

NATALI, Ana Candida Cruz. Uma Infra-Estrutura para Gerência de Conhecimento em um Ambiente de Desenvolvimento de Software. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Informática. Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Vitória-ES. Brasil. 2003.

Capítulo 2

Gerência de Conhecimento

A disponibilização de informação e conhecimento num contexto organizacional pode trazer benefícios aos seus funcionários se gerenciada de forma dinâmica e com possibilidade de distribuição, pois estes recursos fazem parte do patrimônio da instituição e precisam estar disponíveis para permitir sua utilização e evolução.

A Gerência de Conhecimento (*Knowledge Management – KM*) representa uma forma de assegurar o fluxo, a captura do conhecimento no nível da instituição e promover o surgimento de novos conhecimentos. Uma definição para a gerência de conhecimento é a administração, de forma sistemática e ativa, dos recursos de conhecimento de uma organização, utilizando tecnologia apropriada e visando fornecer benefícios à organização (LIMA et al., 2000).

De maneira mais detalhada, a gerência de conhecimento tem seu foco voltado para a solução de questões relacionadas a: como as organizações podem tirar maior proveito do conhecimento existente dentro delas, como membros da organização podem distribuir o conhecimento para quem este pode ser útil, como registrar as soluções adotadas para tratar problemas, como reter o conhecimento de seus especialistas mesmo quando estes deixam a organização, além de discutir formas de se gerar novo conhecimento a partir do conhecimento existente dentro da organização ou a partir de fontes externas (DAVENPORT et al., 1998).

Quando a questão é software, a realidade não é diferente. Uma abordagem de desenvolvimento baseada em reuso parte da premissa que esforços e experiências adquiridas em projetos anteriores são de grande valia para novos projetos. Para viabilizar

a reutilização da informação, é preciso retê-la e armazená-la de forma a minimizar o esforço para obtê-la no futuro.

Este capítulo procura dar uma visão geral dos conceitos relativos à gerência de conhecimento. A seção 2.1 discute o que é conhecimento e apresenta classificações propostas na literatura, assim como um processo de conhecimento. Na seção 2.2, o enfoque é direcionado para sistemas de gerência de conhecimento. Discute-se a importância da memória organizacional, seus principais serviços e as tecnologias utilizadas para desenvolver sistemas de gerência de conhecimento. A seção 2.3 aborda como a engenharia de software pode obter benefícios da gerência de conhecimento, ou, de outra maneira, como a gerência de conhecimento pode atender às necessidades da engenharia de software. São apresentados alguns desafios e algumas iniciativas de uso de gerência de conhecimento na engenharia de software. Finalmente, a seção 2.4 apresenta as conclusões deste capítulo.

2.1 Conhecimento e Gerência de Conhecimento

O conhecimento tem sido considerado o patrimônio mais importante de uma organização, possuindo influência decisiva em sua competitividade. No entanto, para a vantagem competitiva promovida pelo conhecimento ser sustentável, o conhecimento não pode estar no nível do indivíduo. O conhecimento individual é perdido quando o indivíduo sai da organização. O conhecimento organizacional registrado em papel também representa um problema, pois pode não ser facilmente acessado, compartilhado e atualizado (O'LEARY, 1998a) (O'LEARY, 1998b). Desta forma, as organizações têm adotado a gerência de conhecimento como forma de melhorar o fluxo de conhecimento entre seus membros, capturar conhecimento organizacional, assegurar a disponibilidade de conhecimento em uma organização e promover o surgimento de conhecimento novo.

Uma grande motivação para aplicar esforços na gerência de conhecimento é muito bem expressa na seguinte afirmação (MACH, 1999): “Um importante detentor de conhecimento sai pela porta da organização toda noite e ele pode não mais voltar.”

O termo gerência de conhecimento possui várias definições. BENJAMINS et al. (1998) definem gerência de conhecimento não como um produto ou como uma solução que organizações possam comprar. Para os autores, a gerência de conhecimento é um processo implementado durante um período de tempo, que envolve tanto relacionamentos humanos como práticas de negócio e tecnologia de informação.

SALLIS et al. (2002) definem como uma maneira sistemática de gerenciar o conhecimento individual e organizacional utilizando tecnologia apropriada. Para O'LEARY (2001), a gerência de conhecimento visa capturar e armazenar os recursos de conhecimento em uma organização, facilitando seu acesso, compartilhamento e reuso, através do uso de tecnologia apropriada.

A gerência de conhecimento visa atingir os seguintes objetivos (DIENG, 2000): transformar o conhecimento individual em conhecimento coletivo; dar apoio ao aprendizado e à integração de um novo membro em uma organização; disseminar melhores práticas; melhorar os processos de trabalho corporativo, a qualidade de produtos desenvolvidos e a produtividade; e reduzir tempo de entrega de produtos.

2.1.1 Dado, Informação e Conhecimento

Na literatura há muito debate sobre o que constitui conhecimento, o que são dados e o que é informação. Dado, informação e conhecimento são conceitos inter-relacionados.

KOGUT et al. (1992), por exemplo, definem informação como conhecimento que pode ser transmitido sem perda de integridade, sugerindo que informação é uma forma de conhecimento. Esta interpretação é típica nos primeiros textos sobre gerência de conhecimento, onde não havia uma separação apropriada de informação e conhecimento. Entretanto, NONAKA et al. (1995) argumentam corretamente que conhecimento e informação são ambos específicos ao contexto e relacionados. Assim, conhecimento e informação são similares em alguns aspectos, mas diferentes em outros. Enquanto informação é mais factual, conhecimento envolve crenças e valores. E, ainda, conhecimento está diretamente relacionado a ação, ou seja, deve ser utilizado para alguma finalidade (NONAKA et al., 1995).

