



FUNDAÇÃO EDSON QUEIROZ
UNIVERSIDADE DE FORTALEZA - UNIFOR

VINÍCIUS PONTE MACHADO

**UMA ARQUITETURA MULTI-AGENTES PARA
AUXÍLIO À GESTÃO DO CONHECIMENTO
ATRAVÉS DA DESCOBERTA DE CONHECIMENTO
EM BASE DE DADOS**

FORTALEZA
2003

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.



**FUNDAÇÃO EDSON QUEIROZ
UNIVERSIDADE DE FORTALEZA – UNIFOR**

VINÍCIUS PONTE MACHADO

**UMA ARQUITETURA MULTI-AGENTES PARA
AUXÍLIO À GESTÃO DO CONHECIMENTO
ATRAVÉS DA DESCOBERTA DE CONHECIMENTO
EM BASE DE DADOS**

DISSERTAÇÃO APRESENTADA AO CURSO DE MESTRADO EM INFORMÁTICA
APLICADA UNIVERSIDADE DE FORTALEZA, COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO.

Orientador: Prof. João José Peixoto Furtado, D.Sc.

Fortaleza
2003

**UMA ARQUITETURA MULTI-AGENTES PARA AUXÍLIO À
GESTÃO DO CONHECIMENTO ATRAVÉS DA DESCOBERTA DE
CONHECIMENTO EM BASE DE DADOS**

BANCA EXAMINADORA

Prof. João José Peixoto Furtado, D. Sc
Orientador

Prof. José Bezerra da Silva Filho, D. Sc

Prof. Jorge Louçã, D. Sc

MACHADO, Vinícius Ponte. *Uma Arquitetura Multi-Agentes para auxílio à Gestão do Conhecimento através da descoberta de conhecimento em base de dados*. Fortaleza: Universidade de Fortaleza. Dissertação de Mestrado em Informática Aplicada, 2003

Perfil do autor: Bacharel em Informática – UNIFOR; Analista de Sistemas SECREL Soluções de Aprendizagem.

Nesta dissertação apresenta-se uma arquitetura multi-agente que visa realizar um processo de descoberta de conhecimento em base de dados. Com este processo pretendemos auxiliar tarefas realizadas em um Sistema de Informação de Gestão de Conhecimento - SIGC. Este processo é apoiado por diversos agentes os quais são responsáveis pelas tarefas que compõem a descoberta de conhecimento: captação de informações, preparação de dados e descoberta de conhecimento através de algoritmos de aprendizagem. realiza-se também um estudo sobre os SIGCs, destacando suas características e enquadrando o sistema MC2 como um sistema gestão do conhecimento. Realizou-se também um estudo de caso mostrando a implementação de nossa arquitetura no sistema MC2, através de exemplos práticos. Com uso desta arquitetura fomenta-se o desenvolvimento organizacional através da disseminação de conhecimento no SIGC de forma transparente aos usuários, fazendo com que esses agentes tornem-se assistentes dentro das tarefas em um SIGC.

Palavras chaves: Arquitetura Computacional - Gestão do Conhecimento - Memória Organizacional – Desenvolvimento Organizacional – Participação.

À minha família, pelo apoio, dedicação e paciência que me proporcionaram tranquilidade para a conclusão deste trabalho,

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, em primeiro lugar, pela vida, paz, saúde que me concede a cada dia, e que me permitiu suplantar os obstáculos e realizar este trabalho de forma digna.

Ao meu orientador, Vasco, pela paciência e posição crítica que fez com que enxergasse minhas deficiências favorecendo o meu amadurecimento profissional e pelos ensinamentos, objetividade e coerência com que me conduziu neste trabalho. Obrigado, principalmente pela confiança em mim depositada desde a época de minha graduação até hoje, sempre indicando a direção a ser tomada nos momentos de indecisão.

À Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP), por acreditar em minha proposta concedendo-me bolsa de estudo.

