
Processos de Aprendizagem e Acumulação de Competências Tecnológicas: Evidências de uma Empresa de Bens de Capital no Brasil

Celso Luiz Tacla
Paulo Negreiros Figueiredo

RESUMO

Este artigo enfoca as implicações dos processos de aprendizagem para a acumulação de competências tecnológicas no nível da empresa. Este relacionamento é examinado na Kvaerner Pulping do Brasil durante o período de 1980 a 2000, por meio de estudo de caso individual. O modelo para competências tecnológicas, adaptado à indústria de bens de capital sob encomenda para o setor de celulose e papel, identifica três funções: engenharia e gestão de projetos, processos e sistemas organizacionais, e equipamentos de processo. O modelo para aprendizagem identifica quatro processos (aquisição externa e interna de conhecimento, socialização e codificação), examinados à luz de quatro características. O estudo encontrou diversos tipos e níveis de competências tecnológicas inovadoras na empresa. Alinhando-se a estudos recentes, o artigo sugere que o modo e a velocidade com que a empresa acumulou essas competências podem ser explicados pela maneira como os seus processos de aprendizagem foram gerenciados ao longo do tempo. Por outro lado, as evidências neste estudo contradizem certas generalizações comuns sobre o desenvolvimento tecnológico na indústria de bens de capital no Brasil.

Palavras-chaves: acumulação de competências tecnológicas; processos de aprendizagem; empresas de países em industrialização.

ABSTRACT

This paper focuses on the implications of the intra-firm learning processes for technological capability accumulation. Drawing on a single case study methodology, this relationship is examined in Kvaerner Pulping do Brasil (1980-2000). The framework for capability accumulation, tailored to the capital goods industry – supplier of equipment and complete plants for pulp and paper mills – identifies three technological functions: engineering activities and project management, operational processes and practices, and process equipment. The framework for learning identifies four learning processes (external and internal knowledge acquisition, knowledge socialization and codification), examined in the light of four features. The study has found different types and levels of innovative capability in the case-study firm. In line with previous studies, this article suggests that the way and speed at which the firm accumulated these capabilities can be explained by the way it managed its learning processes over time. On the other hand, the evidence in this study argues against certain common generalizations relative to technological development in the capital goods industry in Brazil.

Key words: technological capability accumulation; learning processes; latecomer firms.

INTRODUÇÃO

A despeito da profusão de estudos, principalmente a partir da década de 90, sobre aprendizagem, competências e inovação como fontes de vantagem competitiva para empresas, a literatura internacional nessa área, e conseqüentemente no Brasil, tem deixado certas questões sem respostas. Como as organizações constroem e sustentam suas próprias competências inovadoras? Quais são, afinal, as implicações práticas dos processos de aprendizagem para o desenvolvimento de competências? Que tipo de esforços os gerentes precisam fazer para criar e sustentar competências, para inovar em processos e produtos, principalmente em organizações que operam em países de industrialização recente ou economias emergentes? Somente a partir de meados da década de 90 é que foram desenvolvidos e aplicados, na literatura internacional, modelos analíticos para examinar essas questões em organizações de economias emergentes (ver, por exemplo, Kim [1997a, 1998], Dutrénit [2000] e Figueiredo [2001, 2003]).

À luz de modelos analíticos desenvolvidos recentemente na literatura internacional, este artigo examina empiricamente as implicações dos processos de aprendizagem para a acumulação de competências tecnológicas no nível da empresa, numa indústria ainda não estudada na literatura desse tema⁽¹⁾. Este relacionamento é examinado na Kvaerner Pulping do Brasil durante o período de 1980 a 2000. A empresa, localizada em Curitiba, PR, produz bens de capital sob encomenda para a indústria de celulose. Por centrar-se numa empresa de um país em desenvolvimento, o foco de análise deste trabalho difere da maioria dos estudos recentes sobre conhecimento e competências tecnológicas em empresas de países industrializados. Nestas, as competências tecnológicas inovadoras já existem. No entanto empresas de países em industrialização, ou emergentes, entram num ramo de negócios com base na tecnologia que adquiriram de outras empresas em outros países. Portanto, em seu estágio inicial, faltam-lhes até as competências tecnológicas básicas. Para tornarem-se competitivas e alcançarem as empresas de tecnologia de ponta, elas têm primeiro que adquirir conhecimento para criar e acumular suas próprias competências inovadoras. Para isso precisam engajar-se num processo de **aprendizagem** tecnológica.

O termo aprendizagem tecnológica é, em geral, compreendido em dois sentidos

alternativos. O primeiro refere-se à trajetória ou caminho ao longo do qual segue a acumulação de competências tecnológicas. A trajetória pode variar ao longo do tempo: competências tecnológicas podem ser acumuladas em direções e velocidades diferentes. O segundo sentido refere-se aos vários processos pelos quais o conhecimento é adquirido pelos indivíduos e convertido para o nível organizacional, ou seja, os processos pelos quais a aprendizagem individual se converte em aprendizagem organizacional. Neste trabalho, abordamos a aprendizagem no segundo dos sentidos acima. Daqui em diante, aprendizagem será compreendida como **processo** que permite à empresa acumular suas próprias competências tecnológicas. É por meio da acumulação de competências tecnológicas próprias que as empresas podem aprimorar o seu desempenho técnico e econômico.

Na seção a seguir é feita breve revisão de estudos empíricos existentes sobre este tema. Logo após são apresentados os modelos analíticos usados para examinar a acumulação de competências tecnológicas e os processos subjacentes de aprendizagem. O desenho e o método do estudo são apresentados na sequência. Posteriormente são examinados empiricamente a acumulação de competências tecnológicas e os processos de aprendizagem na empresa em estudo no período de 1980 a 2000. Finalmente, são apresentadas as conclusões do artigo.

BREVE REVISÃO DE ESTUDOS EMPÍRICOS

Os primeiros estudos sobre processos de aprendizagem e acumulação de competências tecnológicas apareceram nos anos 70 (por exemplo, Dahlman e Fonseca [1978], Katz et al. [1978], Bell, Scott-Kemmis e Satyarakwit [1982] e Lall [1987]). Estes estudos mostraram não apenas a incidência de atividades inovadoras em empresas localizadas em países em industrialização, mas também a importância de certos mecanismos de aprendizagem para o desenvolvimento de competências tecnológicas. Porém muitos desses estudos limitaram-se a descrever a trajetória de acumulação de competências em empresas, sem examinar sistematicamente o papel dos vários processos de aprendizagem na trajetória de acumulação tecnológica. O tratamento dos processos de aprendizagem limitava-se aos processos de aquisição de conhecimento técnico de fontes externas à empresa. Os processos de conversão de conhecimento individual em competências tecnológicas não eram examinados. Em outras

palavras, as implicações dos processos de aprendizagem para a acumulação de competências tecnológicas não eram examinadas de modo abrangente e à luz de modelos analíticos adequados.

Nos anos 80 verificou-se enorme escassez de estudos de acumulação de competências tecnológicas e processos de aprendizagem. Somente a partir de meados da década de 90 é que emergiram novos estudos, que examinaram a relação entre processos de aprendizagem e a acumulação de competências tecnológicas de modo compreensivo, isto é, considerando as suas dimensões técnicas e organizacionais (por exemplo, Kim [1997a, 1998], Dutrénit [2000] e Figueiredo [2001]). Kim (1997a, 1998) examina as experiências bem sucedidas em empresas da indústria automobilística e eletrônica da Coreia do Sul. Dutrénit (2000) reconstrói a trajetória de acumulação de competências tecnológicas em uma grande empresa de vidro no México; porém enfoca os problemas encontrados para desenvolver uma base de conhecimento que possibilitasse a construção e a acumulação de competências inovadoras. Movendo-se um passo à frente, Figueiredo (2001) analisa as implicações práticas dos processos de aprendizagem para as diferenças entre duas das maiores empresas de aço do Brasil, em termos da maneira e da velocidade de acumulação de suas competências tecnológicas e, por sua vez, para as diferenças em termos de aprimoramento do desempenho técnico e econômico.

