

AS TRANSFORMAÇÕES DO CONHECIMENTO NO PROCESSO DE
INOVAÇÃO: O DESENVOLVIMENTO DA TECNOLOGIA FLEX FUEL NOS
SISTEMISTAS BRASILEIROS

Autoria: Wilian Gatti Junior, Abraham Sin Oih Yu

Resumo

Este artigo tem como objetivo caracterizar e entender a transformação do conhecimento a partir dos desafios que surgem em uma das mais complexas atividades empresariais: o desenvolvimento de novos produtos. Para isto, investiga o projeto de desenvolvimento da tecnologia *flex fuel* no contexto brasileiro de três fornecedores de sistemas para a indústria automobilística (sistemistas), historicamente voltado à adaptação de tecnologias e não ao desenvolvimento. O projeto de desenvolvimento da tecnologia *flex fuel* reúne características que o diferencia da maioria de outros no setor no país, pois foi concebido fora do domínio das montadoras e representa uma experiência, talvez pioneira, que subsidiárias de sistemistas no Brasil tiveram no sentido de integrar competências direcionadas a um desenvolvimento (e não simples adaptação) de elevado grau de complexidade. Metodologicamente este artigo se apoiou em uma ampla pesquisa exploratória que possibilitou o entendimento de grande parte do contexto político, tecnológico e institucional que envolveu o lançamento do primeiro carro bicomcombustível do país e entrevistas realizadas para os três estudos de caso (Bosch, Magneti Marelli e Delphi) reunindo mais de 11 horas de depoimentos. Os projetos foram divididos em três fases (pré-desenvolvimento, desenvolvimento e pós-desenvolvimento) e o conhecimento classificado de duas formas: tácito (presente na mente das pessoas) e explícito (conhecimento codificado e registrado) que interagem para formar o conhecimento organizacional por meio da socialização, externalização, combinação e internalização. A pesquisa concluiu que as interações entre os tipos de conhecimento ocorrem de modo distinto em cada uma das fases do projeto. No pré-desenvolvimento, a organização se utiliza mais do conhecimento tácito dos seus empregados (ex.: desenvolvimentos anteriores, interpretação dos sinais de mercado) para construir o conceito de um novo produto. Na etapa seguinte, fase de desenvolvimento, um projeto conduzido de modo formal (com aprovação e recursos destinados ao projeto) emprega o conhecimento tácito, por meio da interação entre diferentes gerações de engenheiros e principalmente, o conhecimento explícito, com o registro das lições do desenvolvimento em relatórios, arquivos e banco de dados. Já um projeto informal, se concentra na construção do conhecimento tácito. Na última fase do projeto, o pós-desenvolvimento, a organização aprende por meio da interação comercial com o mercado (conhecimento tácito) e pelo aprendizado de campo, com as informações reportadas sobre o desempenho do seu produto em condições reais de utilização (conhecimento explícito). Espera-se que este trabalho possa contribuir com novas perspectivas de estudos voltados a relação entre conhecimento e inovação, sobretudo pela importância dos temas para o aumento da competitividade do país.

1 Introdução

Muitos trabalhos relacionam o conhecimento e o desenvolvimento de novos produtos (ex.: BECKER; ZIRPOLI, 2003; HARGADON; SUTTON, 1997; PARIKH, 2001), mas não há uma produção substancial dessas pesquisas retratando inovações em países das chamadas economias emergentes (ex.: SILVA, 2002; SILVA; ROZENFELD, 2003, 2007). Isso pode ser explicado, em parte, pela natureza das atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D) nesses países, ainda concentradas nas adaptações de produtos projetados nas matrizes ou em centros de pesquisa localizados em países desenvolvidos. No caso específico do Brasil, a tendência verificada é a consolidação de competências para adaptar produtos ao mercado local e regional (por exemplo, o Mercosul) e/ou a participação de projetos mundiais, em que se assume a responsabilidade por etapas do desenvolvimento ou do fornecimento global do produto, em razão da capacidade de manufatura local (ROZENFELD *et al.*, 2006). Em resumo, embora as subsidiárias brasileiras tenham reunido certa competência e experiência em atividades de inovação, as matrizes ainda concentram o conhecimento e a tecnologia nas atividades de P&D (CERRA; MAIA; ALVES FILHO, 2007).

Alguns setores industriais brasileiros se esforçam para alterar essa tendência e, entre eles, o automobilístico apresenta casos interessantes. Para Cerra, Maia e Alves Filho (2007) lançamentos de sucesso como o EcoSport da Ford, o Celta e a Meriva da General Motors, o Fox da Volkswagen e o Palio (parcialmente desenvolvido no país) da Fiat são alguns dos exemplos. Entretanto, foi com o desenvolvimento do veículo *flex fuel* ou bicombustível (capaz de funcionar com álcool, gasolina ou qualquer mistura entre ambos) que as subsidiárias nacionais demonstraram possuir conhecimentos não disponíveis nas matrizes e passaram a abrigar diversos centros de referência em P&D para combustíveis alternativos. Diferentemente de outros desenvolvimentos de sucesso, esse projeto não foi liderado pelas montadoras, mas por uma nova e emergente base de fornecedores conhecida como sistemistas. Os sistemistas surgiram por volta da segunda metade da década de 1990, são constituídos por grandes grupos multinacionais e respondem pelo fornecimento de módulos ou sistemas completos às montadoras, gerenciando para isso sua própria rede de fornecedores. As montadoras passaram, então, a concentrar suas competências na integração desses sistemas (CERRA; MAIA; ALVES FILHO, 2007).

As discussões sobre um veículo que pudesse ser abastecido por outro combustível líquido, além da gasolina, não são recentes. As crises do Petróleo de 1973 e 1979 alertaram governos de todo o mundo quanto à necessidade de reduzirem a sua dependência com relação a essa fonte de energia. No Brasil, os estudos nesse sentido evoluíram para a criação do Programa Nacional do Álcool (PNA) ou Proálcool, em 1975, e culminaram com o desenvolvimento do carro movido 100% por etanol (E100) em 1979. Nos Estados Unidos, a pesquisadora da Ford, Roberta J. Nichols coordenou um projeto que resultou na primeira conversão de um veículo a gasolina para metanol (ZUBRIN, 2007). Em 1982, a própria Nichols iniciou o desenvolvimento pioneiro da tecnologia capaz de fazer um veículo ser abastecido com metanol (que mais tarde seria substituído pelo etanol de milho) e gasolina em qualquer proporção, o chamado *flexible fuel vehicle* (FFV) (NICHOLS, 2003).

