INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TECHNOLOGICAL INNOVATION
ISTI 10 YEARS
SEPTEMBER 25TH TO 27TH, 2019
ARACAJU, SERGIPE, BRAZIL

ESTRATÉGIAS DE APRENDIZAGEM TECNOLÓGICA EM UMA EMPRESA MULTINACIONAL DE BENS DE CAPITAL

Daniel Vianna Goes Araujo - dvianna.eng@gmail.com
Mestrando em Gestão e Tecnologia Industrial - Senai – CIMATEC
Fernanda Miranda Torres Paiva - fernanda.torres@fieb.org.br
Mestrando em Gestão e Tecnologia Industrial - Senai - CIMATEC
Saulo Queiroz Figliuolo - saulo@figliuolo.com.br
Mestrando em Gestão e Tecnologia Industrial - Senai - CIMATEC
Lucas de Carvalho César - lucas.cesar@fieb.org.br
Mestrando em Gestão e Tecnologia Industrial - Senai - CIMATEC
Petrucio Leal Pereira - petrucio.pereira@fieb.org.br
Mestrando em Gestão e Tecnologia Industrial - Senai - CIMATEC
Renelson Ribeiro Sampaio - renelson.sampa@gmail.com
Pós-Doutorado em Economia - University of Wisconsin – Madison

RESUMO— Este estudo analisa as implicações dos os fatores que mais impactaram na acumulação de capacidade tecnológica e os mecanismos de aprendizagem em uma empresa de bens de capital no Brasil, dando ênfase à dinâmica do processo de aprendizagem e o tempo que a empresa levou para mover-se através dos níveis de inovação. As evidências indicam que os esforços para acumulação de capacidades tecnológicas inovadoras e a melhoria dos mecanismos de aprendizagem, permitiram à empresa aprimorar sua performance operacional em termos de indicadores técnicos.

Palavras-Chave—bens de capital, capacidade tecnológica, acumulação de capacidade tecnológica, mecanismos de aprendizagem.

ABSTRACT— This study analyzes the implications of the factors that most impacted the accumulation of technological capacity and learning mechanisms in a capital goods company in Brazil, emphasizing the dynamics of the learning process and the time the company took to move innovation levels. Evidence indicates that efforts to build innovative technological capabilities and improved learning mechanisms have enabled the company to improve its operational performance in terms of technical indicators.

Keywords—capital goods, technological capacity, accumulation of technological capacity, learning mechanisms.

1 INTRODUÇÃO

Quando uma empresa faz a aquisição de um maquinário com alta tecnologia embarcada logo é pressuposto que haverá um aumento produtivo, acompanhado de uma redução de custos. No entanto, a falta de pessoas qualificadas para operar tais equipamentos, pode acarretar em ineficiência produtiva, deterioração do maquinário ou até mesmo no desuso. Outra situação é a aquisição dos tais equipamentos juntamente com a contratação de engenheiros, técnicos e gerentes altamente qualificados, mas que por si só não garantem o sucesso empresarial, nesse caso, faz-se necessário a existência de um sistema organizacional (treinamentos, rotinas, procedimentos) capaz de integrar de forma eficiente os recursos físicos e humanos.

Para que seja possível avaliar e consolidar tecnologias é necessário adotar uma métrica que seja capaz de identificar e medir tipos e estipular níveis de competências tecnológicas em empresas de bens de consumo. Partindo deste princípio, a competência tecnológica representa os recursos (aptidões, conhecimentos, experiências e sistemas organizacionais), estes, são fundamentais para gerar e gerir mudanças, ou seja, são as habilidades da empresa para realização de aperfeiçoamentos nas diferentes

funções tecnológicas. (FIGUEIREDO, 2015)

O estudo de caso analisado no artigo foi extraído do livro de Figueiredo (2015), "*Gestão da Inovação - Conceitos, Métricas e Experiências de Empresas no Brasil"*, a companhia analisada é uma empresa de bens de capital chamada Kvaerner Pulping do Brasil, uma subsidiária multinacional que opera no Brasil desde 1980 no desenvolvimento de projetos para instituições da área de celulose. Foram considerados dados da empresa no período de 1980 a 2000, onde a Kvaerner desenvolveu e gerenciou vários mecanismos de aprendizagem para acumular níveis elevados de capacidade tecnológicas e se manter competitiva no mercado.