À SECREL, na pessoa de César Colera e Ricardo Liebmann, pelo apoio, incentivo e liberdade proporcionados durante a execução desse trabalho, sem os quais não seria possível sua realização.

Aos meus colegas de trabalho do MC2 e, acima de tudo, aos amigos Alecsandra, Alécio, Adriana, Bezerra, Felipe e Franzé, pelo estímulo e compreensão diante de minhas dificuldades e por me proporcionarem um ambiente de trabalho agradável e fraterno.

A minha namorada Karine, pelo amor e paciência durante este período em que entendeu minha ausência e suportou minhas angústias, pertinentes às dificuldades que passei no período deste trabalho.

À minha família, meus pais, Excelsa e Machado, pela educação e apoio incondicional, além de um ambiente familiar estável que me proporcionou serenidade para a realização desse trabalho e ao meu tio Cândido, por me conceder um local que eu pude chamar de lar e onde pude trabalhar da forma mais tranqüila possível.

RESUMO

Nesta dissertação apresentar-se-á uma arquitetura multi-agente que visa realizar um processo de descoberta de conhecimento em base de dados. Com este processo pretende-se auxiliar tarefas realizadas em um Sistema de Informação de Gestão de Conhecimento - SIGC. Este processo é apoiado por diversos agentes os quais são responsáveis pelas tarefas que compõem a descoberta de conhecimento: captação de informações, preparação de dados e descoberta de conhecimento através de algoritmos de aprendizagem. Realizou-se também um estudo sobre os SIGCs, destacando suas características e enquadrando o sistema MC2 como um sistema gestão do conhecimento. Realizou-se também um estudo de caso mostrando a implementação de nossa arquitetura no sistema MC2, através de exemplos práticos. Com uso desta arquitetura fomenta-se o desenvolvimento organizacional através da descoberta de conhecimento no SIGC de forma transparente aos usuários, fazendo com que esses agentes tornem-se assistentes das tarefas em um SIGC.

ABSTRACT

In this work we present an multi-agent architecture which aims at discovering knowledge from databases for assisting the knowledge management. Diverse agents are responsible for the tasks that compose the knowledge discovery: capture of information, data preparation, knowledge discovery through machine learning algorithms. We have also studied the notion on the Knowledge Management information System (KMIS), describing its main characteristics. We integrate the multi-agent architecture into a KMIS called MC2. A case study showing the implementation of our architecture in MC2 through practical examples is presented. With use of this architecture we intend to contribute to the organizational development through the dissemination of relevant knowledge in MC2 in a transparent way to the users.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO I.....	4
I - ESTADO DA ARTE	4
1.1 Gestão do Conhecimento.....	4
1.1.1 Os processos de gestão do conhecimento.....	5
1.1.2 Representação do Conhecimento (formalização).....	6
1.2 Memória Organizacional	7
1.2.1 Arquitetura da memória organizacional	9
1.2.2 Requerimentos práticos da memória organizacional.....	11
1.3 Aprendizagem Organizacional	13
1.4 Ferramentas de apoio à gestão do conhecimento.....	14
1.4.1 Agentes	14
1.4.2 Metadados e Ontologias	19
1.4.3 Descoberta de conhecimento em base de dados (KDD).....	21
1.4.4 Aprendizagem Automática	23
1.5 Trabalhos Relacionados.....	27
1.5.1 Agentes x Data Mining.....	27
1.5.2 Agentes x MetaDados (Ontologias).....	31
1.5.3 Agentes x Gestão do Conhecimento.....	33
1.6 Considerações Finais	34
II - SISTEMAS DE INFORMAÇÃO DE GESTÃO DO CONHECIMENTO.....	35
2.1 Introdução	35
2.2 Funções do SIGC	35
2.2.1 Gestão de competências.....	36
2.1.2 Disseminação do conhecimento	36
2.2.2 Formalização do conhecimento	39
2.2.4 Recuperação de Informações	39
2.3 Exemplos de SIGC	42
2.4 MC2.....	44

