

Aquisição e criação de conhecimento na indústria de alta tecnologia

Juliano Pavanelli Stefanovitz (USP) julianops@prod.eesc.usp.br

Marcelo Seido Nagano (USP) drnagano@usp.br

Resumo

O presente trabalho analisa os processos de aquisição externa e criação interna de conhecimento na indústria de alta tecnologia, ambiente no qual, reconhecidamente, se faz uso intensivo do conhecimento. Para tanto, apresenta estudo de caso de uma Divisão de P&D de empresa do ramo de automação industrial. Neste estudo, além da identificação dos canais de aquisição de conhecimentos do ambiente externo, é efetuada análise dos processos de conversão entre os tipos de conhecimentos observados nas atividades envolvidas no desenvolvimento de seus produtos.

Palavras-chave: Gestão do conhecimento, P&D, Desenvolvimento de produtos.

1. Introdução

O século passado marcou a consolidação de teorias e métodos desenvolvidos para melhorar a performance das organizações na aquisição, gestão e utilização de recursos materiais e financeiros. Indústrias foram concebidas em meio a arranjos produtivos que otimizam o fluxo de matérias-primas, sistemas foram implantados para gerenciar o suprimento de materiais pelas empresas e modelos financeiros foram adotados para uma eficiente distribuição e utilização do capital disponível nos diversos departamentos de uma organização.

No entanto, mudanças radicais vêm acontecendo no cenário econômico-produtivo mundial nos últimos anos. Novos vetores de ação ganham destaque na criação de vantagens competitivas, deixando os tradicionais fatores de produção, ligados aos ativos físicos e financeiros de uma organização, em um plano secundário. Essa nova realidade que emerge exige a construção de conceitos que auxiliem as organizações a lidarem com aquele que, hoje, é seu mais importante recurso: o conhecimento (DRUCKER, 1993).

A atenção se volta, então, para abordagens que tentam explicar os processos pelos quais o conhecimento é adquirido, criado, disseminado, protegido e, por fim, materializado na forma de inovações em produtos e serviços, fato que explica o grande destaque dado à Gestão do Conhecimento (GC) nos meios acadêmico e empresarial.

O presente artigo tem por objetivo a investigação dos processos através dos quais as organizações podem adquirir conhecimento do ambiente externo ou criar novos conhecimentos internamente. Para tanto, efetua inicialmente revisão da literatura ligada ao assunto, com destacada atenção para teorias consolidadas que fundamentaram as bases conceituais da GC nos últimos anos. Enfoque especial é dado para abordagens que analisam a inserção destes modelos em ambientes que fazem uso intensivo do conhecimento, como os setores de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) em indústrias de alta tecnologia.

Após a revisão bibliográfica, é apresentado estudo de caso conforme Yin (2001) na investigação da Divisão de P&D de uma empresa brasileira de avançada tecnologia em automação industrial. Neste estudo, são evidenciados os processos que sustentam e fomentam a criação de novos conhecimentos e as formas encontradas pela Divisão para adquirir continuamente conhecimentos externos ligados ao seu ramo de atuação.

2. Revisão conceitual

A necessidade de se redesenhar os processos organizacionais em torno do conhecimento exige um entendimento inicial sobre a natureza deste recurso. Segundo Nonaka & Takeuchi (1997), pode-se classificar o conhecimento em dois tipos: o conhecimento explícito – formal, sistemático, quantificável, facilmente disseminado – e o conhecimento tácito – pessoal, subjetivo, de difícil formalização, armazenado nas mentes dos indivíduos.

Estes autores são responsáveis pela consolidação de uma abordagem que mapeia os processos através dos quais novos conhecimentos são criados no contexto organizacional. É proposto modelo dinâmico da criação de conhecimento que se ancora na interação social entre os conhecimentos tácito e explícito, em particular nos quatro processos de conversão existentes entre eles, conforme mostrado na Tabela 1: Socialização, Externalização, Combinação e Internalização (SECI).