A indústria de bens de capital no Brasil foi examinada em alguns estudos que objetivaram a proposição de estratégias de desenvolvimento industrial, tecnológico ou setorial. Porém há escassez de estudos de natureza intra-empresarial sobre a relação entre processos de aprendizagem e o desenvolvimento de competências tecnológicas na indústria de bens de capital no Brasil⁽²⁾. A escassez de estudos sobre essas questões abriu espaço, ao longo da última década, para certas generalizações, por vezes arriscadas e precipitadas, como, por exemplo, as encontradas em Jorge (1993), Vermulm (1995)⁽³⁾ e Valença (1995). Jorge (1993), por exemplo, que enfocou a competitividade do complexo celulose, papel e gráfica, argumentou que os fornecedores de equipamentos para a indústria de celulose e papel realizam pouco desenvolvimento de processos ou projetos de engenharia no Brasil e que “a interação das empresas produtoras de celulose e papel do país com o setor de bens de capital tem resultado em melhoramentos marginais do processo produtivo, e não em desenvolvimento conjunto da tecnologia”. Ao examinar a competência técnica do setor de bens de capital no Brasil, Vermulm (2001) apontou a “relativa capacidade de projeto de máquinas e equipamentos”, mas ressaltou “a realização de poucas atividades tecnológicas, seja interna ou

externamente à empresa”. Valença (2001) enfocou a indústria de máquinas e equipamentos para o setor de celulose e papel, relacionando as perspectivas e as vantagens competitivas desta indústria unicamente a fatores externos à empresa (por exemplo, oferta interna de aço, demanda por equipamentos e legislação trabalhista). Além de não examinar a acumulação de competências tecnológicas como fator chave para a competitividade, no estudo ele argumentou que “com raras exceções, os produtores de bens de capital para esta indústria no Brasil são controlados por multinacionais e delas dependentes em relação à tecnologia” (Valença, 2001). Tais argumentações parecem basear-se em perspectiva linear e polarizada de inovação e competência tecnológica, que considera dois extremos para os níveis de atividades desenvolvidas pelas firmas: básica, com simples montagem, sem atividades inovadoras; ou avançada, baseada em pesquisa e desenvolvimento (P&D). Tal perspectiva negligencia a importância das melhorias contínuas, incrementais e adaptações em equipamentos e processos, isto é, atividades inovadoras de níveis intermediários que são significativas para empresas que operam em economias emergentes, como o Brasil.

A acumulação de níveis básicos e intermediários de competências inovadoras é pré-condição para que a empresa alcance nível avançado de inovação (Hollander, 1965; Dahlman, Ross-Larson e Westphal, 1987; Lall, 1992; Bell e Pavitt, 1995; Kim, 1997b; Ariffin, 2000; Dutrénit, 2000; Figueiredo, 2001). Por isso este artigo examina as implicações dos processos de aprendizagem para a maneira e a velocidade de acumulação de competências tecnológicas numa empresa de bens de capital no Brasil. Com isso esperamos contribuir para adicionar novas evidências empíricas e explicações sobre a gestão do desenvolvimento tecnológico em empresas dessa indústria no Brasil.

MODELO PARA EXAME DA ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS

Há diversas definições de competências tecnológicas, particularmente no contexto de países em desenvolvimento, como, por exemplo, em Katz (1972), Dahlman e Westphal (1982), Bell (1984), Lall (1987, 1992), Scott-Kemmis (1988), Kim (1997b), já discutidas em profundidade anteriormente (ver Dutrénit [2000] e Figueiredo [2001]). Competência tecnológica é definida aqui como os recursos necessários para gerar e gerir mudanças tecnológicas. Especificamente no contexto de empresas de bens de capital sob encomenda

para a indústria de celulose, que operam em economias emergentes, competência tecnológica é entendida como as habilidades da empresa para realizar atividades inovadoras em produtos, processos e organização da produção, sistemas organizacionais, equipamentos e engenharia de projetos. Estes recursos estão armazenados não apenas nas mentes das pessoas (habilidades, experiência, qualificações formais), mas, principalmente, no sistema organizacional, rotinas e procedimentos da empresa (Bell e Pavitt, 1995; Figueiredo, 2001, 2003).

A trajetória de acumulação de competências tecnológicas na Kvaerner Pulping é examinada à luz do modelo desenvolvido por Figueiredo (2001)⁽⁴⁾, adaptado e validado aqui para as características tecnológicas de empresas produtoras de bens de capital para a indústria de celulose, conforme se indica no Quadro 1⁽⁵⁾. As colunas apresentam as competências tecnológicas por funções; as linhas, por níveis de dificuldade. As quatro funções tecnológicas são: (1) atividades de engenharia e gestão de projetos, aqui desagregada em engenharia de sistemas e gestão de projetos, que reflete (i) a capacidade da empresa de definir o espectro e o conteúdo tecnológico de sistemas a serem construídos e (ii) a capacidade de gerenciar a implantação de projetos; (2) processos e sistemas operacionais, que define a capacidade de gerenciar e aprimorar os processos para execução e gestão de projetos industriais e a organização produtiva; e (3) equipamentos de processo, que distingue a capacidade de adaptar, modificar, especificar, projetar equipamentos de processo e seus componentes. À luz de Bell e Pavitt (1995) e Figueiredo (2001), o modelo no Quadro 1 distingue entre competências de **rotina** e **inovadoras**. Competências de rotina – ou competências para **usar** certa tecnologia – são definidas como os recursos para produzir bens e serviços com determinado nível de eficiência, usando-se uma combinação de fatores: habilidades, equipamentos, especificações de produtos e de produção, sistemas e métodos organizacionais. Competências inovadoras são os recursos adicionais e distintos para gerar e gerir atividades tecnológicas inovadoras.

Os níveis de competência para as várias funções tecnológicas são dispostos em sete níveis. Para a função atividades de engenharia e gestão de projetos, as competências de rotina são desagregadas em quatro níveis e as inovadoras em três. Para as funções processos e sistemas operacionais e equipamentos de processo, são três os níveis de competências de rotina e quatro os que distinguem competências inovadoras.

Quadro 1: Estrutura Descritiva dos Tipos e Níveis de Competência Tecnológica na Indústria de Bens de Capital sob Encomenda para Celulose

Níveis de Competência	Atividades de Engenharia e Gestão de Projetos		Processos e Sistemas Operacionais	Equipamentos de Processo
	Engenharia de Sistemas	Gestão de Projetos		
COMPETÊNCIAS DE ROTINA				
Nível 1 Básico	Eng. conceitual e básica fornecida pela matriz; Eng. de detalhamento para instalação de máquinas simples e equipamentos isolados.	Coordenação de projetos simples. Entregas <i>ex-works/FOB</i> de máquinas e equipamentos ou sistemas simples.	Uso de ferramentas convencionais de engenharia e projetos incluindo CAD (<i>computer-aided design</i>) e CQ de rotina.	Replicação de especificações dadas: atuação como posto avançado da matriz. CQ de rotina para manter especificações e padrões existentes.
Nível 2 Renovado	Eng. detalhada de sistemas mecânicos (ex., tubulações para interligação, estruturas suporte, plataformas). Dimensionamento e seleção de equipamentos auxiliares (ex., bombas).	Coordenação e montagem mecânica de projetos simples. Serviços de assistência técnica para supervisão, comissionamento, partida e treinamento sob assistência externa.	Sistema de controle de documentos para rastreamento e identificação de <i>status</i> de desenhos e outros documentos utilizados em projetos. Obtenção de certificação internacional (ex., ASME, ISO 9002).	Detalhamento mecânico de equipamentos a partir de dimensionamento básico pela matriz, utilizando equivalência de materiais. Certificação internacional (ex., ASME, ISO 9002).
Nível 3 Extra básico	Definição e execução de <i>layout</i> de plantas industriais (locação de equipamentos, plataformas etc. em uma área dada). Eng. de sistemas auxiliares simples de tecnologia não-proprietária (ex., preparo de químicos, sistema de óleo).	Planejamento e coordenação de projetos de implantação de sistemas mecânicos e plantas de pequeno/médio porte. Elaboração e controle do cronograma de implantação. Provisão intermitente de supervisão de montagem.	Uso de canais de comunicação em redes compartilhadas (ex., <i>Netware/Windows NT, Corporate Server</i>). Sistemas corporativos para integração de informações e dados (Sistema de Administração de Contratos, Controle de Documentos, ERP).	Dimensionamento básico de equipamentos principais de processo, utilizando instruções técnicas dadas (ex., <i>Technical Instruction Guidelines</i>).
Nível 4 Pré-intermediário	Eng. de detalhamento completa de instalações industriais (estruturas, plataformas, tubulações, Elétrica e Instrumentação - E&I). Estudos de viabilidade p/ fábricas novas e desgargalamento de existentes.	Gestão de projetos multidisciplinares de médio porte, envolvendo sistemas mecânicos, engenharia de aquisição (procura, compra, diligenciamento, inspeção, qualificação e desenv. de fornecedores). Provisão de supervisão de montagem.	COMPETÊNCIAS INOVADORAS	
			Novas técnicas organizacionais; gestão estratégica da qualidade (ex., TQC/M, ISO 9001). Desenvolvimento e uso de ferramentas avançadas ligadas a bancos de dados p/eng. de processo (ex., PEGS) e projeto tridimensional de instalações (ex., PDMS).	Adaptação de projetos e especificações em função de materiais, condições de produção ou características do mercado local (tropicalização). Desenvolvimento e projeto de componentes não críticos para as funções do produto.
COMPETÊNCIAS INOVADORAS				
Nível 5 Intermediário	Desenv. de eng. básica de processo para implantação de sistemas e plantas industriais p/ produção de celulose. Avaliação e seleção de tecnologias para sistemas auxiliares complexos.	Implantação de projetos complexos, de grande porte (ex., projetos em regime EPC mecânico). Provisão de assistência técnica para supervisão, comissionamento e partida sob assistência (parcial) externa.	Transformação contínua das rotinas para gestão de projetos, envolvendo reengenharia dos processos. Desenv. de normas e padrões de projeto próprios. Execução de projetos envolvendo práticas de eng. global e simultânea.	Aprimoramentos sistemáticos em equipamentos e especificações dadas. Projeto de componentes críticos e partes de máquinas e equipamentos.
Nível 6 Intermediário-superior	Desenv. de soluções inovadoras em eng. de instalações para projetos (ex., soluções modulares). Execução de eng. conceitual (definições básicas de projeto, inclusive testes em laboratório) e eng. básica.	Gestão de grandes projetos em regime EPC, incluindo E&I e automação para fábricas novas ou grandes expansões em fábricas existentes. Provisão integral e sistemática de assistência técnica, inclusive no exterior.	Sistemas avançados para gestão de projetos com integração de sistemas operacionais e corporativos (ex., <i>Project Control System, PCS</i>). Desenvolvimento de ferramentas avançadas de engenharia.	Desenv. de novos equipamentos em trabalho compartilhado com a matriz e/ou clientes. Desenvolvimento e seleção de novos materiais a partir de ensaios mecânicos, físico-químicos e de durabilidade.
Nível 7 Avançado	Centro de tecnologia (referência mundial) p/desenv. de novos conceitos p/projetos, com ou sem P&D.	Gestão de projetos de classe mundial, para entrega de fábricas completas (<i>greenfield</i>) em regime EPC.	Desenvolvimento de novos processos via engenharia e P&D. Centro de inovação e referência em de gestão de projetos.	Desenvolvimento completo de novos equipamentos e sistemas via P&D.