No Brasil, a ideia de um veículo bicombustível só surgiu no início da década de 1990, quando engenheiros da Bosch brasileira mantiveram contato com as lições do desenvolvimento de um FFV conduzido pela matriz alemã no mercado norte-americano. Combinando esse aprendizado com o conhecimento sobre o carro a álcool brasileiro, a injeção eletrônica e as necessidades e exigências do mercado nacional, a empresa apresentou em 1994 o primeiro protótipo de um veículo *flex fuel* (um Ômega da General Motors). Entretanto, o custo do sensor, o mesmo empregado na tecnologia americana para reconhecer o combustível, inviabilizava comercialmente o produto no Brasil. Somado a isso, o desinteresse das

montadoras por soluções envolvendo o álcool e os recursos para P&D sendo destinados a projetos voltados aos chamados carros populares (motores até 1000 cilindradas) fizeram a ideia do novo veículo ser arquivada. No início da década de 2000, questões ligadas à preocupação ambiental, a limites mais estreitos às emissões de poluentes veiculares e o baixo preço do álcool reavivaram o interesse no desenvolvimento de veículos movidos a combustíveis alternativos. Assim, grande parte do setor passou a investir no desenvolvimento da tecnologia *flex fuel* e uma solução técnica que dispensou o uso do sensor para reconhecimento do combustível (que passou a ser feito via *software*) viabilizou comercialmente o produto. Quando o novo veículo passou a ser taxado com o mesmo IPI (imposto sobre produtos industrializados) do carro a álcool (alíquota inferior à do carro a gasolina) o carro *flex* nacional foi lançado. Coube à Volkswagen, em 24 de março de 2003, o anúncio de lançamento do Gol Total Flex, com motor de 1.6 litros, o primeiro veículo produzido no país equipado com o sistema *flex fuel* (fornecido pela Magneti Marelli). Em apenas cinco anos, mais de 90% dos veículos novos comercializados no país já contavam com a tecnologia bicomcombustível.

No contexto da indústria automobilística brasileira, o desenvolvimento do sistema *flex*, a despeito de seu sucesso comercial, foi muito significativo por dois aspectos. Primeiro como já foi destacado, por ter nascido entre os sistemistas e não nas montadoras (como nos EUA) que mantêm a governança sobre a cadeia de suprimentos e segundo, por ser a experiência, talvez pioneira, que subsidiárias de sistemistas instaladas no país tiveram no sentido de integrarem competências direcionadas a um desenvolvimento de elevado grau de complexidade, o que não representava simplesmente a adaptação de um projeto existente. Nesse projeto, foram exigidas capacidades técnicas e gerenciais para combinar conhecimentos existentes com outros totalmente novos. Os sistemistas equacionaram problemas relacionados com mudanças nos processos de manufatura, engenharia, materiais, componentes da injeção eletrônica e do carro a álcool, além de questões envolvendo as preferências e necessidades dos consumidores, limites de emissões e a produção de uma solução de baixo custo.

Com base no desenvolvimento e sucesso comercial da tecnologia *flex fuel*, vislumbrou-se a oportunidade de associar temas de pesquisa conduzidos até o momento de modo disperso ou parcialmente integrados. Com isso, este trabalho intenciona relacionar o conhecimento organizacional com o processo de inovação no contexto de um país emergente. Para perseguir este objetivo, investiga os projetos envolvendo o sistema *flex fuel* conduzidos pelos três sistemistas pioneiros nesse desenvolvimento no Brasil (Bosch, Magneti Marelli e Delphi). Questiona-se desse modo como se deu a transformação do conhecimento nos sistemistas instalados no país durante o projeto de desenvolvimento do sistema *flex fuel*.

A pesquisa irá percorrer a contínua interação entre o conhecimento tácito (presente na mente das pessoas) e o explícito (encontrado em registros, documentos e banco de dados) nas diferentes fases de um projeto de inovação (pré-desenvolvimento, desenvolvimento e pós-desenvolvimento). Investigações dessa natureza já foram conduzidas (DYCK *et al.*, 2005; SCHULZE; HOEGL, 2006; SCHULZE; HOEGL, 2008) e diferenças na maneira como o conhecimento é transformado puderam ser observadas em cada uma das fases do desenvolvimento do produto. O contexto estudado e a formatação metodológica desses trabalhos são, entretanto diferentes dos apresentados neste artigo.

Após essa introdução, o artigo apresenta uma breve revisão sobre os conceitos de desenvolvimento de novos produtos (DNP) e conhecimento organizacional. Em seguida descreve os procedimentos metodológicos desta pesquisa. A quarta seção é dedicada aos estudos de caso descrevendo cada uma das fases do DNP nos três sistemistas pesquisados. A última seção se dedica a apresentar os resultados e limitações da pesquisa, bem como sugestões para estudos futuros.

2 Revisão da Literatura

2.1 Desenvolvimento de produtos

Para Cunha (2008) as técnicas e métodos empregados no DNP começaram a ser estudados de modo mais sistemático a partir do final do século XIX e de modo gradual, foram ganhando destaque na indústria alcançando especial interesse no final do século XX. Nessa trajetória evoluíram não só a base de conhecimento sobre o tema, mas também, o papel do profissional envolvido. Inicialmente, o DNP era visto como um trabalho centrado no indivíduo envolvendo, em geral, uma área de conhecimento, sendo mais recentemente, reconhecida como uma atividade articulada e realizada de modo colaborativo entre diversos profissionais de várias áreas.

O conceito de DNP analisado por Rozenfeld *et al.* (2006) – baseado no funil de Clark e Wheelwright (1993) – reuniu as perspectivas de estudos anteriores em um modelo denominado: modelo unificado do processo de desenvolvimento de produtos. O modelo separado em três macro-fases (pré-desenvolvimento, desenvolvimento e pós-desenvolvimento) é voltado principalmente para empresas de manufatura de bens de consumo duráveis e de capital e envolve as seguintes áreas de conhecimento: gestão de projetos, meio ambiente, marketing, engenharia de produto, engenharia de processo, produção, suprimentos, qualidade e custos. Cada uma dessas áreas desenvolve um papel no modelo proposto.

No modelo unificado de Rozenfeld *et al.* (2006) a macro-fase de pré-desenvolvimento se inicia com a definição do projeto de desenvolvimento que considera a estratégia da empresa e da unidade de negócios, os recursos e conhecimentos a disposição da organização, as informações sobre os clientes, tendências tecnológicas e mercadológicas. Esta fase termina com a elaboração de um portfólio de projetos e produtos, financeiramente e tecnicamente, viável. Após esta fase, inicia-se a macro-fase de desenvolvimento com a elaboração das especificações do produto, no chamado projeto informacional. Na fase seguinte, projeto conceitual, a equipe de projeto se envolve em atividades de busca, criação, representação e seleção de soluções para o problema(s) do projeto, envolvendo inclusive, a definição de parcerias de co-desenvolvimento. Após o alcance dos objetivos desta fase, o projeto detalhado desenvolve e finaliza as especificações do produto para a produção e para as fases seguintes do desenvolvimento. Esse detalhamento envolve o sistema, subsistemas e componentes. As duas últimas etapas do desenvolvimento compreendem a preparação para o lançamento do produto e o lançamento em si envolvendo, deste modo, a cadeia de suprimentos. A preparação tem por objetivo a produção de lotes piloto, o desenvolvimento do processo de produção, o suprimento com os fornecedores e a homologação do processo. O lançamento do produto envolve os canais de distribuição, os processos de venda, campanhas de marketing, atendimento ao cliente e assistência técnica. A última macro-fase do modelo, o pós-desenvolvimento, envolve o acompanhamento do produto e processo com o objetivo de identificar necessidade e/ou oportunidades de melhoria, e a descontinuidade do produto no mercado encerrando assim seu ciclo de vida.