		De Conhecimento...	
		Tácito	Explícito
Para Conhecimento...	Tácito	SOCIALIZAÇÃO Cria Conhecimento Compartilhado (Habilidades individuais, vínculos interpessoais, capacidade de improvisação)	COMBINAÇÃO Cria Conhecimento Sistêmico (Materializado em documentos, bases de dados, patentes, licenças)
	Explícito	EXTERNALIZAÇÃO Cria Conhecimento Conceitual (Articulado em imagens, desenhos e esquemas, representam conceitos/arquiteturas de produtos e processos)	INTERNALIZAÇÃO Cria Conhecimento Operacional (Know-how em atividades diárias, cultura e rotinas organizacionais)

Fonte: Adaptado de Nonaka *et al.* (2000)

Tabela 1 – Conversões entre os tipos de conhecimento

A chamada espiral de criação do conhecimento tem início com a **Socialização**, processo de conversão de novos conhecimentos tácitos através de experiências compartilhadas em interações sociais e técnicas. Por ser de difícil formalização, este tipo de conhecimento só pode ser obtido através de experiências diretas e ações de caráter mais prático. O conhecimento tácito criado é articulado na **Externalização**, onde ele é explicitado e compõe base conceitual para produção de novos conhecimentos na forma de imagens e documentos.

O processo de **Combinação** consiste na reunião, edição e processamento de conhecimentos explícitos gerando conhecimentos explícitos mais complexos ou sistematizados que são, por suas vezes, disseminados na organização ou comunidade. Por fim, no processo de **Internalização**, o conhecimento explícito, materializado, é aplicado, usado em experiências práticas e compõe a base cognitiva para novos processos. O processo de criação de conhecimento através da espiral SECI está representado na Figura 1.

Para ilustrar essa abordagem, Nonaka & Toyama (2003) exploram o conceito de “*Ba*”, palavra de origem japonesa usada para representar o contexto compartilhado e dinâmico no qual o conhecimento é criado, disseminado e utilizado. Uma organização criadora de novos conhecimentos pode ser entendida como uma configuração orgânica de vários “*Ba*’s”, onde os indivíduos interagem entre si baseados no conhecimento que eles possuem e nos significados que eles criam. Quando se enxerga a empresa sob esta ótica, ao invés da tradicional visão estrutural, pode-se identificar que tipos de conhecimentos devem ser criados por que tipos de pessoas, e quais interações devem ser estimuladas para potencializar o desempenho de todo o processo produtivo.

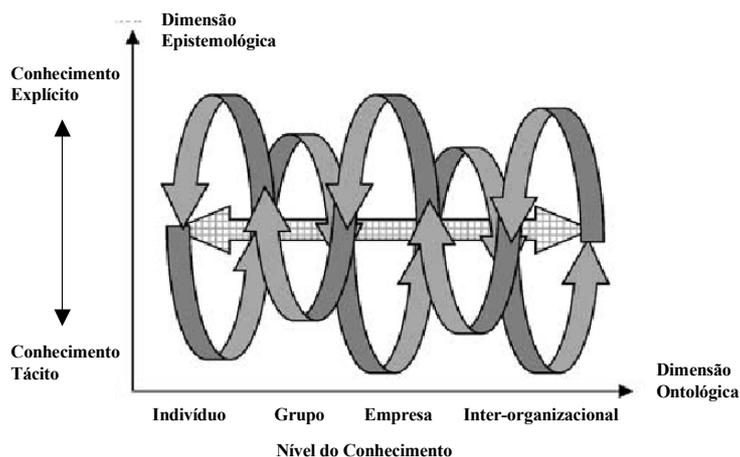


Figura 1 – Espiral SECI através das Conversões de Conhecimento em diferentes níveis

Pesquisas recentes demonstram que o Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) de alta complexidade tecnológica tipicamente requer integração de conhecimentos heterogêneos para a obtenção de efeitos sinérgicos (PARIKH, 2001; SUH, 2004). Evidentemente, toda esta gama de conhecimentos necessários não pode ser inteiramente criada dentro da organização – nem pode ser obtida de apenas uma fonte. Logo, deve-se entender uma organização que faz uso intensivo de conhecimento como uma célula inserida num arranjo dinâmico de “Ba’s” composto por outras empresas, organizações setoriais, universidades e institutos de pesquisa, elementos interconectados por contínuas trocas de conhecimento (BRANNBACK, 2003).

Neste contexto, Brannback (2003) ratifica a importância de contexto adequado para alavancar a espiral SECI e a construção de ativos de conhecimento num “Ba” e entre “Ba’s”. Assim, as práticas de GC em grupos de P&D devem alinhar efetivamente o fluxo do conhecimento existente entre os indivíduos, entre as unidades de pesquisa, e através das fronteiras organizacionais que conectam a companhia o ambiente (PARIKH, 2001). Em concordância com estas idéias, Corso & Paolucci (2001) defendem que, especialmente quando se lida com produtos de alta complexidade, a gestão efetiva da inovação dos produtos é aquela capaz de permitir o processamento e a transferência de grandes quantidades de informação entre projetos e por integrar conhecimentos oriundos de diferentes fontes, internas e externas.

