socialização do conhecimento | Fraca | Moderada | Forte |
| Codificação do conhecimento | Fraca | Moderada | Forte |

Fonte: Derivado do estudo empírico

FIGURA 1. Acumulação de capacidades tecnológicas na empresa estudada (1981-2003)



Fonte: Derivado do estudo empírico.

BOXE 5
A Experiência de um Técnico de Solda na
Resolução do Problema de Vazamento dos Conjuntos Conectores na *Low Season*

Normalmente, todos os anos, na *Low Season* (de junho a agosto), a empresa tinha problemas de vazamento na região soldada dos conjuntos conectores, o que acabava por aumentar intensamente seu índices de defeito, e produzir um desconforto com o cliente. Então, em 1998, a empresa me contratou para qualificar seus soldadores e evitar a repetição deste problema. Para minha surpresa, mesmo após todo o treinamento realizado e melhoria nos postos de solda, o problema se repetiu. Em 1999, decidi visitar o cliente para verificar *in loco*, o porque deste problema, e fiquei o dia inteiro observando a operação e conversando com os soldadores deste posto de soldagem.

Foi quando perguntei para um soldador, se sempre realizavam esta operação desta maneira na época da *High Season*, e o mesmo disse que sim, só que, na *High Season*, a velocidade da esteira de solda é o dobro. Depois desta resposta percebi que o problema não estava em como era soldado na Invensys, mas sim no processo do cliente, pois como o soldador ficava mais tempo com o maçarico na região soldada, a temperatura da peça se elevava e pela proximidade da junta soldada, a mesma refundia o material da solda, provocando o vazamento.

Voltando a Invensys, contactei o fornecedor de solda e solicitei uma composição que suportasse um nível mais elevado de temperatura para se refundir, o mesmo me enviou amostras com as quais realizei testes e aprovei uma composição específica. O passo seguinte foi treinar os operadores para soldar com este novo tipo de solda. Em 2000, o problema de vazamento na região de solda nestes conjuntos conectores não aconteceram

Fonte: Derivado do estudo empírico.