A literatura é rica em diferentes tentativas de se definir dados, informação e conhecimento e seus relacionamentos, freqüentemente em termos um dos outros (STENMARK, 2001). Muitas destas definições são vagas e o relacionamento entre os três termos não é preciso. Alguns autores (ACKOFF, 1997; DAVENPORT et al., 1998; CHOO et al., 2000) descrevem este relacionamento como uma hierarquia consistindo de dados no nível mais baixo, seguido por informação e conhecimento no topo. Esta imagem sugere uma afirmação. Implica que o relacionamento é assimétrico, sugerindo que dados podem ser transformados em informação, que por sua vez, pode ser

transformada em conhecimento. Entretanto, não parece possível seguir o caminho inverso. Esta afirmação pode ser observada através da Tabela 2.1, onde muitos pesquisadores definem informação em termos de dados e conhecimento em termo de informação. Isto pode ser incorreto, já que, muitas vezes, utilizamos nosso conhecimento para derivar informação e criamos dados de informação.

Tabela 2.1 - Algumas definições de dados, informação e conhecimento (STENMARK, 2001).

Autor	Dados	Informação	Conhecimento
Wiig (WIIG, 1993)	-	Fatos organizados para descrever uma situação ou condição	Verdades, crenças, perspectivas, julgamentos e metodologias
Nonaka & Takeuchi (NONAKA et al., 1995)	-	Um fluxo de mensagens significativas	Comprometimentos e crenças criadas destas mensagens
Spek & Spijkervet (SPEK et al., 1997)	Símbolos não interpretados	Dados com significado	A capacidade de atribuir significado
Davenport (DAVENPORT, 1997)	Observações simples	Dados com relevância e propósito	Informações da mente humana

Tabela 2.1 - Algumas definições de dados, informação e conhecimento (STENMARK, 2001) – continuação.

Davenport & Prusak (DAVENPORT et al., 1998)	Conjunto de fatos discretos	Uma mensagem significativa para mudar a percepção do receptor	Experiência, valores, interpretação e informação contextual
Choo, Detlor & Turnbull (CHOO et al., 2000)	Fatos e mensagens	Dados com significado	Crenças verdadeiras e justificadas

Dados, informação e conhecimento estão mais inter-relacionados do que as definições sugerem. Tanto dados quanto informação precisam de conhecimento para serem interpretados, mas ao mesmo tempo, dados e informação são ferramentas úteis para a construção de novo conhecimento. Pode-se dizer que informação afeta conhecimento e vice-versa. CHOO (2000) sugere que a utilização de informação resulta em uma mudança no estado individual do conhecimento e da capacidade de agir. Quando uma informação é utilizada, isto é, interpretada sob à luz das experiências e conhecimento prévios do usuário, esta informação não se torna conhecimento, mas altera o conhecimento existente através da modificação do conhecimento individual, abrindo novas oportunidades para se agir.

Conceitos Adotados

A descrição e o entendimento dos conceitos inerentes à gerência do conhecimento são fatores essenciais, pois o desempenho organizacional depende, muitas vezes, de saber reconhecer quais deles a organização necessita, quais deles ela já possui e o que se pode fazer ou não com cada um deles (MARKKULA, 1999). Neste trabalho, os conceitos adotados são:

- **Dados:** são um conjunto de fatos discretos e objetos sobre eventos. O dado não diz nada sobre a importância ou relevância, mas é o material básico para a criação de informação;
- **Informação:** é uma mensagem com emissor e receptor, que tem a finalidade de mudar a maneira como o receptor percebe algo, ter impacto no seu julgamento ou comportamento. Dado transforma-se em informação quando é adicionado significado;
- **Conhecimento:** é a informação combinada com experiência, contexto, interpretação e reflexão. É a forma de informação que está pronta para ser aplicada em decisões e ações. Há dois tipos de conhecimento: explícito e tácito. Conhecimento explícito pode ser expresso em palavras e números e pode ser facilmente transmitido e compartilhado na forma de princípios universais, fórmulas científicas, procedimentos codificados, entre outros. Conhecimento tácito é altamente pessoal e difícil de formalizar, tornando-se difícil de compartilhar com outras pessoas. Conhecimento tácito depende da

experiência pessoal e envolve fatores inatingíveis, como crenças, perspectivas e valores. Intuição e previsões pertencem a esta categoria de conhecimento.

- **Experiência:** é a habilidade ou perícia resultante do exercício contínuo de uma profissão, arte ou ofício.

Conhecimento humano e, conseqüentemente, conhecimento organizacional são criados e expandidos através da interação contínua e social entre conhecimento tácito e explícito. Através desta interação, conhecimentos tácito e explícito expandem-se em termos de qualidade e quantidade.

2.1.2 Classificação do Conhecimento

Os pesquisadores também se preocuparam em definir tipos de conhecimento, apresentando os relacionamentos e integrações entre estes tipos. Uma variedade de tipos de conhecimento foram definidos: NONAKA et al. (1995) distinguem conhecimento *tácito* e conhecimento *explícito*; BOISOT (1995) apresenta uma tipologia consistindo em conhecimento público, pessoal e de senso comum; CHOO (2000) sugere uma diferenciação entre conhecimento tácito, explícito e cultural; SPENDER (1996) separa conhecimento em explícito, implícito, individual e coletivo; BORGES et al. (2002) classificam conhecimento formal e informal; BIGGAM (2001) apresenta as diversas dicotomias que têm surgido na literatura: conhecimento tácito/explicito, conhecimento pessoal/organizacional, conhecimento estático/ dinâmico, conhecimento interno/externo.

Apesar desta variedade, podemos afirmar que todas estas visões estão baseadas em se assumir que há um conhecimento que é difícil de articular através da linguagem e existe apenas em forma de experiências. Esta forma de conhecimento foi discutida pela primeira vez por POLANYI (1962) que cunhou o termo: *conhecimento tácito*. Outra afirmação implícita no trabalho destes pesquisadores é que algum conhecimento pode ser expresso verbalmente, coletado em livros ou manuais, por exemplo, e distribuído eletronicamente. Estamos nos referindo ao *conhecimento explícito*.

A noção de conhecimento tácito foi introduzida por Polanyi, mas foi através de NONAKA et al. (1995) que a expressão tornou-se popular. Como Polanyi observou, sabemos mais do que podemos explicar. Há uma diferença entre a descrição e o objeto a ser descrito. Quando alguém menciona: “eu não consigo explicar como fazer isso”, geralmente quer dizer que não é possível descrever suficientemente bem para que uma pessoa entenda completamente e seja capaz de fazer absolutamente correto. O

entendimento requer que haja familiaridade com os conceitos e o contexto a que eles pertencem.