Fonte: adaptado de Figueiredo (2001) e derivado de Tacla (2002).

Nota: ASME: *American Society of Mechanical Engineers*; ERP: *Enterprise Resource Planning*; PEGS: *Project Engineering System*; PDMS: *Plant Design Manager System, software* para projeto tridimensional; EPC: *Engineering, Procurement and Construction*.

MODELO PARA EXAME DOS PROCESSOS SUBJACENTES DE APRENDIZAGEM

Para examinarmos empiricamente os processos de aprendizagem, fazemos uso do modelo analítico desenvolvido por Figueiredo (2001, 2003), apresentado no Quadro 2. As linhas do Quadro 2 contêm 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-chaves (as colunas do Quadro 2): variedade, intensidade, funcionamento e interação⁽⁶⁾.

Quadro 2: Processos de Aprendizagem em Empresas em Industrialização

Processos de Aprendizagem		Características-chaves dos processos de aprendizagem			
		Variedade	Intensidade	Funcionamento	Interação
		Ausente – Presente Limitada-Moderada-Diversa	Baixa-Intermitente- Contínua	Ruim-Moderado- Bom	Fraca-Moderada- Forte
Processos de Aquisição de Conhecimento	Aquisição Externa de Conhecimento	Presença/ausência de processos para adquirir conhecimento localmente ou no exterior (ex., usuários, treinamento, fornecedores, contratação de <i>expertise</i> , laboratórios, universidades, assist. técnica).	Modo como a empresa usa este processo ao longo do tempo; pode ser contínua, intermitente, ou baixa.	Modo como o processo foi criado e modo como ele opera ao longo do tempo.	Modo como um processo influencia outro processo de aquisição externa ou interna.
	Aquisição Interna de Conhecimento	Presença/ausência de processos para adquirir conhecimento em atividades internas (de rotina ou inovadoras): experimentação sistemática, treinamentos).	Modo como a empresa usa diferentes processos para aquisição interna de conhecimento.	Modo como o processo foi criado e opera ao longo do tempo; tem implicações para variedade e intensidade.	Processo de conhecimento interno pode ser influenciado por processo de aquisição externa.
Processos de Conversão de Conhecimento	Socialização de Conhecimento	Presença/ausência de diferentes processos por meio dos quais indivíduos compartilham seu conhecimento tácito (ex., solução compartilhada de problemas, times, rotação no trabalho, treinamentos diversos, prototipagem).	Modo como processos prosseguem ao longo dos anos. Intensidade contínua do processo de socialização pode influenciar codificação de conhecimento.	Modo como mecanismos de socialização são criados e operam ao longo do tempo. Tem implicações para a variedade e a intensidade do processo de conversão.	Condução de diferentes conhecimentos tácitos para um sistema efetivo. Socialização pode ser influenciada por processos de aquisição externa e interna.
	Codificação de Conhecimento	Presença/ausência de diferentes processos para formatar o conhecimento tácito (ex., manuais, formatos organizados, <i>software</i> , padrões, projetos, procedimentos).	Modo como processos como padronização de operações são repetidamente feitos. Codificação ausente/intermitente e pode limitar a aprendizagem organizacional.	Modo como a codificação do conhecimento foi criada e opera ao longo do tempo. Tem implicações para o funcionamento de todo o processo de conversão.	Modo como a codificação de conhecimento foi influenciada por processos de aquisição ou por processos de socialização.

Fonte: Figueiredo (2001, 2003).

O foco deste artigo é o relacionamento entre os processos subjacentes de aprendizagem e a acumulação de competências tecnológicas no nível da empresa (vide Figura 1). As implicações deste relacionamento para o aprimoramento do desempenho técnico e econômico no nível da empresa, como analisadas em Figueiredo (2001, 2002), estão fora do escopo deste artigo.

Figura 1: Modelo Analítico deste Artigo



Fonte: adaptado de Figueiredo (2001, 2002).

Reconhecemos que, além dos processos de aprendizagem, fatores externos ao ambiente da empresa influenciam a acumulação de suas competências tecnológicas, como, por exemplo, políticas governamentais macroeconômicas, industriais e tecnológicas; interações com universidades e institutos de pesquisa, infra-estrutura; condições de mercado (Lall, 1992; Bell e Pavitt, 1995; Kim, 1997b; Figueiredo, 2001). Adicionalmente, a regulação ambiental mais restrita, combinada com o aumento da conscientização da população, tem direcionado esforços para o aumento de competências e desenvolvimento de inovações, mesmo em indústrias maduras, como a de celulose e papel (Bartzokas e Yarime, 1997; Dalcomuni, 1997). A acumulação de competências tecnológicas também pode ser influenciada por outros fatores internos à empresa, como a liderança e os valores (Argyris e Schön, 1978; Senge, 1990; Leonard-Barton, 1998; Figueiredo, 2001). Porém estes fatores estão fora do foco deste trabalho.

DESENHO E MÉTODO DO ESTUDO

Este estudo foi estruturado para examinar duas questões: (1) descrição da trajetória de acumulação de competências tecnológicas em uma empresa da indústria de bens de capital sob encomenda para a indústria de celulose; e (2) análise do papel dos processos de aprendizagem no modo e na velocidade de acumulação de competências tecnológicas na empresa em estudo durante o período 1980-2000. Para examinar essas questões com adequado nível de detalhe e profundidade, foi necessária a coleta

de evidências empíricas primárias, principalmente qualitativas, sobre as atividades tecnológicas e os vários processos e mecanismos de aprendizagem usados na empresa. Essas evidências foram obtidas a partir de fontes múltiplas: técnicos, engenheiros, gerentes, diretores e ex-funcionários. Tais fontes foram acessadas com base em técnicas variadas: entrevistas formais, encontros casuais, consulta à documentação - procedimentos, arquivo técnico, dados históricos etc, e observação direta. Utilizamos aqui o método de estudo de caso individual (Yin, 1994; Leonard-Barton, 1995). Este método permite o exame de questões ainda não observadas na literatura, com adequado nível de profundidade e de detalhe. Logo, estamos interessados em contribuir para aprofundar o entendimento da relação entre as duas questões centrais deste estudo, numa empresa de setor industrial muito pouco estudado na literatura relacionada; ou seja, a nossa preocupação aqui é com a generalização analítica. O processo de adaptação e validação da estrutura descritiva do Quadro 1 baseou-se em intensivas interações com especialistas do setor industrial e está descrito em detalhes em Tacla (2002). As características-chaves dos processos de aprendizagem foram examinadas com base nos critérios indicados no Quadro 3⁽⁷⁾.