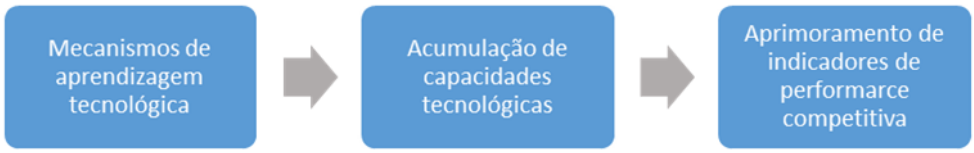
A Kvaerner faz parte de um grupo escandinavo, atualmente parte do grupo Metso, de engenharia e construção, que atua internacionalmente em diversas áreas de negócios como óleo e gás, engenharia e construção, celulose e papel e construção naval, conforme Figura 1.

Figura 01. Organograma do Grupo Metso

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de "Gestão da Inovação - Conceitos, Métricas e Experiências de Empresas no Brasil"

Figueiredo (2015) relata que em particular, o setor de celulose só se viabiliza quando os custos de produção e de investimento asseguram sua competitividade internacional - mesmo quando a cotação do produto apresenta queda – fato, que força empresas de bens de capital dedicadas ao setor de celulose, possuir um alto nível de capacidade tecnológica inovadora, sendo este obtido através do processo de desenvolvimento descrito na Figura 2.

Figura 02. Processo de desenvolvimento tecnológico



Fonte: Elaborado pelos autores a partir de "Gestão da Inovação - Conceitos, Métricas e Experiências de Empresas no Brasil"

O presente trabalho tem como objetivo apresentar os fatores que mais impactaram na acumulação de capacidade tecnológica e os mecanismos de aprendizagem da empresa Kavaerner ao longo do período de 1990 a 2000.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Zaziky (2017), realizou estudo que teve como objetivo analisar como o processo de inovação se relaciona com o desenvolvimento econômico no G7 (Grupo das sete maiores economias do mundo). O autor buscou explicar em que medida a inovação através de investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), podem ser consideradas como um fator de desenvolvimento. O estudo concluiu que o aumento em investimentos em P&D é capaz de gerar desenvolvimento econômico devido ao fato de que a inovação gera um processo de retroalimentação positiva do mercado. Como exemplifica Sierra et al. (2010), a máquina de costura foi inventada por Elias Howe em 1846, contudo, mesmo sendo um produto promissor o aparato não se tornou conhecido até que Issac Singer compreendeu sua potencialidade e concebeu o processo produtivo.

A capacidade tecnológica é conceituada por Bell e Pavitt (1993) como os recursos imprescindíveis para provocar uma mudança tecnológica, esses bens estão presentes nos indivíduos através do conhecimento (tácito e explícito) e nos sistemas organizacionais por meio das estratégias e rotinas.

O processo de acúmulo de capacidades tecnológicas segundo Bell (1984 e 2006), é um processo ininterrupto, logo, a avaliação de uma empresa ocorre ao longo de um período e exprime a sua trajetória na acumulação das capacidades, essa evolução é definida como processo de aprendizagem. O processo de aprendizagem é composto pelos mecanismos que permitem aos colaboradores adquirir aptidões técnicas e conhecimentos tecnológicos dentro da empresa.

De modo geral, a inovação tecnológica está associada a alterações no produto, matéria prima, processo, distribuição e comercialização (TOLEDO, 1987). O processo de aprendizagem está associado à forma pela qual um agente pode gerar ou adquirir conhecimento, ou seja, ao modo pela qual as capacitações são desenvolvidas e adaptadas à mudança no ambiente econômico. Essa abordagem concede ao conceito de aprendizagem uma conotação muito mais ampla do que o simples acesso a um conjunto de informações (TATSCH et al., 2003).

De acordo com Figueiredo (2001), a aprendizagem tecnológica pode ser dividida em dois processos distintos: (a) *processo de aquisição de conhecimentos* – relacionado à aprendizagem no plano individual e pode ser decomposto em processos de aquisição de conhecimentos externos e processos de aquisição de conhecimentos internos; (b) *processo de conversão do conhecimento* - relacionado à aprendizagem no plano organizacional, o qual pode ser desagregado em socialização do saber e codificação do saber.

3 METODOLOGIA

3.1 MÉTRICA PARA ACUMULAÇÃO DE CAPACIDADE TECNOLÓGICA

A métrica apresentada no artigo para aferir a acumulação de capacidade tecnológica foi adaptada por Figueiredo (2015) das indústrias de bens de capital para o setor de papel e celulose. Foi avaliada a evolução da acumulação de capacidade para quatro funções tecnológicas na empresa Kvaerner Pulping do Brasil:

1 - Engenharia de Sistemas;
2 - Gestão de Projetos;
3 - Processos e Práticas Operacionais;
4 - Equipamentos de Processo.