Assim como Polanyi, SCHON (1993) discute o relacionamento entre conhecimento tácito e explícito, mas enquanto Polanyi discute os aspectos culturais, Schon foca o contexto organizacional. De acordo com SCHON (1993), o conhecimento se localiza nas ações. Ações freqüentemente geram resultados tangíveis, tais como construir uma casa, criar uma escultura ou implementar um sistema de software. Há ações que não geram novos artefatos, mas alteram o estado das coisas, tal como dirigir do ponto A para o ponto B, ou ações que são totalmente efêmeras, como tocar um instrumento. Independentemente do tipo, ações são a única maneira em que o conhecimento pode se manifestar. Isto não significa que um conhecimento tenha que resultar em ação para existir. A *habilidade* de agir é suficiente, mas, enquanto o conhecimento permanecer inativo, ele não possui valor organizacional. Nas organizações, o conhecimento é gerado a partir das ações de seus membros, baseando-se na sua cultura, seu vocabulário e suas próprias afirmações (STENMARK, 2001).

2.1.3 Processo de Gerência do Conhecimento

O indivíduo é quem executa as tarefas para alcançar os objetivos definidos na organização. Desta forma, o conhecimento e o aprendizado individual são muito importantes (RUS et al., 2001). RUS et al. (2001) ainda afirmam que as organizações aprendem através do aprendizado de seus membros. O aprendizado individual não garante o aprendizado da organização. Porém, sem o aprendizado individual, nenhum aprendizado organizacional pode ocorrer. E, ainda, grupos de pessoas que precisam trabalhar juntos para solucionar um problema ou executar uma tarefa possuem um mecanismo de aprendizado próprio. O compartilhamento de conhecimento entre diferentes pessoas é um componente crítico do processo de aprendizado.

Ao contrário de outros recursos, o conhecimento é enriquecido quando compartilhado e não diminui com o uso. O compartilhamento de conhecimento pode ser *ad hoc* ou organizado (sistemático). Transferência de conhecimento de uma pessoa para outra pode ocorrer em um projeto da organização. Isto ocorre quando o indivíduo precisa resolver um problema, por exemplo, e solicita ajuda de outros indivíduos que são conhecidos como possuidores do conhecimento apropriado. Se a comunicação e o compartilhamento são sistemáticos e há alguma forma de armazenar este conhecimento,

então, na próxima vez que for necessário utilizá-lo, ele poderá ser recuperado ao invés de ser requisitado novamente de um indivíduo. Isto permite uma maior economia de tempo tanto do solicitador quanto do provedor do conhecimento.

A gerência de conhecimento tem sido vista por diversos autores (FISCHER et al., 2001; ABECKER et al., 1998; WIIG, 1999; STAAB et al., 2001) como um processo cíclico envolvendo atividades relacionadas entre si.

FISCHER et al. (2001) definem um processo constituído de três atividades: criação, integração e disseminação do conhecimento. ABECKER et al. (1998) definem as atividades do processo como: identificação, aquisição, desenvolvimento, disseminação, uso e preservação do conhecimento organizacional.

WIIG (1999) define para o processo um ciclo com as atividades de criação/aquisição, organização/armazenamento, distribuição, aplicação/reuso e finalmente conclui com criação/aquisição novamente. O autor as descreve da seguinte maneira:

- Aquisição e criação: são atividades que capturam o conhecimento e envolve a construção de uma base de conhecimento organizacional para armazená-lo;
- Organização e armazenamento: são atividades em que o conhecimento é organizado, classificado e armazenado em repositórios;
- Distribuição: esta atividade é apoiada por ferramentas que podem distribuir o conhecimento através de vários canais da organização;
- Aplicação e reuso: atividades em que o conhecimento se torna a base para aprendizado e futuro uso.

A abordagem de STAAB et al. (2001) inclui as seguintes atividades no processo:

- Criação ou importação: o conteúdo precisa ser criado ou convertido para incorporar as convenções da organização;
- Captura: uma vez criados os itens de conhecimento, o próximo passo é capturar o conteúdo essencial. Os itens de conhecimento têm que ser capturados para determinar sua relevância e como eles podem se adequar ao vocabulário e às convenções da organização;
- Recuperação e acesso: esse passo compreende a atividade de busca, que permite a disseminação do conhecimento;
- Uso: o trabalhador de conhecimento vai recuperar os itens de conhecimento e processá-los para uso futuro.

Comparando os processos de gerência de conhecimento propostos pelos vários autores através da tabela 2.2, é possível notar que todos compartilham similaridades. A maioria dos processos se inicia com a atividade “criação”. A única exceção é a proposta de ABECKER et al. (1998), que tem como primeira atividade a “identificação” do conhecimento. A segunda atividade gira em torno do armazenamento e organização do conhecimento capturado, integrando-o à organização. A terceira atividade lida com o acesso ao conhecimento: distribuição pró-ativa do conhecimento nos processos propostos por FISCHER et al. (2001) e WIIG (1999) e acesso e recuperação nos processos de ABECKER et al. (1998) e STAAB et al. (2001). ABECKER et al. (1998) só trata a disseminação do conhecimento em uma atividade posterior. Pode-se notar também que as últimas atividades dos processos de ABECKER et al. (1998), WIIG (1999) e STAAB et al. (2001) tratam do uso do conhecimento. Apenas ABECKER et al. (1998) propõe a preservação do conhecimento, o que envolve a manutenção dos itens de conhecimento armazenados.

Tabela 2.2 - Processos de gerência de conhecimento.

Autor	Atividades			
FISCHER et al. (2001)	Criação	Integração	Disseminação	
ABECKER et al. (1998)	Identificação e Aquisição	Desenvolvimento	Disseminação	Uso e Preservação
WIIG (1999)	Aquisição e Criação	Organização e Armazenamento	Distribuição	Aplicação e Reuso
STAAB et al.(2001)	Criação ou Importação	Captura	Recuperação e Acesso	Uso

É importante considerar que o processo de gerência de conhecimento a ser adotado deve se adequar às necessidades organizacionais, levando-se em conta aspectos tecnológicos e aspectos culturais da organização, motivando os membros a participarem do processo.