Portanto, o mapeamento das fontes críticas de conhecimento que sustentam as atividades de P&D é de grande importância para a identificação das reais fontes de valor e para um eficiente direcionamento de esforços organizacionais. A Tabela 2 identifica as fontes mais relevantes e as classifica em suas dimensões principais – interna ou externa, provedora de conhecimento tácito ou explícito.

Num estudo que investiga a criação de redes de conhecimento em áreas de P&D, Brannback (2003) destaca o grande impacto que a participação de funcionários em comunidades científicas e industriais pode trazer no estabelecimento de interações efetivas de criação de conhecimento e aprendizagem organizacional.

No sentido de se buscar uma aproximação entre os conceitos de GC e as etapas do PDP, Silva & Rozenfeld (2002) descrevem um método de avaliação da GC no PDP com foco na avaliação da ocorrência dos quatro tipos de conversões do conhecimento nas quatro dimensões do PDP: Estratégia, Organização, Atividades/Informações e Recursos.

	Interna	Externa
Conhecimento Tácito	Experiência acumulada na organização Intuição/Insight Formação acadêmica dos indivíduos Formação cultural dos indivíduos Relacionamentos intraorganizacionais Especialistas/Pesquisadores	Especialistas/consultores do ramo Melhores práticas do ramo Relacionamentos interorganizacionais Clientes Pesquisadores acadêmicos Outras instituições de pesquisa
Conhecimento Explícito	Banco de dados da organização Sistemas de informação Sistemas de arquivos Procedimentos operacionais padronizados Atas de reuniões Documentos técnicos e protótipos Manuais de produtos Patentes	Banco de dados externos Produtos e manuais da concorrência Artigos acadêmicos Manuais de especificações e estrutura Normas Industriais Patentes externas Parcerias com outras empresas

Fonte: Adaptado de PARIKH (2001).

Tabela 2 – Fontes de Conhecimento em P&D

Nonaka *et al.* (2000) defendem que o processo de obtenção de conhecimentos do ambiente externo não pode ser encarado como uma simples relação “input-output”. Segundo eles, deve-se entender esse processo como uma interação dinâmica de forte componente tácito, amplamente influenciado por rotinas e habilidades organizacionais e que requer tempo, intensos esforços corporativos e forte capacidade interna para uma assimilação efetiva. Este conjunto de abordagens até aqui discutido alicerçou a construção do estudo apresentado a seguir.

3. Metodologia

Adotou-se nesta investigação a metodologia do Estudo de Caso, que, segundo Yin (2001), torna possível a realização de análise empírica de fenômeno contemporâneo no mundo real. Num estágio inicial, a pesquisa consistiu da análise de fontes secundárias como referências bibliográficas e pesquisas acadêmicas. Num segundo estágio, fontes primárias foram utilizadas para a obtenção de informação, num processo de interação real, durante 15 meses de contato entre a investigação e o objeto estudado. Assim, além do acesso praticamente irrestrito à documentação ligada ao tema na empresa, de entrevistas com desenvolvedores, gerentes e membros da alta administração, tal contato fortaleceu a capacidade de análise das informações obtidas e de identificação do cenário encontrado.

4. Estudo de caso

O tema deste estudo é o mapeamento dos processos que sustentam a aquisição e a criação de conhecimento em ambientes de P&D de alta tecnologia. Procura-se identificar os canais de troca de conhecimento de uma Divisão de P&D com o ambiente externo e examinar seu processo de desenvolvimento de produtos sob a ótica do recurso conhecimento.

4.1 A empresa: histórico e características gerais

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

Possui como diferenciais competitivos, inequivocamente, sua forte orientação ao desenvolvimento de novas tecnologias e sua ampla capacidade e flexibilidade para inovar. Tais afirmações são corroboradas pelos inúmeros prêmios de inovação tecnológica que já

recebeu, pela consolidação de parcerias internacionais para transferência de tecnologia e pelo grande número de patentes registradas nos EUA (13 já registradas e outras 30 em andamento).

O início de sua empreitada no mercado externo deveu-se ao grande sucesso de suas novidades tecnológicas no mercado nacional no período que sucedeu o pró-álcool e a regulamentação das substituições de importações. Neste contexto, intensificou seus esforços no desenvolvimento de produtos inovadores e conseguiu grande visibilidade mundial. A partir de então, só fez crescer seu ritmo de desenvolvimento e a amplitude de seu portfólio de soluções, processo no qual sua Divisão de P&D Eletrônico desempenhou papel de destaque.