2.2 Conhecimento organizacional

Embora a compreensão sobre as consequências do aprendizado para as organizações esteja consolidada, não há um consenso claro sobre como ele é operacionalizado e disseminado na organização (LYNN; AKGÜN, 2000). Diversas correntes teóricas têm surgido para explicar esse fenômeno, mas dada a complexidade e estrutura dinâmica do conhecimento, sequer foi possível estabelecer consenso quanto à forma de classificar e categorizar as diversas abordagens. Essa diversidade se estende, também, ao corpo teórico dos

estudos sobre aprendizagem organizacional. Segundo Easterby-Smith (1997) ele é formado por diferentes disciplinas como: psicologia, desenvolvimento, cultura e teoria organizacional, gestão da informação, sociologia, gestão de operações e estratégia. Se por um lado, essa diversidade impossibilita a construção de uma teoria condensada sobre o tema (EASTERBY-SMITH, 1997), por outro, permite uma maior compreensão sobre a importância do conhecimento nas organizações (LYNN; AKGÜN, 2000).

O entendimento do conhecimento como tácito e explícito entre os diversos níveis organizacionais, encontrou respaldo em autores como Crossan, Lane e White (1999), Hedlund (1994) e principalmente, Nonaka e Takeuchi (2008). Para eles, o conhecimento é criado pela contínua transformação entre os dois tipos de conhecimentos, partindo do indivíduo até atingir a organização. Para Nonaka e Takeuchi (2008) a troca entre os conhecimentos se dá por meio de quatro dimensões (socialização, externalização, combinação e internalização – SECI):

- socialização – conhecimento compartilhado (conhecimento transmitido entre pessoas);
- externalização – conhecimento conceitual (documentação dos conhecimentos);
- combinação – conhecimento sistêmico (agrupamento dos documentos);
- internalização – conhecimento operacional (estudo dos documentos).

Silva (2002) destaca que a socialização ocorre com freqüente diálogo, conversas livres e comunicação pessoal (face-a-face). Também são utilizadas ações como *brainstorms*, *insights*, relações do tipo mestre e aprendiz envolvendo observação, imitação e prática, compartilhamento de experiências, observações, modelos via trabalho em equipe. A externalização surge com a utilização da linguagem figurada convertendo conceitos subjetivos em representações simbólicas com a utilização de metáforas, analogias, deduções e induções. Relatos orais e filmes, além da descrição do conhecimento tácito em planilhas, textos, imagens, figuras, etc. A produção de livros, relatórios e portais na internet são estratégias para essa conversão do conhecimento. A combinação ocorre com o agrupamento e processamento de diferentes conhecimentos explícitos. A tecnologia da informação é muito empregada nesse processo com o uso/criação de banco de dados, redes como intranet e *softwares* como CRM (*customer relationship management*). Outros mecanismos empregados são a padronização por meio de documentos, conversas telefônicas, reuniões e educação (formais), troca de relatórios e documentos, Já a internalização acontece quando indivíduos se dedicam a leitura, estudo e a reinterpretação e re-experimentação de vivências e práticas (*learning by doing*), além de experiências com simulações, jogos e representações de papéis.

A despeito das críticas (GOURLAY, 2006; RIBEIRO; COLLINS, 2007), os pressupostos de Nonaka e Takeuchi (2008) tem encontrado respaldo na construção de modelos teóricos e na pesquisa empírica, principalmente no campo da inovação. Com uma base de dados coletadas em 94 projetos de DNP em 33 empresas na Alemanha, Áustria e Suíça, os pesquisadores Schulze e Hoegl publicaram alguns trabalhos utilizando o modelo SECI. Hoegl e Schulze (2005) examinaram as dez principais práticas de gestão do conhecimento aplicado aos projetos estudados e as cruzaram com as transformações do conhecimento. Nesse trabalho, constataram grande importância do conhecimento explícito, com as transformações definidas como combinação seguida da externalização. Schulze e Hoegl (2006) estudaram o DNP em duas fases distintas: a fase de concepção (pré-desenvolvimento) e a de desenvolvimento. A revisão apresentada pelos autores constatou que a externalização era a transformação do conhecimento mais importante na fase de concepção e a combinação na fase de desenvolvimento, mas o impacto das demais não havia ainda sido estudado. A partir dessa constatação, procuram responder a duas questões: haveria outras transformações do conhecimento importantes para o sucesso de novos produtos? E os quatro

modos de conversão do conhecimento são positivamente relacionados com o sucesso de novos produtos durante as fases de concepção e desenvolvimento dos projetos? Com os dados coletados puderam observar que há uma correlação positiva da socialização e internalização na fase de concepção do projeto (ênfase no conhecimento tácito) e da externalização e combinação na fase de desenvolvimento (ênfase no conhecimento explícito). Em Schulze e Hoegl (2008) os pesquisadores trataram da criação do conhecimento aplicado a fase de concepção chegando a constatações idênticas ao estudo anterior. Nesse conjunto de trabalhos, destacaram a necessidade de estudos qualitativos e em outros contextos (especialmente culturais) para estudar o tema.

3 Metodologia

Este trabalho foi alicerçado sobre três grandes blocos que sintetizam a metodologia empregada para sua construção. O primeiro é constituído por uma ampla pesquisa exploratória que possibilitou o entendimento de grande parte do contexto político, tecnológico e institucional que envolveu o lançamento do primeiro carro bicomcombustível do país. A pesquisa teve início em agosto de 2008 e prosseguiu até março de 2009, durante a disciplina Inovação e Desenvolvimento de Produtos do curso de pós-graduação em Administração na Universidade de São Paulo (USP), envolveu, ao todo, 16 pessoas entre alunos e professores da disciplina. A investigação percorreu a literatura sobre o tema e reuniu mais de 25 horas de depoimentos de executivos ligados a três fornecedores (Bosch, Delphi e Magneti Marelli), duas montadoras (General Motors e Volkswagen) e entidades de classe envolvidas (União da Indústria da Cana-de-açúcar e Associação Brasileira de Engenharia Automotiva) traçando um amplo panorama sobre os motivadores e a trajetória de desenvolvimento do sistema *flex*.

O segundo bloco metodológico é dedicado à revisão da literatura que percorreu duas grandes áreas: DNP e conhecimento e aprendizagem organizacional. O objetivo era reforçar os conceitos adquiridos na pesquisa exploratória de 2008 e permitir o contato com pesquisas com objetivos semelhantes aos perseguidos por este trabalho (ex.: SCHULZE; HOEGL, 2006).

O terceiro e último bloco é formado pelos três estudos de caso pesquisados para este artigo, que apresentam a evolução do desenvolvimento da tecnologia *flex fuel* nas três primeiras empresas que se dedicaram ao desenvolvimento da solução no país: Bosch, Delphi e Magneti Marelli (MM). Para controle foram entrevistadas três montadoras: Volkswagen (VW), General Motors (GM) e Ford. A estratégia de múltiplos casos foi escolhida, pois as comparações entre os diferentes projetos possibilitariam construir uma base mais sólida para as evidências coletadas (YIN, 2005).

Antes dos contatos para agendamento das entrevistas, cada uma das empresas recebeu uma carta descrevendo os objetivos da pesquisa, como modo de reafirmar o compromisso com resultados de qualidade e criar um vínculo de confiança com o entrevistado (FIGUEIREDO, 2003). As entrevistas foram então agendadas por telefone e/ou e-mail.