Na caracterização tecnológica foi possível realizar a distinção entre: (a) *competências inovadoras* – que dizem respeito à capacidade para adaptar ou desenvolver novos processos; (b) *competências de rotina* – definidas como a capacidade para usar ou operar certa tecnologia e produtos e sistemas organizacionais.

Após identificadas as dimensões da capacidade tecnológica é necessário mensurá-las com base em atividades que a empresa é capaz de realizar ao longo de sua existência, com base em um quadro analítico no qual as capacidades tecnológicas de uma empresa são classificadas pelo cruzamento entre funções (produtos, organização do trabalho, máquinas, equipamentos e gestão) e níveis de capacidade.

No caso das indústrias de celulose o autor propôs avaliar as quatro funções tecnológicas citadas (*Engenharia de Sistemas*; *Gestão de Projetos*; *Processos e práticas operacionais*; *Equipamentos de processo*) e categoriza-las em 7 níveis de capacidade tecnológica:

Nível 1 – Básico;
Nível 2 - Renovado;
Nível 3 - Extra básico;
Nível 4 - Pré-intermediário;
Nível 5 – Intermediário;
Nível 6 – Intermediário-superior;
Nível 7 – Fronteira internacional.

3.2 MÉTRICA PARA MECANISMOS DE APRENDIZAGEM

Os mecanismos de aprendizagem da empresa em estudo foram verificados sob a métrica da transformação do conhecimento tácito em conhecimento explícito, ou seja, a codificação de procedimentos organizacionais, possibilitando a dissipação do conhecimento de modo eficiente. Os mecanismos foram avaliados conforme a Tabela 1.

TABELA 1. CRITÉRIO QUALITATIVO PARA AVALIAÇÃO DOS MECANISMOS DE APRENDIZAGEM

ATRIBUTOS	CLASSIFICAÇÃO / QUANTIDADE DE PROCESSOS
VARIEDADE	Ausente (n = 0)
	Limitada (n ≤ 5)
	Moderada (5 < n < 10)
	Diversa (n > 10)
INTENSIDADE	Baixa
	Intermitente
	Contínua
FUNCIONAMENTO	Ruim
	Moderado
	Bom
INTERAÇÃO	Fraca (n < 0,5)
	Moderada (0,5 ≤ n < 1,0)
	Forte (n ≥ 1,0)

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de "Gestão da Inovação - Conceitos, Métricas e Experiências de Empresas no Brasil"

4 DISCUSSÃO E RESULTADOS

4.1 ACUMULAÇÃO DE CAPACIDADE TECNOLÓGICA

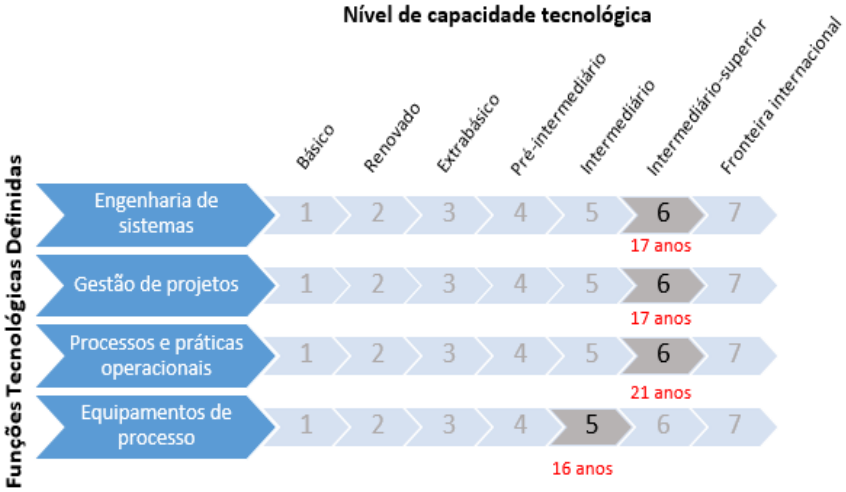
A velocidade de acumulação de capacidade tecnológica relacionada a função "*Engenharia de Sistemas*" foi de 17 anos, a empresa conseguiu atingir o nível 6 da escala (Intermediário superior), nesse patamar a empresa se mostra capaz de desenvolver soluções inovadoras em engenharia de instalações para projetos (*ex: soluções modulares*) e execução de engenharia conceitual (*ex: definições de projeto e testes em laboratórios*).