Quadro 3: Critérios para Avaliação dos Processos de Aprendizagem

Características-chaves	Critérios e classificação	
Variedade	Alinhando-se a Figueiredo (2003), fazemos aqui uma distinção entre (1) variedade no nível de processos de aprendizagem e (2) variedade no nível de mecanismos dentro (de alguns) processos. Em seção posterior, variedade será examinada no nível de mecanismos.	
	Ausente	n = 0
	Limitada	n ≤ 5
	Moderada	5 < n ≤ 10
	Diversa	n > 10
Intensidade	▪ Utilização do processo ou mecanismo de forma contínua ou, dependendo da sua natureza, em diversas ocasiões durante o período de tempo examinado.	Contínua
	▪ Utilização do processo ou mecanismo de forma descontínua ou intermitente durante o período de tempo examinado.	Intermitente
	▪ Utilização do processo ou mecanismo em uma única oportunidade ou por um curto período de tempo examinado.	Baixa
Funcionamento	A classificação do funcionamento foi feita levando-se em conta: (1) as informações, comentários e pontos de vista dos entrevistados sobre o funcionamento dos processos de aprendizagem utilizados pela empresa ao longo dos anos; e (2) o exame detalhado das evidências empíricas coletadas nos diferentes períodos de tempo (ex., funcionários que participaram de treinamentos no exterior nos diferentes períodos e critérios utilizados pela empresa para selecionar participantes de treinamentos externos).	
	Ruim	
	Moderado	
	Bom	
Interação	A interação pode ocorrer entre os processos ou dentro dos processos. A interação entre processos se dá entre mecanismos de diferentes processos de aprendizagem (ex., a contratação de especialistas - aquisição externa, e a elaboração de especificações de materiais e sistemas - codificação). A interação dentro dos processos ocorre quando os mecanismos que interagem fazem parte de um mesmo processo (ex., entre dois processos de aquisição interna, como P&D e treinamento interno). Para classificar as interações em determinado período, o número de interações observadas foi dividido pelo número total de mecanismos de aprendizagem encontrados no período examinado. Para detalhes da concepção e aplicação desse critério ver Tacla (2002).	
	Nº de interações entre mecanismos/ nº total de mecanismos utilizados no período	Interação
	n < 0,5	Fraca
	0,5 ≤ n < 1,0	Moderada
	n ≥ 1,0	Forte

Fonte: Tacla (2002).

ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS NA KVAERNER PULPING DO BRASIL (1980-2000)

O Quadro 4 resume o número de anos que a Kvaerner Pulping levou para acumular os diferentes níveis de competências nas funções tecnológicas estudadas. A empresa acumulou competências tecnológicas inovadoras com velocidades diferentes para cada função. Por exemplo, a empresa levou aproximadamente 10 anos para atingir o Nível 4 de competências para equipamentos de processo, e 16 anos para atingir esse mesmo nível de competência para atividades de processos e sistemas operacionais. Nas três funções em que a empresa acumulou competências inovadoras de forma mais lenta (engenharia de sistemas, gestão de projetos, e processos de sistemas operacionais), o nível de competência alcançado ao final do ano 2000 foi maior do que o nível de competência alcançado para a função equipamentos de processo.

Quadro 4: Velocidade^(a) de Acumulação de Competências Tecnológicas na Empresa (1980 a 2000)

Nível de Competência Tecnológica	Engenharia de Sistemas	Gestão de Projetos	Processos e práticas operacionais	Equipamentos de Processo
(1) Básico	n = 3	n = 1	n = 7	n = 1
(2) Renovado	n = 5	n = 3	n = 10	n = 3
(3) Extrabásico	n = 9	n = 7	n = 12	n = 7
(4) Pré-intermediário	n = 15	n = 10	n = 16	n = 10
(5) Intermediário	n = 15	n = 12	n = 17	n = 16
(6) Intermediário-superior	n = 17	n = 17	n = 21	Nível não atingido
(7) Avançado	Nível não atingido	Nível não atingido	Nível não atingido	Nível não atingido

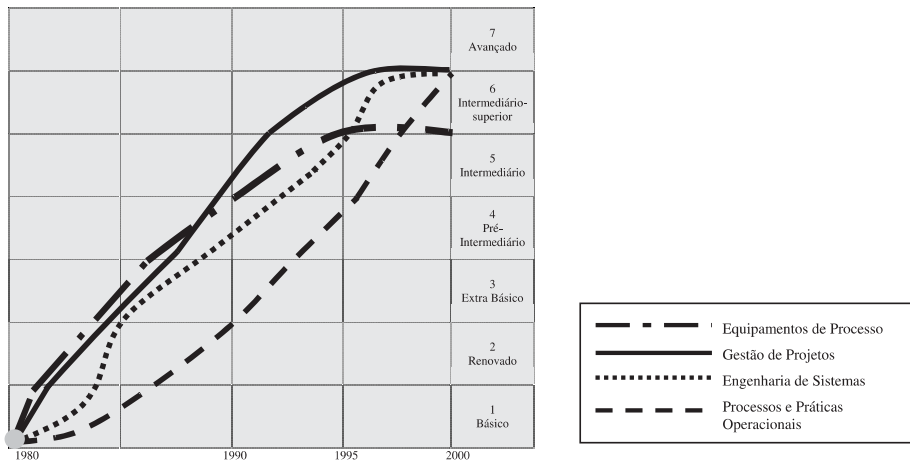
Fonte: Tacla (2002).

Nota: (a) = a velocidade ou taxa de acumulação de competências tecnológicas foi medida pelo número aproximado de anos (n) que a empresa levou para alcançar níveis específicos de competências, a partir de 1980. As células com fundo escuro representam níveis de competências inovadoras, enquanto as demais representam níveis de competência de rotina.

A Figura 2 ilustra as trajetórias de acumulação de competências tecnológicas para cada uma das funções tecnológicas ao longo do período 1980-2000. No período inicial de operação (1980-90), a empresa construiu competências de rotina para operar sistemas de produção. Competência inovadora de Nível 4 foi acumulada apenas na função equipamentos de processo. Tal resultado alinha-se a evidências de estudos em outros tipos de indústria, relativas a diversidade (ou assimetria) de acumulação tecnológica dentro da empresa (Pavitt, 1998; Dutrénit, 2000; Figueiredo, 2001). Na década de 90, a empresa moveu-se para a construção de competência inovadora nas outras três funções tecnológicas estudadas: em gestão de projetos (Nível 5), no início dos anos 90; em engenharia de sistemas (Nível 5), ao redor de 1994; e em processos e práticas operacionais (Nível 4), por volta de

1995. Entre 1996 e 2000, a empresa aprofundou suas competências tecnológicas em engenharia de sistemas, gestão de projetos e processos e práticas operacionais, construindo e acumulando competência de Nível 6. Portanto verificou-se que é possível iniciar as operações contando com a mais básica competência tecnológica e, a partir dela, construir a base para a acumulação de competências tecnológicas inovadoras, como apontaram os estudos de Dahlman, Ross-Larson e Westphal (1987), Lall (1992), Kim (1997a, 1997b) e Figueiredo (2001).

Figura 2: Trajetórias de Acumulação de Competências Tecnológicas (1980 a 2000)



Fonte: Tacla (2002).

De modo similar ao encontrado em Figueiredo (2001), a acumulação e a sustentação das competências de rotina foram fundamentais para que a empresa pudesse construir competências inovadoras de forma consistente. Por exemplo, a empresa não teria acumulado competências inovadoras de Nível 6 em engenharia de sistemas, se não tivesse acumulado e fortalecido suas competências de rotina de Níveis 1 a 4 nesta função; do mesmo modo, não poderia engajar-se na gestão de projetos complexos, caso não tivesse construído e mantido competência de rotina de Níveis 1 a 3 em processos e sistemas operacionais. Adicionalmente, as evidências desse caso de estudo sugerem que a acumulação e sustentação de níveis inovadores de competências para funções tecnológicas específicas, por exemplo, engenharia de sistemas, dependeu do modo e velocidade com que foram acumuladas e sustentadas as competências em outras funções. Tais evidências alinham-se ao que foi argumentado em Rothwell (1994) e examinado empiricamente na indústria de aço (ver Figueiredo [2001]), sobre a necessária interdependência que ocorre entre competências tecnológicas a partir de níveis inovadores, principalmente acima do intermediário.