Devido à dificuldade em obter autorização para a gravação das entrevistas, optou-se por transcrevê-las em blocos de papel. A estratégia básica para a realização das entrevistas foi inspirada em Figueiredo (2003), isto é, foram conduzidas de modo informal como uma conversa estruturada. As anotações com os registros das entrevistas foram transformadas em um texto (arquivo eletrônico) que foi submetido aos informantes por e-mail no prazo máximo de 72h (a maior parte em 24h) para revisão e autorização do que poderia ou não ser divulgado.

Primeiramente, realizaram-se entrevistas não estruturadas com montadoras, que serviram para a triangulação das informações coletadas posteriormente nas unidades de

análise. Considerou-se como unidade de análise, o projeto de desenvolvimento dos sistemas *flex fuel* na Bosch, Delphi e MM.

Nas empresas pesquisadas foram utilizadas entrevistas semi-estruturadas e fontes secundárias (artigos acadêmicos e matérias publicadas em revistas de negócio e especializadas em automóveis). Além das entrevistas realizadas (quadro 1), dezenas de telefonemas rápidos e e-mails foram utilizados para a resolução de dúvidas e/ou busca de novas informações. Os dados coletados durante a pesquisa exploratória (primeiro bloco metodológico) também foram utilizados.

Quadro 1 - Relação das entrevistas

Data	Empresa	Duração da Entrevista	Posição do Entrevistado
28/04/10	General Motors	1h	Gerente de Engenharia de Produto
28/04/10	Volkswagen	1h30	Gerente de Engenharia
03/05/10	Bosch	1h30	Gerentes de Engenharia (3)
18/05/10	Ford	1h	Supervisor de Engenharia Avançada
31/05/10	Magneti Marelli	1h30	Gerente de Pesquisa e Desenvolvimento
29/06/10	Delphi	1h (por telefone)	Supervisor de Engenharia
14/07/10	Bosch	0h45 (por telefone)	Gerente de Engenharia
26/08/10	Bosch	1h30	Gerente de Engenharia
03/09/10	Magneti Marelli	1h	Gerente de Pesquisa e Desenvolvimento
20/10/10	Delphi	1h (por telefone)	Supervisor de Engenharia

A análise dos dados envolveu o exame, categorização, classificação de dados em tabelas e a recombinação das evidências (YIN, 2005). Para contornar as dificuldades construiu-se uma estratégia geral composta de três etapas e que serviu de guia para essa atividade:

- a. Reconstrução das entrevistas em formato de narrativa: a partir do conjunto de dados coletados, uma narrativa para cada entrevista foi produzida, considerando as evidências que tiveram estreita ligação com os objetivos e constructos da pesquisa (MIGUEL, 2007).
- b. Análise individual dos casos: de posse da narrativa de cada um dos casos, a análise propriamente dita teve início com a codificação dos dados com base nos constructos principais do trabalho. Essa foi a fase de codificação aberta (GIBBS, 2009), quando se procedeu a leitura crítica das narrativas e identificação dos trechos para cada um dos modos de conversão do conhecimento em cada uma das fases do produto. A operacionalização dessa atividade contou com o apoio de uma versão demo do *software* NVivo versão 8.0. Em seguida, houve um refinamento desta codificação, quando o conteúdo de cada categoria foi confrontado com citações extraídas da literatura. A narrativa de cada uma das fontes de coleta de dados forneceu as evidências associadas com a transformação do conhecimento correspondente dentro de cada uma das fases de DNP (pré-desenvolvimento, desenvolvimento, pós-desenvolvimento). O resultado desta fase foi exibido em quadros demonstrativos capazes de representar de maneira sistemática e visual, as informações e dados coletados (MIGUEL, 2007).
- c. Análise comparativa dos casos: após a análise individual de cada caso foi realizada a análise comparativa entre os casos, com o objetivo de encontrar pontos em comum e as diferenças observadas (EISENHARDT, 1989). O processo de análise pode promover o abandono, a modificação ou a manutenção de cada uma das inferências (HARGADON; SUTTON, 1997) inicialmente elaboradas na análise dos casos individuais, sendo reportadas neste artigo aquelas que podiam ser sustentadas.

4 Estudos de Caso

A solução de injeção bicomustível tem como princípio de funcionamento o monitoramento eletrônico constante de diversas variáveis do motor (ar, combustível, temperatura, centelha e diversos outros), que são processadas por um computador central (ECU - *Electronic Control Unit*) equipado com um *software* específico, que comanda o funcionamento do motor para cada condição de uso. Esse *software* tem suas origens no desenvolvimento da injeção eletrônica para veículos a gasolina e depois álcool.

O conceito de um veículo *flex fuel* brasileiro nasceu na Bosch em 1992. O projeto desde o seu início contou com a aprovação da diretoria, mesmo não havendo montadoras interessadas em desenvolvê-lo. Os concorrentes MM e Delphi começaram seus projetos no final da década de 1990 de modo informal, isto é sem aprovação da companhia. Apenas com os contratos das montadoras (VW e GM respectivamente em meados de 2002) é que ambas formalizaram seus projetos. A MM foi a primeira a lançar seu sistema em um Gol da VW em março de 2003. Em seguida foi a vez da Delphi equipar um Corsa 1.8 litros da GM em junho de 2003. A pioneira Bosch foi a última a ter seu sistema lançado, isto ocorreu em setembro de 2003 em um Polo da VW.

As seções seguintes condensam as observações colhidas nas empresas estudadas, analisando em cada uma das fases do desenvolvimento da tecnologia *flex fuel*, como se desenrolou o projeto e as transformações do conhecimento do modelo SECI.

4.1 Fase do pré-desenvolvimento

Diferentemente da definição de Rozenfeld *et al.* (2006) para a fase de pré-desenvolvimento, esta pesquisa recua para muito antes da ideia do sistema *flex fuel* e adota como início dessa etapa, o começo da estruturação dos departamentos de P&D das empresas no Brasil. Esse início foi motivado pela necessidade de atender aos limites de emissão de poluentes criados em meados dos anos 1980 e que culminou com a introdução dos catalisadores e principalmente da injeção eletrônica, que substituiu os antigos carburadores. O fim dessa etapa é decretado com a aprovação do projeto pela empresa ou com o início da discussão das ideias para seu desenvolvimento, após a formatação do conceito do produto.

Dentre os processos de conversão do conhecimento propostos por Nonaka e Takeuchi (2008), a internalização e a socialização apareceram com maior intensidade nesta fase do projeto. Esta pesquisa não obteve dados que sustentassem a evidência dos processos de externalização e combinação no pré-desenvolvimento.

Na Bosch, os engenheiros se prepararam estudando, analisando, observando, em outras palavras, acumulando conhecimento para a elaboração do conceito do produto e a comprovação de sua viabilidade técnica e comercial. Parte do *know how* técnico da companhia que envolvia a injeção eletrônica, havia sido internalizado como conhecimento tácito pelos engenheiros, que posteriormente o utilizariam no projeto *flex fuel* (SCHULZE; HOEGL, 2008):

[...] somada à adição de 22% de álcool anidro na gasolina brasileira (E22) que forçou os fornecedores de sistemas de injeção a desenvolverem soluções para melhorar o desempenho do motor, com a utilização de sensores, foram os motivadores para a ideia de um veículo capaz de rodar com gasolina e álcool. (BOSCH).