A função *"Gestão de Projetos"* também atingiu o nível 6 após 17 anos de acumulação, nesse patamar a companhia se mostra capaz de gerenciar grandes projetos em regime EPC, automação para fábricas novas ou grandes expansões em fábricas existentes além de provisão integral e sistemática de assistência técnica, inclusive no exterior.

"Processos e Práticas Operacionais" alcançou o nível 6 após 21 anos de acumulação, nesse estágio a corporação possui sistemas avançados de gestão integrados (*ex: Project Control System*) e desenvolve ferramentas avançadas em engenharia de produção.

Por fim a função tecnológica *"Equipamentos de Processo"* obteve o nível 5 (*Intermediário*) após 16 anos, a empresa mostra-se capaz de executar aprimoramentos sistemáticos em projetos de componentes críticos e peças de máquinas e equipamentos.

Figura 03. Nível de capacidade tecnológica atingida pela Kavaerner Pulping durante período do estudo.



Fonte: Elaborado pelos autores a partir de "Gestão da Inovação - Conceitos, Métricas e Experiências de Empresas no Brasil"

4.2 MECANISMOS DE APRENDIZAGEM

Segundo a *"Variedade"* dos processos, na primeira metade de 1980 a empresa importava especialistas da matriz pois não dispunha de capacidade básica para realizar operações de rotina (aquisição externa) e aprendia empiricamente executando as poucas rotinas de trabalho (aquisição interna). A partir de 1991 houve a introdução do programa de qualidade total (TQM), que estava majoritariamente relacionado ao processo de conversão do conhecimento tácito em explícito. Nesse período, o foco da empresa migrou do fornecimento de equipamentos e máquinas simples para o de sistemas de plantas complexas, em regime EPC. Para fazer frente a este processo de mudança, foram contratados especialistas para as áreas de engenharia de processos, suprimentos, planejamento de projetos, elétrica, instrumentação e implantação do compartilhamento de dados em rede, a empresa ainda investiu recursos e esforços para certificação de seus processos pela ISSO 9001. Entre 1996 e 2000, 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 capacidades tecnológicas na empresa.

Analisando a *"Intensidade"* dos mecanismos, entre 1980 e 1991 a incidência de mecanismos de aprendizagem não foi suficiente para acumulação de capacidade tecnológica inovadora, pois nesse período a empresa estava restrita a atividades tecnológicas de nível básico ao extra básico. Após esse período a intensidade de praticamente todos os mecanismos transitaram para um modo intenso e contínuo, atingindo níveis excelentes a partir de 1996.

Durante a década de 1980 o *"Funcionamento"* dos processos de aprendizagem oscilou entre ruim e moderado, com esforços praticamente inexistentes para codificação de conhecimento, tanto em nível individual como organizacional. Após 1991 o aprimoramento dos processos de aquisição interna e de compartilhamento podem ser associados em grande parte à implantação de sistemas como o TQM, processos de multiplicação de aprendizagem e treinamentos internos, esse conjunto de fatores colaboram diretamente para obtenção da certificação ISSO 9001 em 1995. A partir de 1996 a empresa desenvolveu sistemas para integração das informações e melhoria do funcionamento dos processos por meio de sistemas operacionais.

De forma empírica, foi avaliada a *"Interação"* entre os processos da companhia, ficou claro no estudo que a partir da década 1991 a interação foi significativamente melhorada devido a fatores internos como treinamentos,

compartilhamento de dados em rede e aquisições externas de especialistas ao quadro da empresa, o que possibilitou como por exemplo, o fornecimento de torres de branqueamento para fábricas no Brasil e exterior.