2.2 Sistemas de Gerência de Conhecimento

O conhecimento gerado no trabalho pode ser melhor gerenciado através de um sistema de gerência de conhecimento. Um sistema de gerência de conhecimento é um sistema que interage com outros sistemas da organização para facilitar aspectos do processamento do conhecimento. Sistemas de gerência de conhecimento são as

ferramentas para gerenciar o conhecimento, auxiliando as organizações nas soluções de problemas e facilitando a tomada de decisões (SCHREIBER et al., 1999). Estes sistemas têm sido utilizados nas mais diversas áreas, tais como medicina, engenharia, finanças, construção, dentre outras (DAVENPORT et al., 2000; CHAU et al., 2002; TIWANA et al., 2001).

Um sistema de gerência de conhecimento funciona como o sistema de suporte à gerência do conhecimento em uma organização, o que implica uma infra-estrutura formada por uma dimensão técnica e outra organizacional (LIMA et al., 2000). É uma solução híbrida que envolve pessoas e tecnologia e propõe a memória organizacional como o núcleo da dimensão técnica (ABECKER et al., 1998). Um sistema de gerência de conhecimento possui em seu centro uma memória organizacional e, ao redor desta memória, encontram-se vários serviços para apoiar as atividades de gerência de conhecimento.

2.2.1 Memória Organizacional

A memória organizacional é uma representação explícita e persistente do conhecimento e das informações cruciais para uma organização, cuja finalidade é facilitar seu acesso, compartilhamento e reuso pelos diversos membros da organização (HEIJST et al., 1996; DIENG et al., 1999). Segundo DIENG (2000), a memória organizacional visa disponibilizar o conhecimento correto à pessoa correta no momento correto na forma correta, a fim de habilitar a ação correta.

A memória organizacional apóia o compartilhamento e o reuso de conhecimento, sendo cercada por serviços de gerência de conhecimento, responsáveis por fornecer ao usuário o conhecimento necessário e útil para a realização de uma tarefa.

A memória organizacional compreende os registros de uma organização e pode ser considerada um repositório do conhecimento disponível na organização, cuja finalidade é assegurar que o conhecimento desejado possa ser recuperado no tempo e no lugar certo (LIMA et al., 2000). No entanto, esse repositório não pode ser entendido como um repositório físico único, monolítico e de algum tipo específico, pois nem mesmo as organizações são entidades monolíticas (ACKERMAN et al., 2000).

Segundo O'LEARY (1998a), os repositórios de conhecimento representam o conteúdo da infra-estrutura de conhecimento e, de forma mais específica, da memória organizacional. A memória organizacional pode conter vários repositórios de conhecimento, que variam de acordo com o negócio e o domínio específicos no qual a

organização está inserida. Atributos descritivos do conhecimento armazenado nos repositórios de experiência são essenciais para o uso e a manutenção do conhecimento (O'LEARY, 1998a). Repositórios de conhecimento tipicamente utilizados por empresas de consultoria, por exemplo, incluem bases de propostas, bases de projetos, bases de melhores práticas, bases de especialistas, bases de notícias, dentre outras (O'LEARY, 1998a).

Existem dois papéis principais que devem ser desempenhados por uma memória organizacional. O primeiro é uma função passiva e consiste em atuar como um repositório do conhecimento relevante para a organização. Assim, este conhecimento pode ser utilizado por um usuário que necessita de alguma informação específica.

O segundo papel de uma memória organizacional é ser um sistema ativo, que dissemine o conhecimento necessário para que as pessoas possam realizar suas atividades. Este papel é de considerável importância. No entanto, o mais importante é mostrar ao usuário que a memória organizacional possui informações úteis ao seu trabalho e que achá-las não será uma tarefa que consumirá muito tempo, caso contrário o usuário relutará em parar a sua atividade principal para buscar auxílio na memória organizacional.

2.2.2 Serviços de Gerência de Conhecimento

Para a construção de um sistema de gerência de conhecimento, as várias atividades típicas de um processo de gerência de conhecimento devem ser consideradas. Os seguintes serviços são importantes e devem estar presentes no sistema a ser implementado:

- Criação ou importação: deve-se assumir que o sistema de gerência de conhecimento não possui todo o conhecimento necessário para a solução de problemas. Um importante serviço a ser provido, portanto, é permitir que membros da organização criem novo conhecimento e que este seja capturado pelo sistema (FISCHER et al., 2001);
- Integração e Captura: o objetivo é não atrapalhar o fluxo de trabalho normal e, assim, conseguir a aceitação do usuário. Para isto, a memória organizacional deve ser ativamente integrada ao processo de trabalho e às práticas da organização que constroem o conhecimento, capturando o novo conhecimento gerado (FISCHER et al., 2001);

- Busca e Acesso: é preciso apoiar a busca por itens de conhecimento existentes na memória organizacional, permitindo o seu acesso (STAAB et al., 2001);
- Disseminação: o principal serviço de gerência de conhecimento é a disseminação de conhecimento, através da distribuição de conhecimento existente na organização (O'LEARY, 1998a). É necessário oferecer apresentação ativa de informação relevante, uma vez que os membros das organizações, freqüentemente, estão muito ocupados para procurar conhecimento ou nem mesmo sabem da existência de conhecimento pertinente;
- Uso: na maioria das vezes, esta atividade é negligenciada. Muitos sistemas de gerência de conhecimento assumem que, uma vez que o conhecimento foi encontrado, a sua função está terminada. Além disso, dados sobre o uso do sistema de gerência de conhecimento são fundamentais para a identificação de novos conhecimentos relevantes ou itens obsoletos, sendo a base para a evolução da memória organizacional (STAAB et al., 2001);
- Preservação e evolução: trata da realimentação do usuário para manutenção e evolução da memória organizacional, pois o sistema de gerência de conhecimento tem que lidar com informação incompleta, potencialmente incorreta e em freqüente atualização, sendo importante obter realimentação dos usuários, que devem poder apontar deficiências e sugerir melhorias sem interromper, de forma significativa, seu fluxo de trabalho (STAAB et al., 2001);

2.2.3 Tecnologias Utilizadas em Sistemas de Gerência de Conhecimento

Várias tecnologias estão sendo utilizadas no desenvolvimento de sistemas de gerência de conhecimento, tais como bases de conhecimento, ontologias, *browsers* e máquinas de busca, *Intranets* e *Internet*, *XML*, agentes inteligentes, modelos de visualização, bases de dados e *data warehouses*, *groupware*, *workflow* e modelos de negócio, gerência de documento, sistemas baseados em conhecimento e sistemas especialistas (ABECKER et al., 1998; O'LEARY, 1998a; O'LEARY, 1998b; O'LEARY, 1998c; MARKKULA, 1999; LIMA et al., 2000).