Outra característica marcante do processo de internalização é a incorporação de conhecimento por meio de simulações ou experimentos (NONAKA; TOYAMA; KONNO,

2000), como foi observado na MM na questão da miscibilidade dos combustíveis (álcool hidratado e anidro e gasolina). A empresa manteve o foco nos testes empíricos em detrimento dos estudos teóricos.

A mesma metodologia foi empregada para verificar a viabilidade técnica da mistura álcool (hidratado e anidro) e gasolina que foi obtido pela análise empírica promovida nos protótipos (improvisados) construídos, além dos testes conduzidos com um motor no dinamômetro de bancada (MM).

Pela internalização é possível também captar os *inputs* do mercado e imaginar os produtos em uso e como eles poderão ser vistos pelos consumidores (SCHULZE; HOEGL, 2008). Foi o caso, por exemplo, da Delphi ao visualizar um produto melhor que o carro a álcool:

A ideia para um veículo *flex fuel* surgiu por volta de 1998 com a notícia sobre o renascimento do Proálcool por meio da criação de uma lei Federal (Lei nº 9660 de 16 de junho de 1998) que criava o que foi denominado como “Frota Verde” (DELPHI).

A socialização é o outro modo de conversão de destaque nesta fase. Ele é suportado na MM a partir da concepção da ideia de um sistema bicomcombustível que passou por um estágio de compartilhamento de experiências e expectativas entre os membros da organização (NONAKA; TAKEUCHI, 2008):

O Pedro desenvolvia sistemas e havia trabalhado no desenvolvimento da ECU e o Bucci conhecia a aplicação, principalmente calibração. Eles começaram a imaginar o sistema, pois não sabiam se ele seria capaz de reconhecer o combustível utilizado e como iria funcionar (MM).

Na Bosch, as referências não são tão evidentes, mas suportam a tese que a socialização é empregada para a diluição de conhecimentos incorporados (tácitos) entre os engenheiros do projeto devido ao contato próximo e a troca constante de informações (SILVA, 2002) em um projeto anterior ao *flex*:

O pequeno grupo de engenheiros, que trabalhava no projeto para a Autolatina, recebeu a notícia que a Ford havia optado pela utilização de um fornecedor americano para o desenvolvimento da solução que estava sendo oferecida. Uma parte desta equipe original (oito engenheiros) passou a se dedicar então ao projeto do sistema *flex fuel*, após o convencimento da diretoria que o álcool ainda poderia ser uma opção interessante de combustível em um futuro próximo (BOSCH).

A ideia do *flex fuel* nasceu nos níveis intermediários da organização, sendo importante a socialização como instrumento para gerar conhecimento na organização e para conquistar, inclusive, a aprovação da matriz:

O sucesso do projeto passou pelo convencimento da matriz americana, que até aquele momento era o único centro que desenvolvia novas tecnologias, mostrando a viabilidade de desenvolver o projeto no Brasil. O processo de convencimento envolveu pessoas experientes que trabalhavam no Brasil e que tinham respeito junto à direção da companhia (DELPHI).

4.2 Fase do desenvolvimento

A fase de desenvolvimento marca o fim da fase anterior e tem seu início definido por duas circunstâncias distintas. A primeira, com a aprovação formal do projeto para o seu desenvolvimento. A segunda (caso não ocorra a aprovação formal) com a discussão das primeiras ideias práticas para a concepção de um novo produto.

São também duas as formas como se encerra esta fase: um comercial e outro técnico. O fim do desenvolvimento, em termos comerciais, diz respeito ao momento em que o produto é aprovado internamente pelo sistemista, que passa então a promovê-lo no mercado. Em virtude das características do setor estudado, o aqui definido desenvolvimento técnico, tem seu fim decretado após a aplicação do produto na montadora. Em outras palavras, esta fase termina quando a solução desenvolvida pelos sistemistas é implantada em um veículo da montadora e ganha as ruas.

Diferentemente da fase anterior, o desenvolvimento do projeto apresenta diferenças com relação à transformação do conhecimento entre as empresas analisadas. A pesquisa sugere que a formalização do processo de desenvolvimento favoreça todos os modos de conversão do modelo SECI, com destaque ao conhecimento explícito. A informalidade do projeto, ao contrário, daria ênfase à formação do conhecimento tácito.

A pesquisa sugere que a fase informal dos projetos MM e Delphi geraram mais conhecimento tácito do que explícito. Na MM as evidências encontradas na internalização (relacionadas a testes e experimentos) corroboram para esta observação, quando confrontadas com a forma como os resultados eram reportados (socialização). Ambos os modos de conversão do conhecimento observados, apontam para o fato que o conhecimento gerado pelos protótipos foi acumulado na mente dos engenheiros e não em registros do projeto:

Os resultados colhidos eram constantemente reportados para a equipe de desenvolvimento da MM e inclusive ao seu presidente em conversas informais (MM).

Quando o processo se torna formal surge à necessidade dos registros. A externalização aparece, inclusive para a definição do conceito do produto (NONAKA; TOYAMA; KONNO, 2000) numa forma que possa ser compreensível por outros (NONAKA; KONNO, 1998) como foi o caso da Delphi:

Durante o projeto toda informação foi processada e muito material (apresentações, relatórios, etc) foi produzido (DELPHI).

Parte das especificações foi definida pelos clientes da Delphi, em outras palavras, o motor base deveria ser mantido sem modificações para aperfeiçoar a eficiência usando etanol. Além disso, o veículo deveria apresentar a mesma dirigibilidade tanto em etanol quanto em gasolina; o sistema deveria partir e ter boa dirigibilidade, usando 100% etanol com temperatura ambiente maior que 20°C; o *software* deveria aprender o percentual de etanol no tanque desde E0 até E100 (DELPHI).

Os relatórios de desenvolvimento, que registraram as impressões e soluções empregadas no desenvolvimento e os relatórios dos testes de validação, típicos da gestão formal do projeto, reforçam a externalização.

Para algumas etapas era necessário produzir um relatório de desenvolvimento que era arquivado para futuras consultas (BOSCH).

Normalmente, os testes necessários para aprovação do produto são efetuados pela engenharia e os relatórios são preparados para a validação pelos responsáveis pela qualidade (MM).

Para a condução do processo de desenvolvimento de produtos, a construção de protótipos é um componente essencial (LEONARD-BARTON, 1998). Neste processo, o conhecimento explícito assume a forma de tecnologias e componentes (NONAKA; TAKEUCHI, 2008). O protótipo Ômega construído pela Bosch em 1994 sustenta a combinação como uma importante conversão do conhecimento, além dos protótipos improvisados da MM e da Delphi.

Uma pequena equipe, composta pelos engenheiros Vagner Gavioli, Alberto Bucci e Pedro Henrique Monnerat Junior, além do próprio Fernando Damasceno, iniciou, informalmente, os primeiros testes com dois veículos equipados com sistema de injeção da MM: uma VW Parati da MM e o carro particular de Bucci, um VW Polo Classic (MM).

Esse tipo de desenvolvimento, em geral, é executado em carros da frota e/ou adicionado em carros conceito solicitados pelas montadoras para algum projeto específico (DELPHI).