4.2 A Divisão de P&D Eletrônico

Célula fundamental do processo de inovação da empresa, a divisão de P&D Eletrônico conta com aproximadamente 120 profissionais – 10% do total de sua força de trabalho – dentre os quais se destaca a presença de mestres e doutores formados pelas principais instituições de pesquisa do país. A Divisão é organizada em grupos de desenvolvimento responsáveis por cada uma das áreas funcionais que compõe a tecnologia integrada e por equipes multifuncionais dedicadas a projetos específicos. A estrutura hierárquica contém um diretor, gerentes que lideram os grupos de desenvolvimento, coordenadores que lideram os projetos e os demais engenheiros de desenvolvimento e testes. Na Tabela 3 são apresentados dados gerais sobre a formação dos recursos humanos presentes na Divisão.

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

Tabela 3 – Sumário de informações da Divisão de P&D Eletrônico

Na Divisão, encontra-se ambiente corporativo singular. O clima predominante é de informalidade, liberdade e autonomia. A atividade criativa e o desenvolvimento dos funcionários são estimulados por meio de políticas claras, como a recompensa financeira pelo desenvolvimento de patentes e a publicação de artigos em revistas técnicas especializadas, além do reembolso de despesas de traslado e liberação de um dia por semana para dedicação a cursos de pós-graduação.

Pode-se dividir os projetos desenvolvidos na Divisão de P&D em dois grandes grupos. No primeiro, tem-se o desenvolvimento de novos sistemas requisitados pela Divisão Comercial da companhia. Nesse caso, devem ser considerados clientes diretos da Divisão de P&D as próprias equipes de engenharia e vendas da empresa. Já o segundo grupo é constituído pelos projetos de parceria com outras empresas para transferência de tecnologias. O sucesso dos novos protocolos de comunicação industrial – tecnologias responsáveis pela interconexão entre vários equipamentos que efetuam a automação de uma planta – desenvolvidos pioneiramente pela empresa chamou a atenção de outras organizações interessadas em obter tais tecnologias. Nesse segundo tipo de projeto, a Divisão fornece sistemas, códigos-fonte e informações técnicas quase que diretamente ao setor de P&D da empresa contratante.

4.2.1 Relação da Divisão com suas fontes de conhecimento

O valor agregado aos sistemas desenvolvidos é majoritariamente constituído por complexos e extensos códigos de software. Assim, pode-se afirmar que a matéria-prima fundamental da Divisão é conhecimento. Ao longo do processo de desenvolvimento e evolução das versões destes produtos, inúmeras fontes de conhecimento, internas e externas, são identificadas. Um dos fatores do sucesso desta célula de P&D na criação e atualização das tecnologias da

companhia é o modo intenso e versátil com que cria interfaces para troca de conhecimento com o mundo externo a ela. A Figura 2 ilustra as principais interfaces identificadas.

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

Figura 2 – Interações da Divisão com o ambiente externo para aquisição de conhecimento

Dentre as interações encontradas, o canal de troca de conhecimentos com a universidade merece destaque. Além de possuir vários funcionários participando de cursos de Mestrado/Doutorado e grupos de pesquisa, outros links vêm sendo formados com o meio acadêmico, por exemplo com a contratação de serviços de consultoria de pesquisadores especializados em tecnologias chave no ramo de automação.

O estabelecimento de parcerias tecnológicas também compõe o roteiro de aquisição de conhecimento da Divisão, através de contratos que visam a troca de know-how técnico entre empresas do ramo. Em um exemplo recente, acordo foi firmado com empresa alemã líder no segmento de segurança industrial interessada em obter conhecimentos sobre as tecnologias de transmissão de dados desenvolvidas na Divisão. A conexão permitiu a troca direta de conhecimento entre equipes das empresas através de cursos, reuniões e troca de documentos técnicos.

A participação de funcionários da Divisão em comunidades científicas e industriais também merece destaque. Dentre seus gerentes e coordenadores se encontram integrantes ativos de grupos de pesquisa de caráter científico-tecnológico e líderes e membros de importantes organizações, nacionais e internacionais, de padronização e disseminação de tecnologias.