Muitas empresas estão simplesmente renomeando seus produtos e abordagens, por exemplo, de gerência de informação para gerência de conhecimento, de base de dados para base de conhecimento, de *data warehouses* para repositórios de conhecimento. No entanto, soluções de Gerência de Conhecimento não são

simplesmente novos nomes. Elas devem incluir características enriquecidas de conhecimento (LIMA et al., 2000).

Para apoiar as atividades envolvidas na gerência de conhecimento, o uso das tecnologias citadas pode causar um grande impacto em um curto período de tempo, trazendo vários benefícios. Neste contexto, três tecnologias merecem destaque: ontologias, *XML* e agentes. Estas tecnologias foram utilizadas para apoiar serviços da gerência de conhecimento.

Ontologias

Uma ontologia é a representação de um vocabulário, geralmente especializando algum domínio ou problema. Mais precisamente, não é o vocabulário que especifica uma ontologia, mas as conceituações que os termos do vocabulário pretendem capturar (CHANDRASEKARAN et al., 1999). Dessa forma, através das ontologias é permitido conseguir uma uniformidade de conceitos e definições, de forma a evitar ambigüidades e inconsistências.

Para facilitar a comunicação e a troca de informações, a organização pode definir um vocabulário padrão, orientado a domínio, através de ontologias (RABARIJOANA et al., 1999). De acordo com USCHOLD (1998), uma ontologia pode assumir várias formas, mas necessariamente inclui um vocabulário de termos e a especificação de seus significados. Esta especificação inclui definições e indicações de como os conceitos estão inter-relacionados, quais as estruturas do domínio e as regras para as possíveis interpretações dos termos.

Ontologias são particularmente importantes para a gerência de conhecimento. Neste contexto, as ontologias podem ser vistas como a “cola” que mantém ligadas as atividades de gerência de conhecimento (STAAB et al., 2001). As ontologias definem um vocabulário comum utilizado pelo sistema de gerência de conhecimento e facilitam a comunicação, integração, busca, armazenamento e representação do conhecimento (O’LEARY, 1998a).

Cenários típicos para utilização de ontologias compreendem grupos de discussão, máquinas de busca, filtros de informação, acesso à informação não-textual, dentre outros (O’LEARY, 1998c). Nestas aplicações, as ontologias servem como uma especificação do discurso sob a forma de um vocabulário compartilhado (O’LEARY, 1998c). Este entendimento compartilhado é particularmente importante em sistemas de gerência de conhecimento, que tipicamente lidam com cenários de vários usuários.

O'LEARY (1998a) ainda afirma que, para utilizar repositórios de conhecimento (como as memórias organizacionais) de forma eficiente, as organizações devem ser capazes de gerar ontologias que permitam aos usuários estabelecer os recursos que precisam e desejam. As ontologias definem as características e as visões dos repositórios de conhecimento e empregam modelos que são úteis na definição e acesso a estes repositórios. O autor enumera um conjunto de fatores que justifica a necessidade de ontologias na gerência de conhecimento. Dentre estes fatores estão: as ontologias auxiliam os usuários a encontrarem grupos de discussão adequados às suas necessidades; auxiliam as buscas de conhecimento, determinando de forma não ambígua os tópicos dos repositórios de conhecimento; permitem que os usuários especifiquem termos que capturem a natureza do conhecimento desejado, de modo que sistemas de filtro possam ser utilizados; podem ser utilizadas na caracterização de artefatos, auxiliando o reuso; oferecem uma linguagem comum para evitar confusão em colaboração e para auxiliar o encontro de especialistas adequados a uma necessidade de colaboração.

XML

XML (*Extensible Markup Language*) é uma meta-linguagem de marcação de dados (*meta-markup language*), que provê um formato para descrever dados estruturados. Isso facilita declarações mais precisas do conteúdo e resultados mais significativos de busca (FURTADO, 2002).

XML permite a definição de um número infinito de *tags*. Enquanto no HTML (*HyperText Markup Language*) as *tags* podem ser usadas para definir a formatação de caracteres e parágrafos, XML provê um sistema para criar *tags* para estruturar dados (FURTADO, 2002).

A mais importante característica de XML se resume em separar a interface com o usuário (apresentação) dos dados estruturados. HTML especifica como o documento deve ser apresentado. Já XML define o conteúdo do documento. Assim, os dados recebidos por um usuário podem ser visualizados de diferentes formas, uma vez que XML define somente os dados e não a apresentação visual. A interpretação visual poderia ser dada de várias maneiras diferentes, de acordo com as aplicações (FURTADO, 2002).

No contexto da gerência de conhecimento, os benefícios do uso de XML podem ser aproveitados, principalmente se unidos ao uso de ontologias. Ontologias podem ser utilizadas para guiar a busca por itens de conhecimento. Mas, primeiro, é preciso

considerar que o conhecimento organizacional deve estar anotado com informações relativas à ontologia em particular. Utilizando XML, é possível anotar um item de conhecimento com metadado, que o descreve de acordo com a ontologia pré-definida pela organização (RABARIJOANA et al., 1999). A partir de conhecimento anotado, a busca por um item de conhecimento específico é feita com menor esforço e de maneira mais efetiva.

Agentes

Segundo (WOOLDRIDGE et al., 2000), um agente é um sistema de computador que está situado em algum *ambiente* e que é capaz de executar *ações autônomas* de forma *flexível* neste ambiente, a fim de satisfazer seus objetivos de projeto. Estar situado em um ambiente significa que o agente é capaz de perceber o ambiente onde está inserido e executar ações que mudam este ambiente de alguma forma.