Além disso, e conforme examinado no estudo subjacente a este artigo (Tacla, 2002), competências tecnológicas foram acumuladas na empresa não apenas em termos de sistemas físicos e conhecimento técnico armazenado nas mentes de engenheiros, projetistas, técnicos e gerentes, mas, principalmente, em procedimentos e rotinas das várias áreas funcionais da empresa; em outras palavras, em seu sistema organizacional. Esta maneira abrangente de construção e acumulação de competência tecnológica gerou implicações positivas para a realização de atividades inovadoras na Kvaerner Pulping do Brasil no período 1980-2000. Este resultado alinha-se a estudos anteriores, que têm explorado a importância da dimensão organizacional da competência tecnológica para o desempenho inovador na empresa (Hollander, 1965; Tremblay, 1994; Leonard-Barton, 1998; Dutrénit, 2000; Figueiredo, 2001).

Competências Tecnológicas na Indústria de Bens de Capital para Celulose

A indústria de celulose e papel exige investimentos intensivos. A viabilização deste tipo de indústria só é possível, quando os custos de produção e de investimento podem assegurar a competitividade no mercado internacional de celulose, mesmo em tempos de depressão dos preços. Portanto o desempenho competitivo e a sobrevivência da indústria de bens de capital sob encomenda para a indústria de celulose estão diretamente relacionados à competência das empresas em oferecer soluções que possibilitem aos investidores atingir tais requisitos. Para a implantação de grandes projetos na área de celulose e papel, as maiores empresas no Brasil vêm seguindo procedimentos do tipo *engineering, procurement and construction* (EPC). Nesse tipo de fornecimento, a empresa contratante delega à empresa contratada as tarefas de engenharia, aquisição, construção, instalação e montagem da totalidade ou, o que é mais comum, de partes (áreas) da fábrica. Os prazos para a implantação do investimento e o tempo necessário para o *ramp up*, ou seja, para atingir produção comercial, em níveis e com qualidade adequados, são fatores cruciais para a viabilidade de projetos na indústria de celulose e papel. O atendimento destes requisitos requer competência inovadora interna, pelo menos entre os Níveis 4 e 5 em práticas e processos operacionais e entre os Níveis 5 e 6 em gestão de projetos.

Os processos de polpação da madeira, de branqueamento da celulose e de recuperação química são largamente conhecidos; entretanto a adaptação dos princípios gerais para um tipo específico de produção de celulose e de matéria prima normalmente requer uma solução única para cada instalação. Embora possa haver certa consistência de características dentro de cada espécie, a madeira utilizada em cada fábrica tem características próprias, que dependem não somente da espécie

mas das condições de solo, clima e de manejo florestal (Amsalem, 1983). Além disso, a disponibilidade e os custos relativos de químicos e de insumos em cada local devem ser considerados. Esses esforços conduzem a uma definição original das características para o projeto dos sistemas, que são normalmente **customizados** para cada aplicação. Para desenvolver as atividades de modo a atender a todos estes requisitos, é fundamental que a empresa de bens de capital possua competência tecnológica inovadora própria, pelo menos de Nível 5 em engenharia de sistemas. A competência para adaptar ou aprimorar sistematicamente os equipamentos e especificações de projeto também é crucial para a empresa de bens de capital. O desenvolvimento destas atividades requer que a empresa detenha competência tecnológica inovadora entre os Níveis 4 e 5 em equipamentos de processo.

PAPEL DOS PROCESSOS DE APRENDIZAGEM NA ACUMULAÇÃO TECNOLÓGICA NA KVAERNER PULPING DO BRASIL

. **Variedade dos processos e mecanismos de aprendizagem (Quadros 5 e 6).** Na primeira metade dos anos 80, a empresa não dispunha de competências básicas para realizar operações de rotina; os principais mecanismos de aquisição de conhecimento eram a importação de especialistas da matriz (aquisição externa) e aprendizagem no trabalho do tipo **aprender-fazendo** (aquisição interna). A partir de meados da década de 80, o mecanismo de aquisição externa de conhecimento via contratação de especialistas passou a ter maior relevância. Entretanto a conversão de conhecimento para o nível organizacional dependia quase exclusivamente dos mecanismos de socialização, pois os processos de codificação começaram a serem operacionalizados apenas no final da década de 80. Entre 1991 e 1995, foi introduzido o programa de qualidade total (TQM). Muitas das atividades ligadas ao TQM relacionavam-se aos processos de conversão de conhecimento por meio de mecanismos de socialização, como, por exemplo, a solução compartilhada de problemas em grupos de trabalho e o comitê da qualidade. Neste período, o foco da empresa começou a migrar do fornecimento de equipamentos e máquinas simples para o de sistemas e plantas complexas, em regime EPC. Para fazer frente a este processo de mudança, foram contratados especialistas para várias áreas, como, por exemplo, engenharia de processo, suprimentos, planejamento de projetos, elétrica & instrumentação. O compartilhamento de dados em rede, implantado nesta época, facilitou a difusão da informação entre as pessoas e através das **fronteiras** dos departamentos, dinamizando a conversão de conhecimento para a empresa. A empresa ainda investiu recursos e esforços na codificação de procedimentos e instruções técnicas, para a certificação de seus processos pela ISO 9001. Isto sugere que os processos de aprendizagem que permitiam o desenvolvimento das competências tecnológicas passaram a ser coordenados de modo estratégico no

período 1991-95. Entre 1996 e 2000, o número de processos de aprendizagem mais que dobrou em relação aos utilizados na década de 1980; os processos de codificação praticamente triplicaram. A maior diversidade de mecanismos de aprendizagem gerou maior fluxo de conhecimento e contribuiu para acelerar a acumulação de competências tecnológicas na empresa. Tal evidência alinha-se ao encontrado por Leonard-Barton (1998), Dutrénit (2000) e Figueiredo (2001).

Quadro 5: Variedade dos Processos e Mecanismos de Aprendizagem (1980-2000)

Processos e mecanismos de aprendizagem	Presença ou ausência de mecanismos		
	1980-1990	1991-1995	1996-2000
Aquisição externa de conhecimento			
1 Importação de especialistas da matriz			
▪ Especialistas para partida e comissionamento de plantas	Presente	Presente	Presente
▪ Técnicos do exterior trabalhando na empresa	Presente	Presente	Presente
2 Contratação de especialistas			
▪ Desenv. de competências em assistência técnica, engenharia, suprimentos	Presente	Presente	Presente
3 Contratação de consultores externos			
▪ Para certificações e desenvolvimento de sistemas operacionais/gerenciais	Presente	Presente	Presente
4 Treinamento externo			
▪ Treinamentos externos em microinformática	Presente	Presente	Presente
▪ Treinamentos de longa duração no exterior	Ausente	Presente	Presente
▪ Outros treinamentos conforme levantamento de necessidades	Ausente	Presente	Presente
▪ Palestras e cursos relacionados ao TQM	Ausente	Presente	Presente
▪ Programa de desenvolvimento gerencial	Ausente	Ausente	Presente
▪ Programa de desenvolvimento de gerentes de projeto	Ausente	Ausente	Presente
▪ Reembolso de cursos de idiomas	Presente	Presente	Presente
▪ Reembolso de cursos de graduação	Ausente	Presente	Presente
▪ Reembolso de cursos de pós-graduação	Ausente	Ausente	Presente
5 Congressos e seminários			
▪ Participação em congressos e seminários	Presente	Presente	Presente
6 Interação com clientes e fornecedores			
▪ Seminários de tecnologia com clientes	Ausente	Presente	Presente
▪ Interação para desenvolvimento de projetos	Presente	Presente	Presente
Aquisição interna de conhecimento			
1 Atividades de P&D			
▪ Desenv. de seqüências originais de branqueamento em laboratório	Ausente	Presente	Presente
2 Treinamento interno dos funcionários			
▪ Treinamentos sistemáticos para caldeireiros e soldadores	Presente	Ausente	Ausente
▪ Treinamentos sistemáticos ferramentas de microinformática	Ausente	Presente	Presente
▪ Treinamentos relativos ao TQM e sistema de qualidade	Ausente	Presente	Presente
▪ Treinamentos em <i>softwares</i> de projeto e processo	Ausente	Presente	Presente
3 Atividades de rotina, mecanismos do tipo aprender- fazendo			
▪ Participação de engenheiros recém-formados em projetos	Presente	Presente	Presente
▪ Contratação e desenvolvimento de engenheiros <i>trainees</i>	Ausente	Ausente	Presente
▪ Participação em grupos de supervisão de montagem	Presente	Presente	Presente
▪ Participação de especialistas da empresa em partidas no exterior	Presente	Presente	Presente
▪ Participação de especialistas da empresa em projetos no exterior	Ausente	Ausente	Presente
4 Aprendizagem por busca			
▪ Pesquisa para codificação de materiais	Presente	Presente	Presente
▪ Desenv. em engenharia de processos e projetos por meio de experimentação, comparação de dados de balanço/laboratório com dados industriais etc	Ausente	Presente	Presente
▪ Desenv. de metodologias relativas a impostos, taxações, benefícios etc	Ausente	Presente	Presente

Fonte: Tacla (2002).