A diferença reside na forma com que a combinação de conhecimentos explícitos é internalizada pelos engenheiros. Um processo formal permite a realização de testes e análises mais aprofundados, com evidentes vantagens para a construção do conhecimento organizacional, o que já não ocorre em um projeto informal. A comparação entre as experiências da Bosch e da MM ilustra essa situação:

[...] e cinco anos depois, após rodar 260.000 km, o carro (Ômega 1994) foi desmontado e todos os componentes analisados (BOSCH).

Após um ano de experimentações (entre 2000 e 2001), a ECU de primeira geração, que equipava os protótipos, não possibilitava a evolução dos testes, mas com ela foi possível confirmar a viabilidade da ideia (MM).

A socialização também foi uma das conversões do conhecimento registradas, independentemente do grau de formalização do projeto. Na Bosch e MM, além das evidências coletadas nas entrevistas, foi possível observar *in loco* que o espaço físico favorece o contato pessoal das equipes de projeto.

Embora as reuniões informais (ex. bate-papo na hora do café) tivessem resultado em algumas ideias para o projeto, as principais discussões e iniciativas surgiram nas reuniões formais da equipe junto a gerência da área, considerado um líder aberto a experimentação de novas conceitos (BOSCH).

Mesmo no caso da Bosch, quando no início do desenvolvimento, parte da equipe estava na Alemanha e a outra no Brasil, o contato entre os profissionais era diário. Além dos contatos entre a equipe de projetos, a interação direta com clientes (montadoras) também é indicativo da presença da socialização como forma de aquisição de conhecimento (NONAKA; KONNO, 1998). Outra evidência que aponta para a troca de conhecimentos tácitos é a constituição das equipes de projeto, quando profissionais experientes eram mesclados com mais novos facilitando o processo compartilhado de experiências (AOSHIMA, 2002; NONAKA; TAKEUCHI, 2008).

Os processos de desenvolvimento, conforme a necessidade e a urgência requerida são executados de modo informal e improvisado e o conhecimento é transmitido de maneira prática, também sem formalidade, entre as gerações de engenheiros durante o andamento dos projetos (*learning by doing*) (MM).

4.3 Fase do pós-desenvolvimento

Se por um lado, a fase de pós-desenvolvimento pode ter um início comercial e outro técnico, por outro, não há propriamente um fim para esta fase. Com o sistema *flex* desenvolvido e vendido para a montadora, havia a necessidade de avaliar a experiência do produto em uso no campo (CLARK; WHEELWRIGHT, 1993). Nessa fase, o aprendizado pode ser caracterizado de duas formas: um técnico e outro comercial (mercado). O conhecimento técnico ocorreu prioritariamente por meio da combinação de diversos

conhecimentos explícitos. Ele envolve a tecnologia desenvolvida, o funcionamento dos componentes e a integração do sistema. Com as situações vivenciadas pelos consumidores e reportadas pelas montadoras, surgiram inúmeras oportunidades de aprendizado, pois uma série de condições de uso, não previstas na fase de desenvolvimento, pode ser analisada.

Embora os testes conduzidos pela Bosch rivalizem em abrangência com os exigidos pelas montadoras, aplicados nos processos de homologação, a empresa tem, desde 2002, incorporado situações de campo para preparar novos testes em eventos antes não previstos em projeto (BOSCH).

As situações de uso do veículo, não previstas no processo de desenvolvimento, são incorporadas em testes definidos como manobras críticas. [...] Após o lançamento do sistema *flex fuel* da MM, investigações de todos os níveis foram realizadas (MM).

No caso da aplicação desenvolvida para a Fiat, a Delphi vivenciou alguns problemas em campo relacionados a motoristas que colocavam apenas 1 litro de combustível num tanque quase vazio. A lógica do *body computer* (ECU) da Fiat estava programada para atualizar o nível do tanque com re-abastecimentos de mais de 5 litros (DELPHI).

A Delphi se utilizava não só de informações sobre o seu produto, mas também ocorrências com o produto de seus concorrentes para incorporar as lições em seu sistema de desenvolvimento:

Em outras oportunidades, durante essas análises, há o contato com informações sobre problemas registrados em veículos com sistemas de controle de concorrentes. Essas informações também são usadas para se desenvolver e programar melhorias em seus sistemas (DELPHI).

Estes eventos reforçam a combinação como o processo de transformação do conhecimento mais relevante, pois as lições do campo e as experiências internas da equipe do projeto são formalmente registradas para melhoria no sistema de desenvolvimento de produtos (NONAKA; KONNO, 1998).

Para a tecnologia *flex fuel* houve um acompanhamento das reclamações de usuários em determinadas concessionárias, quando se descobriu novos usos do automóvel, como o caso de uma senhora que o usava apenas para ir à missa, a um quilômetro de distância de sua casa, uma vez por semana. [...] As lições deste processo são apreendidas pelo departamento de qualidade e integram uma base de dados da intranet (*lessons learned*) (MM).

Outro momento que envolve a combinação de conhecimentos e quando a equipe do projeto, que congregou diferentes áreas do conhecimento, se reúne para trocar experiências sobre as dificuldades encontradas. Com uma gestão mais formal do projeto desde o seu início, apenas a Bosch documentou as lições aprendidas em uma reunião formal de fechamento.

Ao final, uma reunião de fechamento de projeto foi conduzida, os resultados apresentados e as lições aprendidas registradas em um relatório (BOSCH).

Já o aprendizado relacionado a aspectos comerciais, surgiu após todo o esforço de desenvolvimento que interessou ao mercado. A partir daí, os sistemistas se dedicaram a uma série de apresentações sobre a tecnologia, sugerindo um papel relevante da socialização nesta fase do projeto.

No início dos anos 2000, a Bosch programou uma série de apresentações para convencer os usineiros (produtores de álcool), governos estaduais e governo federal da viabilidade da ideia (BOSCH).

Ao invés de vender o projeto internamente, a equipe liderada por Damasceno foi a VW convencer o gerente de motores da empresa do potencial do projeto, inclusive com visitas para avaliar o carro modificado. Entre 2001 e 2002, durante as reuniões semanais sobre os projetos em andamento entre MM e VW, discutia-se informalmente a ideia do motor *flex fuel* (MM).

Após o lançamento, algumas reuniões e apresentações para divisões da Delphi nos EUA, China e Japão foram feitas devido ao interesse desses países no uso de combustíveis alternativos (DELPHI).

Destaca-se também neste processo de socialização, toda a movimentação de bastidores para a aprovação de limites de emissões específicas para o motor *flex* e adequação da alíquota de IPI, além das reuniões técnicas para a divulgação do sistema promovidas pelo IPT e SAE.

5 Resultados e conclusões

A principal constatação deste trabalho reside na diferença no modo como o conhecimento foi construído em função da fase do projeto. Na fase de concepção do produto (pré-desenvolvimento) a socialização e a internalização, processos mais voltados ao conhecimento tácito, apareceram com maior relevância. O contato face a face entre os membros do time de projeto para a discussão da viabilidade da ideia, os sinais de mercado percebidos e a necessidade de investigar alternativas tecnológicas constituíram-se nos principais gatilhos para esses modos de conversão do conhecimento. Entretanto, na fase de desenvolvimento é que se encontrou a principal base para a construção do conhecimento organizacional em virtude da intensa atividade que ocorreu nessa etapa do projeto. A forma com que ele se manifestou (se explícito, tácito ou ambos) foi dependente da forma como o projeto foi gerenciado. Em ambientes ou momentos de projeto informais (como no início da MM e Delphi), a tendência foi de o conhecimento adquirir um formato muito mais tácito, principalmente em decorrência da internalização que se manifestou nos diversos testes realizados para a avaliação dos conceitos e da não exigência da manutenção de registros dessas experiências.