Embora não haja uma definição universalmente aceita de agentes, há um consenso que *autonomia* é o centro da noção de agentes. Autonomia é um conceito complexo. Porém, neste contexto, significa simplesmente que o sistema é capaz de atuar sem intervenção humana e tem controle sobre suas ações e seu próprio estado interno.

Geralmente, os agentes têm um repertório de ações que ele pode executar para modificar o ambiente. Assim, a capacidade efetora de um agente depende das ações que ele pode executar. O problema chave é decidir qual ação executar para alcançar seus objetivos de projeto.

O que diferencia um programa de controle dos processos de um agente é a flexibilidade das ações. Flexibilidade, aqui, significa que o sistema é (JENNINGS et al., 1998):

- *Reativo*: agentes devem perceber seu ambiente e responder oportunamente às mudanças que ocorrem nele;
- *Pró-ativo*: agentes não devem simplesmente atuar em resposta ao ambiente. Devem exibir um comportamento oportunista e direcionado ao seu objetivo e tomar a iniciativa quando apropriado;
- *Social*: agentes devem interagir, quando apropriado, com outros agentes artificiais ou humanos para completar suas próprias soluções de problemas ou ajudar outros com suas atividades.

No contexto da gerência de conhecimento, agentes de software podem ser utilizados para ligar os membros da organização ao conhecimento disponível (O'LEARY,

1998a). Agentes podem auxiliar não apenas na busca por conhecimento, mas também no filtro de conhecimento relevante e sua disseminação. Se um processo de trabalho está definido, agentes podem agir de maneira pró-ativa, buscando e oferecendo itens de conhecimento que podem ser relevantes para a tarefa que o indivíduo está executando.

2.3 Gerência de Conhecimento em Engenharia de Software

A gerência de conhecimento pode ser aplicada a qualquer tipo de organização que necessita gerenciar seu conhecimento. A Fábrica de Experiências (BASILI et al., 1994) é um exemplo de abordagem de gerência de conhecimento especialmente projetada para organizações de software. A fábrica de experiências reconhece que as organizações precisam aprender através de suas experiências anteriores, de forma a desenvolver produtos com maior rapidez, menor custo e com maior qualidade.

Ou seja, o objetivo proposto tanto pela Fábrica de Experiências quanto pela gerência de conhecimento é definir uma maneira estruturada de gerenciar o conhecimento e tratar as pessoas que o possuem como recursos importantes, de forma a ajudar organizações a aumentarem sua produtividade e competitividade.

Mas se a gerência de conhecimento é a solução para estes problemas, por que todas as organizações não adotam esta medida? A razão é que há alguns desafios envolvidos na implantação da gerência de conhecimento, especialmente na engenharia de software.

A engenharia de software é uma disciplina complexa, que envolve um grande número de pessoas trabalhando em diferentes fases e atividades. Constantes mudanças de tecnologia tornam o trabalho dinâmico: novos problemas são solucionados e novo conhecimento é criado todos os dias. O conhecimento na engenharia de software é diverso e cada vez mais crescente. Organizações de software têm dificuldade em controlar qual conhecimento é este, onde ele se encontra e quem o possui.

2.3.1 Desafios da Gerência de Conhecimento na Engenharia de Software

Implementar gerência de conhecimento em qualquer organização é um desafio por causa do tempo e do esforço necessários antes que se comece a obter retorno do investimento. Organizações de software parecem ter ainda menos tempo que outras, por causa da urgência da área de desenvolvimento de software. A falta de tempo é uma

ameaça direta à gerência de conhecimento. Um exemplo é que um especialista de software pode estar tão envolvido em seu projeto, que não há tempo para apoiar outro projeto (BROSSLER, 1999). As pessoas freqüentemente não possuem tempo nem para procurar pelo conhecimento. Este comportamento cultural faz com que investimentos a longo prazo, como gerência de conhecimento e o aprendizado para um novo projeto, não sejam priorizados. Enquanto gerentes não incentivarem a mudança desta cultura e permitirem que seus funcionários gerenciem seus conhecimentos, a gerência de conhecimento pode não ser efetiva.

Um outro desafio é a característica do produto de software: diferente de produtos de outros domínios, produtos de software não são visíveis. Esta invisibilidade leva a um menor reuso. Um desenvolvedor, ao implementar ou modificar um produto de software, não consegue visualizar se este trabalho já foi feito anteriormente. Muitas vezes, desenvolvedores reinventam soluções ao invés de reutilizá-las e isto resulta em menor produtividade. Ou ainda, alguns desenvolvedores não estão acostumados ao reuso, o que é um problema, pois a idéia central da gerência de conhecimento é o reuso de recursos.

O mais problemático desafio, portanto, é que a maior parte do conhecimento na engenharia de software é conhecimento tácito. E pode permanecer tácito pela ausência de tempo de torná-lo explícito ou mesmo pela dificuldade de explicitá-lo. Uma maneira de tentar contornar este problema pode ser o desenvolvimento de uma cultura de compartilhamento eficiente, assim como apoio tecnológico para a gerência de conhecimento, sem esquecer que o recurso mais importante de uma organização são seus funcionários.

2.3.2 Necessidades de Conhecimento em Organizações de Software

Cada produto e processo de software é diferente em termos de objetivos e contexto. Uma única abordagem de desenvolvimento de software não pode ser assumida para todos os projetos ou produtos. Essas características do desenvolvimento de software são apenas algumas dificuldades enfrentadas em organizações de software. Estas dificuldades justificam a necessidade de se gerenciar o conhecimento obtido.

Assim é possível detectar algumas das necessidades das organizações de software relacionadas à gerência de conhecimento.

Necessidade de capturar e compartilhar conhecimento do processo de software

Desenvolvedores de software são expostos a uma grande diversidade de características, objetivos e contextos de produtos de software a serem desenvolvidos e constantemente obtém experiência em cada novo projeto. HENNINGER (1997) afirma que o conhecimento emerge na prática, freqüentemente sendo definido pelo primeiro projeto que trata as novas questões envolvidas.