4.2.2 Criação de conhecimento no processo de desenvolvimento

O processo de desenvolvimento, manutenção tecnológica e controle de versões dos sistemas produzidos é altamente complexo. A fim de melhor apresentá-lo no contexto de trabalho identificado na Divisão, ele foi dividido em quatro grandes etapas: Definição do Conceito do Sistema, Planejamento e Definição da Arquitetura do Sistema, Implementação e Testes, e, por fim, Transição para a Produção e Aplicação. Aqui, vale destacar que, sendo a maior parte do valor encontrado no produto residente em códigos de software, a etapa de Implementação é

basicamente constituída pelos esforços de programação computacional dos engenheiros de desenvolvimento responsáveis por cada módulo do sistema. Apesar do objetivo de se evoluir o projeto ao longo destas etapas de forma seqüencial e unidirecional, iterações reversas e revisões/reedições de etapas anteriores são altamente freqüentes devido à constante mudança de requisitos e à identificação de limitações e entraves tecnológicos.

Conforme visto, faz-se necessário identificar os processos de conversão do conhecimento para se compreender o processo de criação do conhecimento e, conseqüentemente, a inovação. Apesar de não apresentar um grande programa ou departamento exclusivo de GC – um projeto piloto se encontra em formação – alguns processos sedimentados no ciclo de trabalho da Divisão ao longo dos anos merecem atenção. A Figura 3 apresenta a relação entre as etapas de desenvolvimento e as principais atividades ligadas aos quatro tipos de conversão do conhecimento.

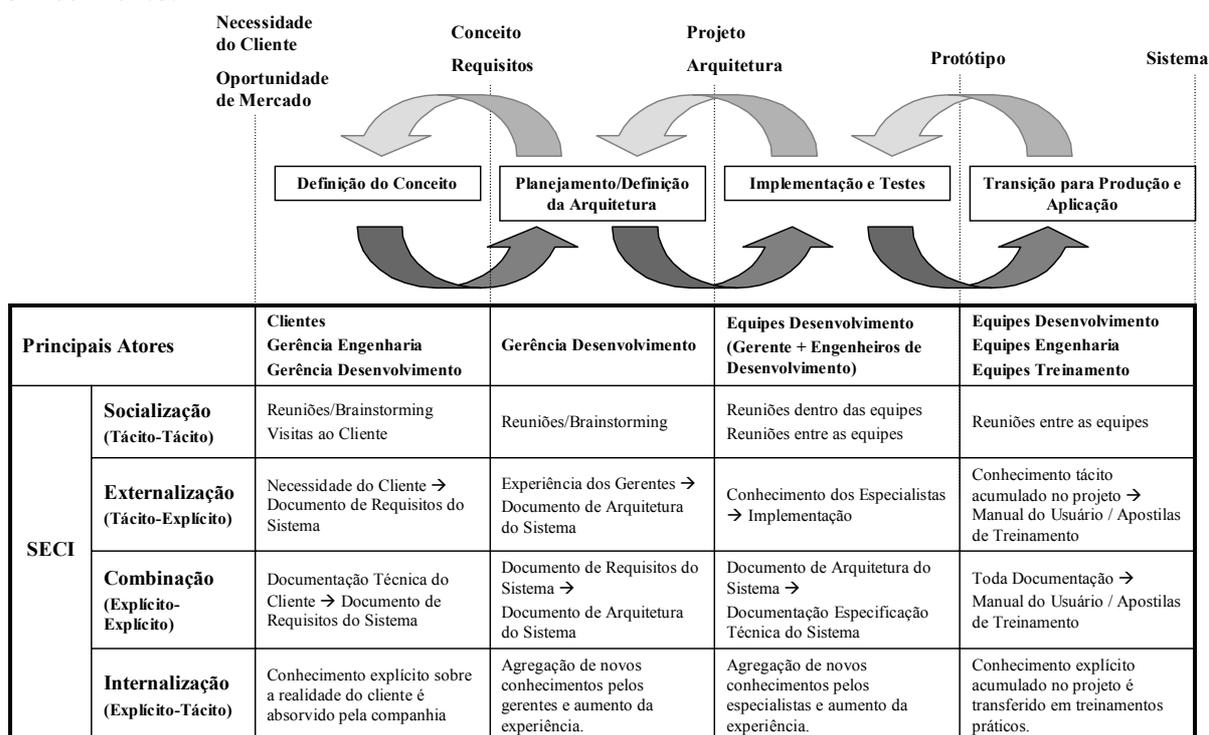


Figura 3 – Principais conversões de conhecimento (SECI) no desenvolvimento de produtos na empresa estudada