2.5	Conceitos Básicos do MC2.....	45
2.5.1	Expressões-chave.....	45
2.5.2	Habilidades	46
2.5.3	Lista de Conhecimento Crítico - LCC	46
2.5.4	Entidades	47
2.6	O Papel das pessoas no MC2.....	48
2.6.1	Articulador.....	48
2.6.2	Multiplicador	49
2.6.3	‘Consultoria MC2’	49
2.7	O Papel das pessoas no MC2.....	50
2.7.1	Gestão de competências.....	50
2.7.2	Disseminação do conhecimento	51
2.8	O MC2 como ferramenta de Aprendizagem Organizacional	53
2.9	Arquitetura de Agentes Inteligentes	54
2.10	Considerações Finais	57
III	- ARQUITETURA DE AGENTES DE DESCOBERTA DE CONHECIMENTO.....	58
3.1	Introdução.....	58
3.2	Componentes da Arquitetura de Agentes de Descoberta de Conhecimento	59
3.2.1	Agentes	59
3.2.2	Repositório de meta-conhecimento	62
3.2.3	Camada de Comunicação	64
3.3	Processo de descoberta de conhecimento	68
3.3.1	Execução do processo.....	68
3.3.2	Eventos de descoberta de conhecimento	70
3.3.3	Execução dos agentes	72
3.4	Considerações Finais	80
IV	- ESTUDO DE CASO	82
4.1	Introdução.....	82
4.2	Escopo de aplicação.....	82
4.3	Criando o Repositório de Meta-Conhecimento	83
4.4	Nomeação de Multiplicador	86

4.5 Categorização das pessoas com atividades profissionais	91
4.6 Validação de Atividade Profissional	94
4.7 Arquitetura Prática.....	101
4.7.1 Tecnologia de Implementação do sistema MC2.....	101
4.7.2 Agentes	102
4.8 Considerações Finais	103
CONCLUSÃO	104
BIBLIOGRAFIA.....	107
ANEXO I	115

ÍNDICE DE FIGURAS E TABELAS

Figuras

Figura 1: A Memória Organizacional interage com todas as atividades básicas da Gestão de Conhecimento	8
Figura 2: Requerimentos Tecnológicos da Memória Organizacional baseado em Abecker [1999].	10
Figura 3: Arquitetura da Memória Organizacional segundo [Abecker 1998].	11
Figura 4: Arquitetura de um agente segundo [Devedzic, 2001]	16
Figura 5: Exemplo de uma mensagem em FIPA ACL	19
Figura 6: Processo de KDD segundo Fayyad et al [1996].	22
Figura 7: Exemplo de Árvore de decisão.	24
Figura 8: Arquitetura do BODHI.	30
Figura 9: Arquitetura de Agentes de Metadados segundo [Rocha, 2002]	32
Figura 10: Informações dispersas na Organização. Adaptado de [Smith & Farquhar 2000].	40
Figura 11: MC2 visto por diferentes conceitos.	45
Figura 12: O papel das pessoas no MC2	50
Figura 13: Arquitetura conceitual do MC2.	55
Figura 14: Arquitetura EC=MC2 segundo Furtado [2000].	56
Figura 15: Componentes da Arquitetura de Descoberta de conhecimento	62
Figura 16: Mapeamento de Informações atributos do banco de dados.	63
Figura 17a: Exemplo de mensagem trocada entre os agentes	66
Figura 17b: Mensagem de resposta a ativação	66
Figura 18: Mensagem trocada entre os agentes	67
Figura 19: Acesso dos agentes ao blackboard	69
Figura 20: Processo de descoberta de Conhecimento.	69
Figura 21: Fluxo de funcionamento do agente de meta-conhecimento.	73
Figura 22: Preparação do arquivo de observações	75
Figura 23: Fluxo de processamento do ADeC	78
Figura 24: Cadastro de Expressões-Chave	84
Figura 25: Associação de Expressões-Chave com atributos do banco de dados	85
Figura 26: Nomeação de Multiplicador	88
Figura 27: Regras que indicam a condição de multiplicador	91
Figura 28: Classificações de Atividades Profissionais	93
Figura 29: Perspectivas Profissional e Participativa	97