Idealmente, poderia se aplicar esta experiência aos futuros projetos de maneira a evitar erros e aumentar o potencial de sucesso. Isto não acontece sempre, porque freqüentemente estas práticas de trabalho não são capturadas (HENNINGER, 1997). Equipes de desenvolvimento trabalham em projetos similares sem saberem que resultados seriam alcançados mais facilmente se seguissem uma prática adotada por um projeto anterior (BASILI et al., 2001). Ou seja, equipes de desenvolvimento não se beneficiam da experiência existente. Pelo contrário, eles cometem erros repetidamente (BROSSLER, 1999), pois muitos membros da equipe demonstram falta de conhecimento em projeto específico, conhecimento este que encontra-se na organização.

Esta situação também se repete quando é necessário transferir conhecimento a um novo membro na organização. A transferência de conhecimento de especialistas para novatos é facilitada se o conhecimento já foi capturado, armazenado e organizado, tornando-se disponível ao novo membro da organização de software.

A gerência de conhecimento envolve questões como a captura e o compartilhamento do conhecimento, enquanto que problemas como a diversidade de projetos e a singularidade de produtos tornam claro que este sistema deve ser flexível o suficiente para conseguir lidar com as variações sobre um mesmo tipo de software.

Necessidade do conhecimento do domínio

O desenvolvimento de software não requer apenas conhecimento sobre seu próprio domínio, mas também sobre o domínio para o qual o software está sendo desenvolvido. Desenvolver software para domínios complexos, como controle aéreo ou lançamentos espaciais, pode causar uma dificuldade extra: o entendimento sobre o problema em questão. Ou ainda, pode ser necessário o aprendizado de uma técnica específica ou de uma nova linguagem de programação. Assim, adquirir experiência e habilidades necessárias a um projeto pode tomar bastante tempo (BROSSLER, 1999).

Não há atalho para o aprendizado. O conhecimento sobre um domínio que nenhum membro da organização possui deve ser adquirido através de treinamento ou contratando empregados que possuem este conhecimento. A gerência de conhecimento,

entretanto, ajuda a organizar a aquisição deste novo conhecimento e auxilia a identificação de especialistas, assim como a captura, o armazenamento e o compartilhamento do conhecimento já existente na organização.

Necessidade de adquirir conhecimento sobre novas tecnologias

O desenvolvimento de software torna-se cada vez mais complexo em razão das constantes mudanças e do surgimento de novas tecnologias. O resultado é que torna-se difícil manter uma organização de software na posição de liderança competitiva (TIWANA, 2000). O surgimento de novas tecnologias torna os produtos de software mais poderosos, mas, para isso, pode ser necessária a mudança de uma tecnologia até no meio do desenvolvimento de um software.

Quando desenvolvedores utilizam uma tecnologia que é nova para todos os membros da equipe, o aprendizado geralmente ocorre através de erros e acertos (BROSSLER, 1999). Isto freqüentemente gera sérios atrasos no projeto em questão.

A gerência de conhecimento incentiva uma cultura de compartilhamento de conhecimento dentro da organização, que pode facilitar o aprendizado de novas tecnologias. A gerência de conhecimento também defende que o tempo deve ser gasto na busca do conhecimento já construído pela organização e não criando-o novamente.

Necessidade de conhecer quem sabe o quê

Muito conhecimento pode ser registrado, mas os recursos mais importantes de uma organização são seus empregados e o conhecimento tácito que eles possuem. A gerência do conhecimento deve envolver quem detém qual conhecimento (TIWANA, 2000). Muito tempo e esforço são gastos para determinar quem na organização pode auxiliar a desempenhar uma determinada tarefa. Este fato nos leva a crer que, além de capturar o conhecimento, é igualmente importante determinar quem os possui.

Uma outra razão para se ter controle de quem sabe o quê, é que uma organização de software, especialmente, é bastante dependente do conhecimento tácito, que é bem móvel. Se um funcionário que possui um conhecimento crítico de repente abandona a organização, falta de conhecimento é gerada (TIWANA, 2000). O problema é que provavelmente ninguém na organização sabe qual conhecimento ele possui (BASILI et al., 2001).

A gerência de conhecimento não poderá nunca substituir o cérebro dos funcionários, mas pode ajudar a construir estruturas para capturar informações chave que ajudam a reter algum conhecimento quando o funcionário se desligar da organização. Esta informação pode, pelo menos, ajudar a entender o que o funcionário que saiu conhecia e qual o perfil que seu sucessor deverá ter para preencher a posição vaga. Gerência de conhecimento pode ajudar a estabelecer rotinas, identificando o conhecimento existente, bem como quem o possui.

2.3.3 Fontes de Conhecimento

MARKKULA (1999) lista as fontes de conhecimento que podem ser úteis para organizações de desenvolvimento de software, separando-as em três classes: conhecimento externo, conhecimento interno estruturado e conhecimento interno informal.

O conhecimento externo inclui ponteiros para *sites* da Internet (tais como *sites* técnicos, de clientes, competidores, parceiros técnicos, fornecedores de software, jornais técnicos e centros de pesquisa), manuais, livros e materiais de treinamento disponíveis eletronicamente ou a informação de como obtê-los. O conhecimento interno estruturado inclui: métodos de planejamento de projeto e de engenharia de software, modelos de documentos com exemplos reais de utilização, melhores práticas, componentes de software, relatórios de pesquisa, diretrizes, comunicações específicas da organização e informações de marketing e de resultados da organização, dentre outros. Estes tipos de conhecimentos são revisados pela organização antes de serem publicados. O conhecimento interno informal é dividido em três partes: discussões, que podem ser organizadas de acordo com os diferentes assuntos, notícias relacionadas a assuntos técnicos e pastas de projeto, mantendo todas as informações, e o conhecimento gerado durante cada projeto e que serve como repositório de lições aprendidas quando os projetos terminam. O conhecimento nas pastas de projeto pode variar de conhecimento formal a conhecimento muito informal (MARKKULA, 1999).