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

- Relatório de Requisitos do Sistema (produto da etapa de Definição do Conceito): agrega as funcionalidades e características gerais que o sistema a ser desenvolvido deve possuir;
- Relatório de Arquitetura do Sistema (produto da etapa de Planejamento/Definição da Arquitetura do Sistema): reúne grande quantidade de informações a serem consultadas pelos desenvolvedores;
- Documentação Técnica de software, hardware e resultados de testes concebida pelos desenvolvedores na fase de Implementação e Testes;
- Manual do Usuário e Apostilas de Treinamento: além de seus fins óbvios, desempenham

importante papel na disseminação do conhecimento adquirido ao longo do projeto. De linguagem menos técnica e mais didática, servem de instrumento de aprendizado individual para profissionais de outros setores da empresa ou desenvolvedores inseridos em outros projetos que necessitem de informações menos profundas sobre o sistema.

É também notória a importância dos processos em que predominam conhecimentos tácitos. Em etapas iniciais do projeto, mostra-se vital a experiência dos gerentes no correto entendimento das necessidades técnicas por parte dos clientes. Já na etapa de Implementação, a aplicação e disseminação do know-how acumulado pelos especialistas em projetos anteriores, especialmente no desenvolvimento de software e hardware, propiciam a formação de bases cognitivas comuns nas equipes. Para tanto, a informalidade e a liberdade encontradas no ambiente se mostram altamente colaborativas, pois estimulam o trânsito e as interações entre funcionários, reduzindo as “lacunas” entre as atuações individuais e tornando o conhecimento organizacional menos pontual.

5. Considerações finais

Intensas discussões teóricas têm permeado temas ligados à Gestão do Conhecimento e muitas pesquisas surgem ratificando a importância do conhecimento no estabelecimento de vantagens competitivas. No entanto, poucos estudos encontrados fazem uso desse ferramental conceitual para analisar de forma efetiva os processos organizacionais – e seus atores – em que o conhecimento é criado ou adquirido.

Este artigo evidencia as formas encontradas por uma Divisão de P&D na obtenção de conhecimentos que alimentam seu processo de desenvolvimento e a mantêm tecnologicamente atualizada. O estudo de caso mostra a necessidade de se posicionar uma unidade que faz uso intensivo de conhecimento, como a Divisão estudada, numa teia setorial que envolve diversos atores. Além disso, fazendo uso de abordagens teóricas consolidadas, ratifica a importância de se desenhar subprocessos adequados para sustentar as atividades envolvidas no desenvolvimento de produtos, de forma a estimular as conversões dinâmicas entre os conhecimentos explícito e tácito.

6. Bibliografia

- BRANNBACK, M. (2003) - R&D collaboration: role of Ba in knowledge-creating networks. *Knowledge Management Research & Practice*, 1, p. 28-38.
- CORSO, M. & PAOLUCCI, E. (2001) - Fostering innovation and knowledge transfer in product development through information technology. *International Journal of Technology Management*, Vol. 22, p. 126-148.
- DRUCKER, P. (1993) - *Sociedade Pós-Capitalista*. São Paulo: Pioneira.
- NONAKA, I. & TAKEUCHI, H. (1997) - *Criação de conhecimento na empresa*. Rio de Janeiro: Campus.
- NONAKA, I.; TOYAMA, R. & NAGATA, A. (2001) – A Firm as a Knowledge Creating Entity: A New Perspective on the Theory of the Firm. *Industrial and Corporate Change*, Vol. 9, No 1, p. 932-1292.
- NONAKA, I. & TOYAMA, R. (2003) - The Knowledge-Creating Theory Revisited: Knowledge Creation as a Synthesizing Process. *Knowledge Management Research & Practice*, 1, p. 2-10.
- PARIKH, M. (2001) - Knowledge Management framework for high-tech research and development, *Engineering Management Journal*, Vol. 13 No 3, p. 27-33.
- SILVA, S.L. & ROZENFELD, H. (2002) - Gestão do conhecimento no processo de desenvolvimento. *Anais do Congresso Anual da Sociedade Brasileira de Gestão do Conhecimento*, 1.
- SUH, W.; SOHN, J.H. & KWAK, J.Y. (2004) - Knowledge management as enabling R&D innovation in high tech industry: the case study of SAIT, *Journal of Knowledge Management*, Vol. 8, No. 6, p. 5-15.
- YIN, R. (2001) - *Case Study Research*. Sage Publications, California.