Tabelas

Tabela 1: Formato do Arquivo do Repositório de Meta-Conhecimento.....	64
Tabela 2: Eventos de descoberta de conhecimento no MC2	87
Tabela 3: Relação entre conceitos e atributos mapeados na camada de meta-conhecimento	89
Tabela 4: Subconjunto de observações para o processamento do C4.5.....	90
Tabela 5: Informações captadas pelo AI nas Atividades Profissionais em atributos do banco de dados.....	92
Tabela 6: Parte do arquivo de observações usado na geração de classificações de atividades profissionais.....	93
Tabela 7: Arquivos de observações das perspectivas	96
Tabela 8: Perfís e contribuições das relações entre as perspectivas	100

INTRODUÇÃO

Atualmente, o conhecimento tem sido um diferencial competitivo nas organizações, pois permite que elas possam aprender mais consigo mesmas e melhorar seus métodos e técnicas. Para isso, precisa-se adotar uma gestão ou gerência sobre esse conhecimento.

Tecnologias úteis para a Gestão do Conhecimento são aquelas que propiciam a integração das pessoas, facilitando a superação das fronteiras entre unidades de negócio, que ajudam a prevenir a fragmentação das informações e permitem criar redes para o compartilhamento do conhecimento.

A principal função de uma Memória Organizacional é aumentar a competitividade da organização, pelo aperfeiçoamento da forma como ela gerencia seu conhecimento [Abecker, 1998]. Nesse sentido, a Memória Organizacional e os SIGC, não são, apenas, um acervo de informações. Eles são, também, ferramentas da organização para o gerenciamento de seus ativos intelectuais. Sua existência propicia compartilhamento e reuso do conhecimento corporativo, do conhecimento individual e das lições aprendidas na execução das tarefas da organização.

Neste trabalho, focalizaram-se estudos em Sistemas de apoio à Gestão do Conhecimento (SIGC), mais especificamente, o sistema MC2 que, juntamente com a estratégia MC2 (conjunto de políticas de funcionamento do sistema), propicia um ambiente de colaboração e conhecimento. Além disso, o MC2 se comporta como um repositório de informações, processos e técnicas, funcionando como uma memória organizacional. Porém, há um aspecto, tanto da gestão do conhecimento quanto da memória organizacional, que é um desafio aos SIGC. Segundo [Abecker *et al* 2000], ela deve funcionar como um serviço, capaz de colocar à disposição de quem tenha que executar determinada tarefa, no tempo certo, informações necessárias para o trabalho. Percebe-se que essa é uma deficiência dos SIGC pois o conhecimento que existe à disposição dos usuários não é captado, nem distribuído de forma automática, de modo a auxiliá-los quando necessitam.

Focaliza-se, aqui, justamente o aspecto do auxílio automático para os usuários de um SIGC (no nosso caso, o Sistema MC2). Nossa principal motivação foi poder contribuir com a gestão do conhecimento e memória organizacional, através da definição de um sistema multi-agentes para descoberta de conhecimento em base de dados. Os sistemas multi-agentes permitem realizar tarefas computacionais que independam da intervenção do usuário, fazendo com que esses agentes se tornem assistentes dentro das tarefas de um SIGC.

Eles podem, assim, melhorar a captação de conhecimento (através de algoritmos de descoberta de conhecimento implementados nesses agentes), auxiliando os usuários em algumas de suas tarefas. Em resumo, o objetivo desse trabalho foi agregar funcionalidades aos *softwares* de gestão do conhecimento, propondo uma arquitetura que adicione novas funcionalidades a um SIGC.