Segundo MARKKULA (1999), a fonte de conhecimento mais importante são as experiências de projeto. Assim, experiências de projeto podem e devem ser tanto relatos de sucesso quanto de fracasso, devendo ser transformadas em conhecimento organizacional (O'LEARY, 1998a). As lições informativas explicam como proceder em uma determinada situação, as lições de sucesso fornecem exemplos de problemas que

foram resolvidos de maneira positiva e as lições de fracasso fornecem exemplos de respostas negativas à tentativa de solucionar um problema e maneiras potenciais de contornar a situação. Finalmente, as melhores práticas fornecem maneiras eficientes e eficazes de realizar tarefas.

2.3.4 Iniciativas de Gerência de Conhecimento em Engenharia de Software

Há vários sistemas de gerência de conhecimento desenvolvidos para atender necessidades da engenharia de software. Todos estes sistemas se baseiam na gerência de conhecimento para apoiar a solução de problemas, porém estas iniciativas possuem diferentes enfoques.

MARKKULA (1999) descreve uma iniciativa realizada na ICL Finland para promover o compartilhamento e reuso do conhecimento obtido na engenharia de software. A fonte mais importante de conhecimento são as experiências de projeto, que devem ser identificadas e compartilhadas. Um framework foi desenvolvido para criação, captura, armazenamento e aplicação de conhecimento formal e informal nos projetos da organização.

BORGES et al. (2002) apresentam *ProKnowHow*, uma ferramenta para apoiar a disseminação do conhecimento sobre processos. *ProKnowHow* tem como objetivo principal prover apoio automatizado para a tarefa de adaptação do processo padrão, permitindo divulgar o conhecimento adquirido durante o projeto e fornecendo subsídios para a realimentação do processo padrão.

VALENTE et al. (2002) definiu como extensão de *ProKnowHow* um sistema de gerência de conhecimento visando apoiar a elaboração de estimativas. Como *ProKnowHow* tem o objetivo principal de apoiar a disseminação de conhecimento sobre processos, optou-se por estender sua funcionalidade para comportar os seguintes objetivos: apoiar as estimativas de projeto através da recuperação de projetos com características similares; obter indicadores de uma classe de projetos da organização e definir objetivos e métricas de negócio da organização;

O conhecimento de riscos de um projeto é um outro exemplo de conhecimento relacionado às atividades da engenharia de software. Projetos de software estão expostos a um conjunto variado de incertezas e, desta forma, requerem planejamento e acompanhamento dos principais problemas a serem enfrentados. Visando atender esta

necessidade, FARIAS (2002) define a ferramenta *RiscPlan*, que possibilita a utilização do conhecimento sobre riscos gerado em um ambiente de desenvolvimento de software.

FISCHER et al. (2001) apresentam *NetDE*, um ambiente de desenvolvimento de software que possui um sistema de gerência de conhecimento para apoio à criação e à gerência de conhecimento no domínio de projeto e administração de redes de áreas locais. *NetDE* apóia o acesso a informação por busca, mas pode ter um papel ativo na disseminação de conhecimento.

BASILI et al. (2001) apresentam o sistema *AnswerGarden*, desenvolvido para atender às necessidades de compartilhamento de conhecimento em organizações de suporte ao cliente e *helpdesks*. Estas organizações recebem pedidos de ajuda de cliente e usuários de um sistema de software e os auxiliam a resolver os problemas encontrados. Com *AnswerGarden*, o conhecimento de especialistas é capturado, sendo possível enviar rapidamente respostas conhecidas aos clientes.

SCHNEIDER (2001) descreve *Software Experience Center*, um sistema de gerência de conhecimento para a área de desenvolvimento de software da empresa Daimler Chrysler. Para obter sucesso, este sistema incentivou desenvolvedores de software a compartilharem seu conhecimento através de ferramentas e técnicas que permitem capturar experiências de maneira simples e pouco trabalhosa. Assim, as boas experiências de software capturadas pelo sistema atraíram usuários em busca de conhecimento em potencial.

2.4 Conclusões do Capítulo

Conhecimento é um dos recursos mais importantes de uma organização, influenciando a sua competitividade. Por isso, o compartilhamento do conhecimento dentro das organizações tem crescido como um mecanismo estratégico para impulsionar a oferta de serviços ao cliente, diminuir o tempo de desenvolvimento de produtos e compartilhar as melhores práticas (SKYRME, 1998).

Sistemas de gerência de conhecimento facilitam o acesso e reuso de conhecimento e se apóiam em várias tecnologias como ontologias, *XML* e agentes de software.

Entretanto, é preciso enfatizar que o uso de sistemas de gerência de conhecimento não cria conhecimento novo e não pode garantir ou promover o compartilhamento de conhecimento em uma organização cuja cultura não favoreça estas

atividades (DAVENPORT et al., 1998). Uma cultura de apoio ao conhecimento, isto é, aquela que valoriza o aprendizado e motiva a criação e o compartilhamento do conhecimento, é um dos mais importantes fatores para o sucesso da gerência de conhecimento (MARKKULA, 1999).

Para obter sucesso em seu objetivo de capturar e compartilhar conhecimento, um sistema de gerência de conhecimento deve estar integrado ao processo adotado pela organização. Especificamente no desenvolvimento de software, este sistema deve fazer parte do processo de desenvolvimento, funcionando como uma ferramenta que possa apoiar o engenheiro de software na construção dos seus produtos.

A gerência de conhecimento pode prover apoio à necessidade das organizações de software de fornecer sistemas com alta qualidade e baixo custo no menor intervalo de tempo possível (ALTHOFF et al., 1999). Este apoio se dá através do compartilhamento de conhecimento e de experiências anteriores da organização. A experiência é um elemento chave para a melhoria de qualquer atividade de engenharia, sendo, na engenharia de software, fundamental para a melhoria contínua do processo de desenvolvimento de software e, conseqüentemente, para a melhoria dos produtos resultantes (BROOMÉ et al., 1999).

Os próximos capítulos discutem a importância dos ambientes de desenvolvimento de software como forma de apoio ao desenvolvimento e manutenção de produtos de software e, ainda, como a gerência de conhecimento pode se unir a estes ambientes provendo um apoio mais completo e efetivo.