Já a gestão mais formal do projeto (ilustrada pela Bosch e depois dos contratos de VW e GM com MM e Delphi respectivamente) caracterizada pelo gerenciamento da qualidade, prazos e orçamentos, requer controles, apresentação de resultados e prestação de contas que favoreçam a construção do conhecimento explícito. Embora os registros do desenvolvimento tenham destaque na gestão formal, nessa fase ocorreu a manifestação de todos os modos de conversão do conhecimento do modelo SECI, mediante a construção de uma base de conhecimentos explícitos e tácitos a disposição da organização, sugerindo uma relação entre gestão de projetos e construção do conhecimento organizacional. Conclui-se, por conseguinte que empresas que possuem ferramentas para gerir seus projetos, podem se beneficiar do conhecimento construído durante o seu desenvolvimento, mesmo que as melhores práticas, como as divulgadas pelo *Project Management Body of Knowledge* (PMBOK), não tratem especificamente do tema. O conhecimento tácito formado na gestão formal (e também informal) do projeto, na fase de desenvolvimento, ocorreu por meio da socialização das lições de projetos anteriores por meio da interação entre a nova geração de engenheiros e a anterior. Nos estudos de caso conduzidos, isso ficou evidente, pois os profissionais envolvidos no desenvolvimento da injeção eletrônica também estiveram no projeto *flex* em todas as empresas.

Na última fase, o pós-desenvolvimento, a socialização e a combinação foram os modos de conversão mais importantes, evidenciando o caráter tácito do conhecimento sobre o mercado e o conhecimento explícito sobre a tecnologia, como os principais vetores da

formação do conhecimento organizacional. A pesquisa também revelou a importância dessa fase para a captura e retenção de conhecimento explícito para projetos futuros. É nesta fase que se observou a atuação do produto em condições reais, quando o conhecimento assimilado passou a integrar a lista de requisitos para os próximos desenvolvimentos, como foi demonstrado com relação aos testes do sistema *flex fuel*.

Entre as implicações teóricas oferecidas por este trabalho foi demonstrado que o conhecimento é construído de modo distinto durante cada uma das etapas do projeto de novos produtos. Nesse sentido, corrobora com o trabalho de Schulze e Hoegl (2008) que identificaram na fase de pré-desenvolvimento, a relação positiva que a socialização e a internalização têm com o sucesso do projeto. Esta pesquisa sugere diferenças em relação às conclusões de Schulze e Hoegl (2006), que apontam para a fase de desenvolvimento, a externalização e a combinação como fatores positivamente relacionados com o sucesso do produto. Aqui são apresentadas evidências que permitem sugerir a presença de todos os modos de conversão nessa fase, quando a organização emprega a interação entre o conhecimento tácito, presente em seus engenheiros, com o conhecimento explícito, presente em seus protótipos, arquivos e banco de dados, para atingir os objetivos do projeto, convergindo, desse modo, para os resultados de Aoshima (2002). A análise dos resultados também confirma uma das principais conclusões de Silva e Rozenfeld (2003, 2007) ao sugerir a socialização, por estar presente em todas as fases do projeto *flex fuel*, como um dos mais importantes modos de conversão do conhecimento no processo de DNP.

Esta pesquisa inova ao investigar a importância do pós-desenvolvimento na construção do conhecimento organizacional (CLARK; WHEELWRIGHT, 1993), fase não abordada em trabalhos sobre este tema, como Schulze e Hoegl (2006). As experiências de campos se traduzem em conhecimento na medida em que fizeram emergir questões que não puderam ser antecipadas durante a fase de desenvolvimento (VON HIPPEL; TYRE, 1995) e ajudam a melhorar o processo de DNP, principalmente com a criação de novos testes de validação baseados nessas experiências. A contribuição também reside na diferenciação apresentada na formação do conhecimento organizacional sobre o mercado (comercial) e o conhecimento técnico (funcionamento do sistema *flex*), que necessitam de modos de aprendizagem distintos. Enquanto o primeiro é influenciado pela socialização, o segundo o é pela combinação.

Os resultados aqui apresentados podem ser de interesse gerencial, pois reúnem uma série de informações úteis para a gestão do conhecimento em ambiente de projetos. Destacam-se a necessidade de prover de modo integrado a infraestrutura e tecnologia para suportar o fluxo de conhecimento, a criação de uma cultura voltada à inovação e a formação e manutenção de mão de obra qualificada para atender aos desafios impostos pelos requisitos de projeto. Nas fases de pré-desenvolvimento e desenvolvimento deveriam ser criados mecanismos que facilitassem o contato pessoal para fomentar, assim, a socialização. Já no pós-desenvolvimento deveriam ser incentivados métodos eficazes de coleta de informações e de contato com o mercado, para melhorar a integração entre o conhecimento externo (do campo) e interno (da organização).

A pesquisa também deve ser entendida com base em suas limitações. A primeira grande limitação é o tipo de inovação estudado. A tecnologia *flex fuel* se aproxima da definição de Garcia e Calantone (2001) para inovação incremental ou a inovação modular, proposta por Henderson e Clark (1990). Desse modo, os resultados não podem ser generalizados para outros tipos de inovação. Toma-se como exemplo, projetos classificados como radicais, que poderiam requerer uma base nova de conhecimentos, exigindo novas formas de aprendizagem (DARROCH; McNAUGHTON, 2002). Outra importante limitação é a do cenário escolhido para a pesquisa. As generalizações ficam restritas pelo foco particular dado à indústria automobilística. Cada indústria possui sua dinâmica e o setor automobilístico tem questões únicas ligadas à gestão e controle sobre seus fornecedores, porte das empresas

envolvidas e nível de internacionalização. Pela influência das montadoras na construção do conhecimento das empresas pesquisadas, esta observação deve ser considerada, visto que, em outros setores as relações verificadas nesta pesquisa podem não ser relevantes. As limitações desta pesquisa com relação à metodologia empregada emergem de três fontes principais. A primeira diz respeito à definição pela unidade de análise centrada em projetos no âmbito dos sistematistas. Esta escolha distorce a análise do aprendizado organizacional, principalmente com relação ao papel dos fornecedores nesse processo. A segunda se refere à interpretação dos dados, uma vez que, mesmo com o desenvolvimento de um roteiro para essa atividade, o processo está sujeito ao viés do pesquisador pela própria natureza da pesquisa qualitativa. A terceira limitação está relacionada ao acesso aos dados e à memória dos entrevistados. O processo de desenvolvimento teve início em 1992 (na Bosch) e os projetos mais recentes têm mais de 10 anos. É uma tarefa complexa reunir com exatidão os fatos vivenciados pelos executivos entrevistados. O número de entrevistados e o tempo de contato também foram restritos. O mercado automobilístico atualmente está muito aquecido e a demanda dos envolvidos com P&D tem limitado a agenda desses profissionais.