Nossa principal contribuição foi auxiliar à gestão do conhecimento e à construção da memória organizacional, atacando alguns dos principais desafios da gestão do conhecimento e da memória organizacional. Mais especificamente, através de uma arquitetura multi-agente, que pretende auxiliar alguns pontos da gestão do conhecimento tais como identificação, preparação, geração e disseminação do conhecimento. Estes itens devem se voltar à distribuição do 'conhecimento certo', no 'tempo certo', às 'pessoas certas'.

O 'conhecimento certo' nos remete à idéia de captação de determinadas informações sobre processos e práticas que podem fazer diferença competitiva para a organização. 'Tempo certo' significa entregar estas informações no momento em que as pessoas realmente necessitarem, ou seja, na realização de uma determinada ação. Já a expressão 'pessoas certas' significa disponibilizar as informações a quem realmente necessita.

A arquitetura multi-agente proposta define formas para a captação de informações, preparação e exploração de dados, por via de algoritmos de aprendizagem. Este é um processo que se inicia no momento em que se realiza uma 'monitoramento' do SIGC e, com isso, captam-se algumas características até o momento em que os dados estão prontos para serem submetidos aos algoritmos e, depois de realizado esse processamento, entregues às pessoas.

Nossa solução ainda contempla o aspecto da aquisição do conhecimento na memória organizacional. O ponto principal na aquisição é conhecer o modo mais eficiente para captar o conhecimento relevante à organização. Neste caso, a busca de conhecimento em base de dados ajudará na aquisição do conhecimento à medida que ela pode vir a revelar informações implícitas nos bancos de dados, sobre os processo da organização.

Em termos práticos, neste trabalho, ataca-se o problema da entrega e captação automática de conhecimento no sistema MC2, fazendo com que os usuários sejam auxiliados em algumas tarefas no sistema, por meio de uma arquitetura multi-agente que implementa algoritmos de descoberta de conhecimento em base de dados, dando suporte a ações dos usuários, no momento em que elas são realizadas.

Além da introdução, esta dissertação inclui cinco partes, na forma de capítulos. O capítulo um discorre sobre o estado da arte sobre os conceitos que fomentam a proposta aqui apresentada. No capítulo dois, apresenta-se as funcionalidades do sistema de gestão de conhecimento e procura-se enquadrar o sistema MC2, que servirá como base para a aplicação de nossa proposta, no escopo dos SIGC. Já no capítulo três, propõe-se uma arquitetura que é o foco principal de nosso trabalho. O capítulo quatro, trata da aplicação dessa arquitetura proposta, mostrando como ela funciona, de forma prática. Por fim, na conclusão, encerra-se a dissertação tecendo conclusões finais sobre as informações coletadas na nossa pesquisa, sugerindo sua continuidade, através de trabalhos futuros, nos quais a solução aqui proposta possa ser aplicada e aperfeiçoada.

CAPÍTULO I

ESTADO DA ARTE

O conhecimento é peça fundamental no contexto empresarial, impondo-se como uma variável decisiva na competitividade das Organizações. Aspectos ligados aos mecanismos de criação, representação, difusão, comercialização e exploração do conhecimento devem ser analisados e compreendidos, afim de que possa-se obter um diferencial em um ambiente competitivo.

Além disso, o uso de ferramentas que podem dar apoio a esses mecanismos auxilia a formar esse diferencial. Dentre essas ferramentas, são utilizadas neste trabalho, algumas que auxiliarão na gestão do conhecimento e na aprendizagem organizacional. Tecnologias como KDD, metadados, ontologias e algoritmos de aprendizagem estão no escopo desse trabalho. Neste capítulo, procura-se definir, não só essas tecnologias, como também os conceitos referentes à gestão do conhecimento, memória organizacional e aprendizagem organizacional.

1.1 Gestão do Conhecimento

Segundo Sabbag [2000], a gestão do conhecimento consiste em tornar conhecido o saber referente aos produtos, processos e tecnologias da organização, nos níveis necessários e suficientes para a solução de problemas. É um processo articulado, contínuo e intencional de geração, codificação, disseminação e apropriação do conhecimento.