Quadro 5: Variedade dos Processos e Mecanismos de Aprendizagem (1980-2000) (continuação)

Processos e mecanismos de aprendizagem	Presença ou ausência de mecanismos		
	1980-1990	1991-1995	1996-2000
Codificação de conhecimento			
1 Codificações e especificações de materiais			
▪ Códigos e padrões de engenharia	Presente	Presente	Presente
▪ Soluções modulares para projetos	Ausente	Ausente	Presente
▪ Desenvolvimento do <i>global mill balance</i>	Ausente	Ausente	Presente
2 Elaboração de procedimentos administrativos			
▪ Normas e regulamentos (comunicações internas e memorandos)	Presente	Ausente	Ausente
▪ Elaboração de procedimentos e instruções técnicas	Ausente	Presente	Presente
3 Certificações e recertificações de projeto e/ou fabricação			
▪ Certificação para projeto e fabricação conforme código ASME	Presente	Presente	Presente
▪ Certificação de processos pela ISSO 9000	Ausente	Presente	Presente
▪ Registros de treinamentos	Ausente	Presente	Presente
4 Sistemas de controle operacionais e gerenciais (DCS/PCS/SAP)			
▪ Sistemas de Controle de Documentos e Administração de Contratos	Presente	Presente	Presente
▪ Integração entre sistemas operacionais e corporativos (ex., PCS)	Ausente	Ausente	Presente
5 Instruções técnicas e ferramentas específicas para projetos			
▪ <i>Technical Instruction Guidelines</i> (TIG)	Ausente	Presente	Presente
▪ Programas ligados a balanços e bancos de dados para dimensionamento e seleção de equipamentos	Ausente	Ausente	Presente
Socialização de conhecimento			
1 Desenvolvimento conjunto com clientes e fornecedores			
▪ Intercâmbio com clientes e fornecedores p/ o desenvolvimento de projetos	Presente	Presente	Presente
▪ Interação continuada com a matriz	Ausente	Presente	Presente
▪ Soluções para construção e montagem (<i>constructability</i>)	Ausente	Presente	Presente
2 Solução compartilhada de problemas			
▪ Participação em grupos para comissionamento e partida de fábricas	Presente	Ausente	Ausente
▪ Trabalho em grupo para criação de codificação de materiais	Presente	Presente	Presente
▪ Reuniões de projeto na empresa	Presente	Presente	Presente
▪ Reuniões de projeto na matriz	Presente	Presente	Presente
▪ Comitê da qualidade	Ausente	Presente	Presente
▪ Desenvolvimento de metodologias relativas a impostos, benefícios	Ausente	Ausente	Presente
▪ Compartilhamento de modelos tridimensionais na empresa, com a matriz e outras empresas: <i>global engineering</i> e <i>co-current engineering</i>	Ausente	Ausente	Presente
3 Visitas à fábricas no exterior			
▪ Visitas a fábricas no exterior	Presente	Presente	Presente
4 Prototipagem			
▪ Desenvolvimento de protótipos por meio de engenharia tridimensional	Ausente	Presente	Presente
5 Rotação no trabalho, grupos multidisciplinares, <i>task-forces</i>			
▪ Times de trabalho multifuncionais e multidisciplinares	Ausente	Presente	Presente
▪ Técnicos trabalham na fábrica e em supervisão de montagem	Presente	Ausente	Ausente
▪ Técnicos trabalham em projetos e em supervisão de montagem	Presente	Presente	Presente
▪ <i>Task-forces</i> (por exemplo, para introdução do PDMS)	Ausente	Presente	Presente
6 Sistemas próprios para disseminação da informação			
▪ Compartilhamento de dados em rede	Presente	Presente	Presente
▪ Comunicação convencional por meio de quadros de avisos, murais	Presente	Presente	Presente
▪ Modalidades de comunicação dinâmica: e-mail, Internet, Intranet	Ausente	Ausente	Presente

Fonte: Tacla (2002).

O Quadro 6 sintetiza a variedade dos processos e mecanismos de aprendizagem utilizados pela empresa nos diferentes períodos de tempo. O número de mecanismos representativos dos processos de aprendizagem utilizados pela empresa em cada período é apresentado entre colchetes.

Quadro 6: Variedade dos Processos e Mecanismos de Aprendizagem - Síntese

Processos de Aprendizagem	Períodos		
	1980 – 1990	1991 – 1995	1996 – 2000
Aquisição Externa	Moderada [8]	Diversa [13]	Diversa [16]
Aquisição Interna	Limitada [5]	Moderada [10]	Diversa [12]
Codificação	Limitada [4]	Moderada [7]	Diversa [11]
Socialização	Moderada [10]	Diversa [14]	Diversa [17]
Total de Mecanismos	27	44	56

Fonte: Tacla (2002).

. **Intensidade dos processos de aprendizagem.** A intensidade dos processos de aprendizagem utilizados na empresa (1980-2000) está sintetizada no Quadro 7. Alinhando-se a estudos anteriores (Garvin, 1993; Bessant, 1998; Figueiredo, 2001), entrevistas com engenheiros e gerentes da empresa enfatizaram o fato de que esforços contínuos no uso de processos de aprendizagem contribuíram para que certas práticas fossem incorporadas à rotina organizacional da firma. Porém as evidências sugerem que, particularmente no período 1980-90, conforme encontrado na indústria de aço (Figueiredo, 2001) e de vidro (Dutrénit, 2000), a simples incidência de processos/mecanismos de aprendizagem não é suficiente para a acumulação de competências tecnológicas inovadoras. Durante esse período a Kvaerner Pulping do Brasil estava restrita a atividades tecnológicas de Níveis 1 ao 3 - básico ao extra básico (vide Figura 2). Em outras palavras, a intensidade de esforços para a codificação de conhecimento, que variou de baixa a intermitente, durante toda a década de 80, parece ter limitado a aprendizagem organizacional neste período.

Quadro 7: Intensidade dos Processos de Aprendizagem

Processos de Aprendizagem	Período		
	1980 – 1990	1991 – 1995	1996 – 2000
Aquisição Externa	Intermitente	Intermitente → Contínua	Contínua
Aquisição Interna	Intermitente	Intermitente → Contínua	Contínua
Codificação	Baixa → Intermitente	Intermitente → Contínua	Contínua
Socialização	Baixa → Intermitente	Intermitente → Contínua	Contínua

Fonte: Tacla (2002).

. **Funcionamento dos processos de aprendizagem.** O funcionamento dos processos de aprendizagem ao longo do período examinado está sumariado no Quadro 8. Durante a década de 1980, o funcionamento dos processos de aprendizagem variou entre ruim e moderado. Os esforços para a codificação de

conhecimento eram praticamente inexistentes. Esta ausência de processos de codificação de conhecimento teve implicações negativas para o funcionamento de todo o processo de transformação de conhecimento tácito individual em competências da empresa durante este período. Entrevistas realizadas com funcionários e ex-funcionários da empresa sugeriram que, de modo geral, não havia coordenação de esforços para a aprendizagem, tanto em nível individual como em nível organizacional. Esta situação fez com que a acumulação de competências inovadoras na empresa fosse limitada, durante a década de 1980. Nesse período, a empresa acumulou competências tecnológicas inovadoras apenas em equipamentos de processo e, ainda assim, de forma inconsistente. No período entre 1991 e 1995, o funcionamento dos processos de aprendizagem evoluiu para moderado a bom.

Quadro 8: Funcionamento dos Processos de Aprendizagem

Processos de Aprendizagem	Período		
	1980 – 1990	1991 - 1995	1996 – 2000
Aquisição Externa	Moderado	Moderado → Bom	Bom
Aquisição Interna	Moderado	Moderado → Bom	Bom
Codificação	Ruim → Moderado	Moderado → Bom	Bom
Socialização	Moderado	Moderado → Bom	Bom

Fonte: Tacla (2002).

O aprimoramento do funcionamento dos processos de aquisição interna e de socialização pode ser associado, em grande parte, à implantação de sistemas como o TQM e aos processos de multiplicação de aprendizagem e treinamentos internos. O funcionamento dos processos de codificação melhorou substancialmente. Por isso a empresa obteve a certificação de seus processos pela ISO 9001, em 1995 (e **recertificações** até o ano 2000).