TABELA 2. TABELA DETALHADA DOS MECÂNISMOS DE APRENDIZAGEM

Processos e mecanismos de aprendizagem	Presença ou ausência de mecanismos		
	1980-1990	1991-1995	1996-2000
Aquisição externa de conhecimento			
Importação de especialistas da matriz			
Especialistas para partida e comissionamento de plantas	Presente	Presente	Presente
Técnicos do exterior trabalhando na empresa	Presente	Presente	Presente
Contratação de especialistas			
Desenvolvimento de competências em assistência técnica, engenharia e suprimentos	Presente	Presente	Presente
Contratação de consultores externos			
Para certificações e desenvolvimento de sistemas operacionais / gerenciais	Presente	Presente	Presente
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	Ausente	Presente	Presente
Reembolso de cursos de graduação	Ausente	Presente	Presente
Reembolso de cursos de pós-graduação	Ausente	Ausente	Presente
Congressos e seminários			
Participação em congressos e seminários	Presente	Presente	Presente
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			
Atividades de P&D			
Desenvolvimento de sequências originais de branqueamento em laboratório	Ausente	Presente	Presente
Treinamento interno dos funcionários			
Treinamentos sistemáticos para caldeireiros e soldadores	Presente	Ausente	Ausente
Treinamentos sistemáticos em ferramentas de microinformática	Ausente	Presente	Presente
Treinamentos relativos ao TQM e sistema de qualidade	Ausente	Presente	Presente
Treinamentos em softwares de projeto e processo	Ausente	Presente	Presente
Atividades de rotina, mecanismos do tipo **aprender fazendo**			
Participação de engenheiros recém-formados em projetos	Presente	Presente	Presente
Contratação e desenvolvimento de engenheiros *traineers*	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
Aprendizagem por busca			

Pesquisa para codificação de materiais	Presente	Presente	Presente
Desenvolvimento em engenharia de processos e projetos por meio de experimentação comparação de dados de balanço/laboratório com dados industriais etc.	Ausente	Presente	Presente
Desenvolvimento de metodologias relativas a impostos, taxações benefícios etc.	Ausente	Presente	Presente

Fonte: Figueiredo, (2015)

5 CONCLUSÃO

Durante toda década de 1980, a empresa construiu apenas capacidades de rotina na maioria das funções tecnológicas. Havia pouca variedade de processos de aprendizagem através de uma política de aprendizagem predominantemente prática, além de baixa intensidade e interação dos processos.

A partir da década de 1991, a maioria das características chave dos processos de aprendizagem melhoraram quando confrontadas ao período anterior, a maior variedade de mecanismos de aprendizagem aumentou a base potencial sobre a qual as interações puderam ocorrer. A maior interação dos processos de aprendizagem como na implementação do TQM e compartilhamento de dados em rede, contribuíram para conversão do conhecimento tácito em explícito, tornando a empresa capaz de construir e acumular capacidades inovadoras em gestão de projetos, equipamentos de processos e principalmente na acumulação de capacidades inovadoras em engenharia de sistemas.

No período de 1996 a 2000, grande parte dos processos de aprendizagem apresentaram variedade diversa, intensidade contínua, bom funcionamento e uma alta interação. A intensidade contínua contribuiu para o melhor entendimento das tecnologias pelos colaboradores, além de assegurar a conversão constante da aprendizagem individual em organizacional. O gerenciamento estratégico da empresa nesse período, foi capaz de aprofundar suas capacidades inovadoras em engenharia de sistemas, gestão de projetos e práticas operacionais, a estagnação da acumulação de capacidade inovadora em equipamentos de processo (Nível 5), esteve associado a uma opção estratégica da empresa de direcionar esforços para outras funções tecnológicas.

REFERÊNCIAS

BELL, M. **Learning and accumulation of industrial technological capacity in developing countries**. In K. King and M. Fransman (Eds.) Technological Capability in the Third World, London: Macmillan, 1984.

BELL, M. **Time and technological learning in industrialising countries: how long does it take? How fast is it moving (if it all)?** International Journal of Technology Management, vol. 36, 2006.

BELL, M; PAVITT, K. **Technological accumulation and industrial growth: contrasts between developed and developing countries.** Industrial and Corporate Change, 1993.

FIGUEIREDO, P. M. **Gestão da Inovação - Conceitos, Métricas e Experiências de Empresas No Brasil.** São Paulo: Ltc, 2015.

FIGUEIREDO, P. N. **Technological learning and competitive performance.** Massachusetts: Edward Elgar, 2001.

SIERRA, J. C. V; RODRIGUES, L. C; CORADINI, C. **Pensamento Schumpeteriano: Uma revisão no contexto da Casas.** XIII SEMEAD – Seminários em Administração; São Paulo**,** 2010.

TATSCH, A. L; TORRES, R; ALMEIDA, S; CASSIOLATO, J. E. **Learning and cooperation for innovation at local level: some conceptual aspects and indicators of RedeSist**. Globelics Conference Innovation Systems and Development Strategies for the Third Millenium, Rio de Janeiro, 2003.

TOLEDO, J. C. **Qualidade industrial: conceitos, sistemas e estratégias**. São Paulo: Atlas, 1987.ZAZIKY, M. A. D; MARIN, S. R; ALMEIDA, V. P. **Inovação como fator econômico: o caso G7.** 6º Fórum Internacional ECOINOVAR; Rio Grande do Sul, 2017.