Pesquisas futuras, conduzidas em outros setores industriais, poderiam identificar a validade dos resultados encontrados. Outros trabalhos poderiam relacionar a construção do conhecimento com o retorno financeiro e/ou a qualidade do produto. As relações da cadeia de suprimento em favor da construção do conhecimento merecem estudos mais detalhados. A influência dos diferentes estilos de liderança no sucesso de projetos forma um corpo de estudos muito popular na área de gestão de projetos. Algumas pesquisas poderiam relacionar a liderança e a construção do conhecimento nesse contexto. Por fim, vivencia-se atualmente um importante movimento da indústria nacional em direção à internacionalização. Algumas companhias brasileiras estão abrindo subsidiárias em países desenvolvidos. Uma linha interessante de pesquisa poderia estudar o fluxo do conhecimento no sentido contrário do que se estuda até então, isto é, o conhecimento migrando do Brasil para uma subsidiária no exterior. A pesquisa se tornaria mais interessante, se esse país fosse, tradicionalmente, exportador de tecnologia.

Os temas inovação e conhecimento são muito importantes para a competitividade do país. Alguns encontros empresariais têm sido promovidos para despertar as companhias nacionais para a necessidade de inovar. A academia deveria estar mais envolvida e integrada com o mercado e mais trabalhos, de cunho teórico e empírico, deveriam explorar a sinergia entre os dois conceitos. Com a intensificação da competição mundial, chegou o momento de analisar essas questões com mais profundidade.

Referências

AOSHIMA, Y. Transfer of system knowledge across generations in new product development: empirical observations from Japanese automobile development. **Industrial Relations**, v. 41, n. 4, p. 605-628, 2002.

BECKER, M.C.; ZIRPOLI, F. Organizing new product development: knowledge hollowing-out and knowledge integration – the Fiat Auto case. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 23, n.9, p.1033-1061, 2003.

CERRA, A.L.; MAIA, J.L.; ALVES FILHO, A.G. Projetos locais de desenvolvimento no contexto das cadeias de suprimentos de montadoras de motores veteranas e entrantes. **Gest. Prod.**, São Carlos, v. 14, n. 3, dez. 2007.

CLARK, K.B.; WHEELRIGHT, S. **Managing New Product and Process Development**. Free Press, 1993.

CROSSAN, M.M.; LANE, H.W.; WHITE, R.E. An organizational learning framework: from intuition to institution. **Academy of Management Review**, v. 24, n. 3, p. 522-537, 1999.

CUNHA, G.D.C. A evolução dos modos de gestão do desenvolvimento de produtos. **Produto & Produção**, v. 9, n. 2, p. 71-90, jun., 2008.

DARROCH, J.; McNAUGHTON, R. Examining the link between knowledge management practices and types of innovation. **Journal of Intellectual Capital**, v. 3, n. 3, p. 210-222, 2002.

DYCK, B.; STARKE, F.A.; MISCHKE, G.A.; MAUWS, M. Learning to build a car: an empirical investigation of organizational learning. **Journal of Management Studies**, v. 42, n. 2, 2005.

EASTERBY-SMITH, M. Disciplines of organizational learning: contributions and critiques. **Human Relations**, v.50, n.9, p.1085-1113, 1997.

EISENHARDT, K.M. Building Theories from Case Study Research. **Academy of Management Review**, v.14, n.4, p.532-550, 1989.

FIGUEIREDO, P.N. **Aprendizagem tecnológica e performance competitiva**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2003.

GARCIA, R.; CALANTONE, R. A critical look at technological innovation typology and innovativeness terminology: a literature review. **Journal of Product Innovation Management**, v. 19, p. 110-132, 2002.

GIBBS, G. **Análise de dados qualitativos**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

GOURLAY, S. Conceptualizing knowledge creation: a critique of Nonaka's theory. **Journal of Management Studies**, v. 43, n. 7, 2006.

HARGADON, A.; SUTTON, R.I. Technology brokering and innovation in product development firm. **Administrative Science Quarterly**, v. 42, n. 4, p. 716-749, 1997.

HEDLUND, G. A model of knowledge management and the N-form corporation. **Strategic Management Journal**, v. 15, p. 73-90, 1994.

HENDERSON, R.M.; CLARK, K.B. Architectural innovation: the reconfiguration of existing product technologies and the failure of established firms. **Administrative Science Quarterly**, v. 35, p. 9-30, 1990.

HOEGL, M.; SCHULZE, A. How to support knowledge creation in new product development: an investigation of knowledge management methods. **European Management Journal**, v. 23, n. 3, p. 263-273, 2005.

LEONARD-BARTON, D. **Nascentes do saber**: criando e sustentando as fontes de inovação. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1998.

LYNN, G.S.; AKGÜN, A.E. A new product development learning model: antecedents and consequences of declarative and procedural knowledge. **Int. J. Technology Management**, v. 20, n. 5/6/7/8, p. 490-510, 2000.

MIGUEL, P.A.C. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. **Prod.**, v. 17, n.1, p. 216-229, 2007.

NICHOLS, R.J. The metanol story: a sustainable fuel for the future. **Journal of Scientific & Industrial Research**, v. 62, p. 97-105, 2003.

NONAKA, I.; KONNO, N. The concept of “Ba”: building a foundation for knowledge creation. **California Management Review**, v. 40, n. 3, p. 40-54, 1998.

NONAKA, I.; TAKEUCHI, H. **Criação de conhecimento na empresa**: como as empresas japonesas geram a dinâmica do conhecimento. 19. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

NONAKA, I.; TOYAMA, R.; KONNO, N. SECI, Ba, Leadership: a unified model of dynamic knowledge creation. **Long Range Planning**, v. 33, n. 1, p. 5-34, 2000.

PARIKH, M. Knowledge management framework for high tech research and development. **Engineering Management Journal**, v. 13, n. 3, p. 27 – 33, 2001.

RIBEIRO, R.; COLLINS, H. The bread-making machine: tacit knowledge and two types of action. **Organization Studies**, v.28, p. 1417-1433, 2007.

ROZENFELD, H. *et al.* **Gestão de desenvolvimento de produtos**: uma referência para a melhoria do processo. São Paulo: Saraiva, 2006.

SCHULZE, A.; HOEGL, M. Knowledge creation in new product development projects. **Journal of Management**, v. 32, n. 2, p. 210-236, 2006.

SCHULZE, A.; HOEGL, M. Organizational knowledge creation and the generation of new product ideas: a behavioral approach. **Research Policy**, v. 37, p. 1742-1750, 2008.

SILVA, S.L. **Proposição de um modelo para caracterização das conversões do conhecimento no processo de desenvolvimento de produtos**. São Carlos, 2002. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Escola de Engenharia de São Carlos.

SILVA, S.L.; ROZENFELD, H. Model for mapping knowledge management in product development: a case study at a truck and bus manufacturer. **Int. J. Automotive Technology and Management**, v. 7, n. 2/3, 2007.

SILVA, S.L.; ROZENFELD, H. Modelo de avaliação da gestão do conhecimento no processo de desenvolvimento do produto: aplicação de um estudo de caso. **Prod.**, São Paulo, v. 13, n. 2, 2003.

VON HIPPEL, E.; TYRE, M. How learning by doing is done: problem identification in novel process equipment. **Research Policy**, v. 24, p. 1-12, 1995.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

ZURBIN, R. Achieving energy victory. 2007. Disponível em: <<http://thenewatlantis.com>>. Acesso em 19/10/2010.