Entre 1996 e 2000 foram criados vários padrões e sistemas para as áreas de projeto e de engenharia de processo, num esforço amplo de codificação do conhecimento. A empresa desenvolveu sistemas para a integração e consolidação de informações por meio de sistemas operacionais e corporativos. Com o uso criativo da rede de computadores e bancos de dados em larga escala para a sistematização de conceitos, combinando conjuntos diferentes de conhecimento codificado, a transformação de conhecimento técnico individual (tácito) em competências da empresa foi facilitada. Ao proporcionar o compartilhamento de dados e a tramitação de informações e documentos de forma muito mais eficiente, a utilização das redes de computadores trouxe ainda impactos positivos para o processo de socialização de conhecimento.

. **Interação dos processos de aprendizagem.** A partir das evidências empíricas coletadas para o estudo de caso, analisou-se a interação **entre** os diferentes processos e a interação **dentro** dos processos de aprendizagem, como sumariado no Quadro 9. Quando entre colchetes, a classificação refere-se à interação **dentro** dos processos.

Quadro 9: Interação Entre e Dentro dos Processos de Aprendizagem

Processos de Aprendizagem	Período					
	1980 – 1990		1991 – 1995		1996 – 2000	
Aquisição Externa	Moderada	[fraca]	Forte	[fraca]	Forte	[fraca]
Aquisição Interna	Moderada	[fraca]	Forte	[fraca]	Forte	[moderada]
Codificação	Fraca	[fraca]	Moderada	[fraca]	Forte	[fraca]
Socialização	Moderada	[fraca]	Forte	[moderada]	Forte	[moderada]

Fonte: Tacla (2002).

Foram várias as interações dos mecanismos de aprendizagem descritas no estudo subjacente a este artigo (ver Tacla [2002]). Os fornecimentos de torres de branqueamento para fábricas no Brasil e no exterior são exemplos de interação dos mecanismos de aquisição externa (a importação de especialistas) e de aquisição interna (os mecanismos de aprendizagem no trabalho). No processo de codificação de materiais, interagiram mecanismos de aquisição externa (a contratação de especialistas), de aquisição interna (busca e de socialização (o trabalho em grupo para a elaboração da codificação e o compartilhamento destes dados em rede).

DISCUSSÕES E CONCLUSÕES

Este artigo enfocou as implicações dos processos subjacentes de aprendizagem para a acumulação de competências tecnológicas. Esse relacionamento foi examinado na Kvaerner Pulping do Brasil do período 1980-2000. A análise sugere o que se explicita em seguida.

. Durante toda a década de 80, a empresa construiu apenas competências de rotina na maioria das funções tecnológicas. Somente no final desta década, a empresa passou a desenvolver atividades inovadoras em equipamentos de processo. Este fato pode ser relacionado à fraca coordenação dos processos de aprendizagem neste período, evidenciada pelas seguintes características: (1) variedade de processos de aprendizagem, que oscilou de limitada a moderada,

sendo que na maioria dos casos os mecanismos utilizados eram do tipo **aprender-fazendo**; (2) baixa ou intermitente intensidade dos processos; (3) interações fracas/moderadas **entre** processos e interação fraca **dentro** dos processos; e (4) funcionamento ruim ou apenas moderado em todos os processos de aprendizagem.

- . Porém a maioria das características-chaves dos processos de aprendizagem melhorou na primeira metade da década de 90, quando confrontadas às do período 1980-90. A variedade passou a ser diversa para os processos de aquisição externa e de socialização. A intensidade, que era baixa ou intermitente, passou a variar entre intermitente e contínua para a maioria dos processos. A maior variedade de mecanismos de aprendizagem aumentou a base potencial sobre a qual as interações puderam ocorrer. A interação dos processos de aprendizagem contribuiu para a conversão do conhecimento individual em competências da empresa. Neste período a empresa foi capaz de construir e acumular competências inovadoras em gestão de projetos e engenharia de sistemas; além disso, avançou na construção de competência inovadora em equipamentos de processo (do Nível 4 para o 5).
- . No período 1996-2000, grande parte dos processos de aprendizagem apresentou variedade diversa, intensidade contínua e bom funcionamento. A intensidade contínua contribuiu para assegurar um fluxo constante de conhecimento para a empresa e melhor entendimento da tecnologia e seus princípios, além de assegurar a conversão constante da aprendizagem individual para a aprendizagem organizacional. Houve melhora na interação **entre** os processos e **dentro** dos processos. As evidências sugerem que os esforços de aprendizagem foram coordenados e direcionados estrategicamente e que a empresa foi capaz de aprofundar suas competências inovadoras em engenharia de sistemas, gestão de projetos e processos e práticas operacionais. Além disso, conforme constatado durante entrevistas na empresa, a estagnação do processo de acumulação de competências inovadoras em equipamentos de processo na Kvaerner Pulping do Brasil parece estar associada a uma opção estratégica da empresa em direcionar esforços de aprendizagem para o desenvolvimento de competências para outras funções tecnológicas, conforme examinado em detalhes em Tacla (2002). Em suma, a empresa acumulou competências inovadoras em todas as funções tecnológicas, embora não tenha atingido o nível avançado (Nível 7).

As evidências de acumulação de competências na Kvaerner Brasil, particularmente nos anos 90, sugerem que o modo como os vários processos de aprendizagem foram geridos ao longo do tempo jogou papel substancial na acumulação de suas competências tecnológicas. Por isso esses resultados alinham-

se aos argumentos de Kim (1997a, 1998), Dutrénit (2000) e, mais especificamente, de Figueiredo (2001), sobre as implicações práticas da gestão dos vários processos de aprendizagem para a maneira e a velocidade da acumulação de competências tecnológicas na empresa.

Alinhando-se a estudos anteriores (Kim, 1997a; Pavitt, 1998; Ariffin e Bell, 1999; Dutrénit, 2000; Figueiredo, 2001), as evidências aqui mostram que, também numa empresa do tipo da Kvaerner, o processo de construção e acumulação de competências tecnológicas segue trajetórias distintas para funções tecnológicas específicas, ainda que dentro da mesma empresa.

Adicionalmente, as evidências da Kvaerner Pulping do Brasil relativas à acumulação de diferentes competências tecnológicas em níveis inovadores (Níveis 5 e 6) sugerem que certas generalizações como aquelas mencionadas em seção anterior, particularmente em Jorge (1993), Vermulm (1995) e Valença (2001), parecem equivocadas e não refletem a realidade da indústria de bens de capital sob encomenda no Brasil, pelo menos a partir da empresa examinada aqui. Em outras palavras, tais generalizações, uma vez que se baseiam em estudos em nível de setor industrial, ignoram os intrincados processos de acumulação tecnológica e aprendizagem intra-empresariais e, por isso, tendem a não refletir a realidade da indústria. Por isso sugerimos que estudos setoriais sobre desenvolvimento tecnológico sejam complementados com estudos intra-empresariais à luz de modelos analíticos adequados.

Finalmente, este estudo contribui para mostrar como os modelos analíticos para o exame das implicações dos processos de aprendizagem para a maneira e a velocidade de acumulação de competências tecnológicas, desenvolvidos recentemente na literatura (por exemplo, por Figueiredo [2001, 2003]), podem ser aplicados para explicar, com adequado nível de profundidade e detalhe, o relacionamento entre essas duas questões numa empresa de setor industrial pouco estudado na literatura sobre esse assunto: o de bens de capital sob encomenda para a indústria de celulose. Seria frutífero para a literatura e para a prática empresarial, se estudos futuros pudessem gerar novo entendimento sobre a relação entre aprendizagem e desenvolvimento de competências tecnológicas em empresas dessa ou de outras indústrias no Brasil, principalmente mediante comparações entre empresas ou entre setores industriais.

NOTAS

¹ Este artigo deriva da dissertação de mestrado de autoria de Celso Luiz Tacla, desenvolvida e aprovada no Curso de Mestrado em Gestão Empresarial da EBAPE/FGV, que contou com a orientação de Paulo Negreiros Figueiredo (ver Tacla [2002]). A versão anterior deste artigo recebeu o Prêmio ANPAD de melhor trabalho na área temática Administração de Ciência e Tecnologia, durante o XXVI ENANPAD. Os autores são especialmente gratos a José E. Cassiolato, do Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (IE/UFRJ), e a Paulo Emílio M. Martins, da Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas da Fundação Getúlio Vargas (EBAPE/FGV), pelos positivos e frutíferos comentários ao trabalho que deu origem a este artigo. Os autores agradecem imensamente aos avaliadores anônimos pelos seus relevantes comentários. Este estudo não teria sido materializado sem a valiosa cooperação dos profissionais da Kvaerner Pulping do Brasil Ltda. Por isso somos profundamente gratos a eles. Agradecemos imensamente ao Centro de Formação Acadêmica e Pesquisa, da EBAPE/FGV, em especial à professora Deborah M. Zouain e sua equipe, pelo grande apoio recebido durante as várias etapas de implementação deste estudo. Finalmente, agradecemos à direção do Instituto Superior de Administração e Economia (ISAE/FGV) de Curitiba, PR, pelo comprometimento e apoio à implementação do curso de mestrado, que contribuiu para a materialização deste estudo.

² Há o interessante estudo de Teubal (1984), que explica a evolução das exportações brasileiras de bens de capital entre 1970 e 1980 em termos da acumulação de capacidade tecnológica e de subsídios governamentais. Porém trata-se de um estudo muito mais de natureza setorial do que intra-empresarial.

³ Estudos feitos para o Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADCT II).

⁴ Adaptada de Lall (1992) e Bell e Pavitt (1995). Sobre a base conceitual dessa estrutura ver Figueiredo (2001).

⁵ Há outras maneiras de examinar as competências tecnológicas de empresas, por exemplo, por gastos em pesquisa e desenvolvimento (P&D), gastos com pessoal de P&D, qualificação de indivíduos e estatísticas de patentes. Porém esses indicadores, especialmente aqueles baseados na habilidade de indivíduos, ignoram não apenas as características das empresas que operam em economias em industrialização, mas também o contexto organizacional onde a competência tecnológica é desenvolvida. Para uma discussão mais detalhada sobre essas questões ver Figueiredo (2001).

⁶ Sobre a base conceitual e definições detalhadas sobre esse modelo analítico ver Figueiredo (2001).

⁷ Para detalhes da definição e aplicação desses critérios ver Tacla (2002).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMSALEM, M. A.

Technology choice in developing countries.

Cambridge, MA: MIT Press, 1983.

ARGYRIS, C.;

SCHÖN, D.

Organizational learning: a theory of action perspective.
Reading, MA: Addison-Wesley, 1978.

ARIFFIN, N.

The internationalisation of innovative capabilities: the malaysian electronics industry. Brighton, 2000. Thesis (Ph.D.) - University of Sussex.

ARIFFIN, N.;

BELL, M.

Patterns of subsidiary-parent linkages and technological capability building in electronics TNC subsidiaries in Malaysia. In: JOMO, K. S.; FELKER, G. (Org). **Industrial technology development in Malaysia.** New York: Routledge.

BARTZOKAS, A.;

YARIME, M.

Technology trends in pollution-intensive industries: a review of sectoral trends. Maastricht: UNU/INTECH, 1997. Discussion Paper Series, n.1997-06.

BELL, M.

Learning and the accumulation of industrial technological capacity in developing countries. In: KING, K.; FRANSMAN, M. (Org.). **Technological capability in the Third World.** London: MacMillan, 1984.

BELL, M.;

PAVITT, K.

The development of technological capabilities. In: HAQUE, I. U. (Org.). **Trade, technology and**

international competitiveness. Washington: The World Bank, 1995.

BELL, M.;

SCOTT-KEMMIS, D.;

SATYARAKWIT, W.

Limited learning in infant industry: a case study. In: STEWART, F.; JAMES, J. (Org.). **The economics of new technology in developing countries.** London: Francis Pinter, 1982.

BESSANT, J.

Developing continuous improvement capability. **International Journal of Innovation Management**, v. 2, n. 4, p. 409-429, 1998.

DAHLMAN, C.;

FONSECA, F. V.

From technological dependence to technological development: the case of the USIMINAS Steel Plant in Brazil. [S.l.], IBD/ECLA Research Programme, 1978. Working paper, n. 21.

DAHLMAN, C.;

ROSS-LARSON, B.;

WESTPHAL, L.

Managing technological development: lessons from the newly industrializing countries. **World Development**, v. 15, n. 6, p.759-775, 1987.

DAHLMAN, C.;

WESTPHAL, L. E.

Technological effort in industrial development: an interpretative survey in recent survey. In: STEWART, F.; JAMES, J. (Org.). **The economics of new technology in developing countries**. London: Francis Pinter, 1982.

DALCOMUNI, S. M.

Dynamic capabilities for cleaner production innovation: the case of the market pulp export industry in Brazil. Brighton, 1997. Thesis (Ph.D.) - University of Sussex.

DUTRÉNIT, G.

Learning and knowledge management in the firm: from knowledge accumulation to strategic capabilities. Cheltenham: Edward Elgar, 2000.

FIGUEIREDO, P. N.

Technological learning and competitive performance. Cheltenham: Edward Elgar, 2001.

Does technological learning pay off? Inter-firm differences in technological capability-accumulation and operational performance improvement. **Research Policy**, v. 31, p. 73-94, 2002.

Learning, capability accumulation and firms differences: evidence

from latecomer steel. **Industrial and Corporate Change**, v. 12, n. 3, p. 607-643, 2003.

GARVIN, D. A.

Building a learning organisation. **Harvard Business Review**, v. 71, n. 4, p. 78-91, 1993.

HOLLANDER, S.

The sources of increased efficiency: a study of Du Pont Rayon Plants. Cambridge, MA: MIT Press, 1965.

JORGE, M. M.

Competitividade do complexo celulose, papel e gráfica. In: **Estudo da competitividade da indústria brasileira**. Campinas: MCT/FINEP/PADCT, 1993.

KATZ, J.

Importación de tecnología, aprendizaje local e industrialización dependiente. Buenos Aires: Instituto Torcuato Di Tella, 1972.

KATZ, J. et al.

Productivity, technology and domestic efforts in research and development. Buenos Aires, ECLA/IDB/IDRC/UNDP, Research Programme on Scientific and Technological Development in Latin America, 1978. Working paper, n. 14.

KIM, L.

The dynamics of Samsung's technological learning in semiconductors. **California Management Review**, v. 39, n. 3, p. 86-100, 1997a.

Imitation to innovation: the dynamic's of Korea's technological learning. Boston: Harvard Business School Press, 1997b.

Crisis construction and organisational learning: capability building in catching-up at Hyundai Motor. **Organization Science**, v. 9, p. 506-521, 1998.

LALL, S.

Learning to industrialise: the acquisition of technological capability by India. London: MacMillan, 1987.

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

LEONARD-BARTON, D.

A dual methodology for case studies. In: HUBER, G. P.; VAN DE VEN, A. H. (Orgs.). **Longitudinal field research methods**. London: Sage Publications, 1995.

Nascentes do saber: criando e sustentando as fontes de inovação. Rio de Janeiro: Editora da FGV, 1998.

PAVITT, K.

Technology, products and organization in the innovation firm: what Adam Smith tells us and Joseph Schumpeter doesn't. **Industrial and Corporate Change**, v. 7, n. 3, p. 433-51, 1998.

ROTHWELL, R.

Industrial innovation: success, strategy, trends. In: DOGDSON, M.; ROTHWELL, R. (Org). **The handbook of industrial innovation**. Cheltenham: Edward Elgar, 1994.

SCOTT-KEMMIS, D.

Learning and the accumulation of technological capacity in the Brazilian pulp and paper firms. [S.l.], World Employment Programme Research, 1988. Working paper, n. 187, p. 2-22.

SENGE, P.

The leader's new work: building learning organizations. **Sloan Management Review**, n. 32, p. 7-23, 1990.

TACLA, C. L.

Acumulação de competência tecnológica e os processos subjacentes de aprendizagem na indústria de bens de capital: o caso da Kvaerner Pulping no Brasil. Rio de Janeiro, 2002. Dissertação (Mestrado em Administração) - Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas, Fundação Getulio Vargas.

TEUBAL, M.

The role of technological learning in the exports of manufactured goods: the case of selected capital goods in Brazil. **World Development**, v. 12, n. 8, p. 849-865, 1984.

TREMBLAY, P.

Comparative analysis of technological capability and productivity growth in industrialized/industrializing countries. Brighton, 1994. Thesis (Ph.D.) - University of Sussex.

VALENÇA, A. C. V.

A indústria de máquinas e equipamentos para o setor de celulose e papel. **BNDES Setorial**, n.14, p. 93-110, 2001.

VERMULM, R.

O setor de bens de capital. In: SCHWATZMAN, S. (Org.). **Science and technology in Brazil: a new policy for a global world.** Rio de Janeiro: Editora da FGV, 1995.

YIN, R. K.

Case study research: design and methods. 2.ed. London: Sage Publications, 1994.