A literatura sobre gestão do conhecimento destaca a importância de dois tipos básicos de conhecimento na organização: conhecimento explícito e conhecimento tácito [Nonaka & Takeuchi 1999]. O conhecimento explícito é aquele ligado aos procedimentos, aos bancos de

dados, aos relacionamentos com o cliente e pode ser codificado, armazenado e transmitido pela linguagem formal. Já o conhecimento tácito está caracterizado pela ação e refere-se à experiência, ao poder de inovação e a habilidade das pessoas.

Deste modo, o papel da gestão do conhecimento é gerenciar esses tipos de conhecimento em prol da melhoria da qualidade da organização, como um todo, desde as técnicas de produção até o seu relacionamento com o mercado. Para [Davenport & Prusak 1998], existem alguns sinais que indicam onde o conhecimento pode estar mais presente na organização e como obter acesso a ele: a posição e educação formal, as redes informais entre as pessoas e as comunidades de práticas de algum tipo de habilidade (por exemplo, profissionais de diferentes setores da empresa que dominam ou tem interesse em um assunto ou conhecimento comum).

Mesmo conseguindo localizar o conhecimento, a gestão do conhecimento é algo que requer, além da disponibilidade da informação, a experiência, contexto, negociação, interpretação e reflexão das pessoas para esta informação faça sentido e tenha valor.

1.1.1 Os processos de gestão do conhecimento

A gestão do conhecimento envolve processos destinados a criação, identificação, captura, organização e compartilhamento do conhecimento na organização. Esses processos são definidos a seguir segundo [Beckman 1998], [Van Buren 1999] e [Harris *et al* 1999]:

- criação: é o processo através do qual a organização produz conhecimento novo ou cria novas combinações de conhecimento;
- identificação: refere-se à determinação das competências essenciais à organização e qualificação da captação interna com relação aos domínios correspondentes a essas competências;
- captura e codificação: extração do conhecimento a partir da informação. E integração de dados dispersos;

- seleção e validação: é o processo de avaliação do valor do conhecimento formalizado e filtragem dos mais relevantes para a organização;
- organização, armazenagem e manutenção (memória organizacional): consiste em classificar o conhecimento já validado e armazená-lo na base interna de conhecimento, ou seja, a formação da memória organizacional;
- acesso e compartilhamento: refere-se à disseminação do conhecimento, seja através da busca por parte do usuário, ou através da notificação ou integração da informação sem a necessidade de solicitação;
- uso e aplicação: diz respeito à aplicação do conhecimento à solução de problemas, à tomada de decisões, a processos de inovação e aprendizagem dentro da organização.

1.1.2 Representação do Conhecimento (formalização)

Uma das principais linhas de pesquisas seguidas pela Inteligência Artificial(IA), tem sido a de simular a inteligência, através de programas de computador, cujas características envolvem o conhecimento e a sua representação [Viccari 1994].

[Brachman 1988] ressalta que grande parte dos trabalhos de IA baseiam-se no fato de que os sistemas inteligentes podem ser construídos a partir do conhecimento explícito (conhecimento declarativo) que, por sua vez, são operados por mecanismos de raciocínio formal. Para Brachman, a questão central sobre representação do conhecimento está em procurar saber como transmitir conhecimento para um sistema computacional, dando-lhe uma capacidade adequada de raciocínio, de modo que este conhecimento possa ser utilizado para permitir ao sistema uma adaptação e exploração do seu ambiente.

É importante considerar que uma linguagem de representação de conhecimento não deve ser caracterizada somente em termos de sua adequação, mas também, em termos de sua eficácia computacional. Assim, uma representação não deve, meramente, prescrever *como*

trechos individuais de informações são representados, mas deve especificar como a totalidade da informação é estruturada e organizada, de modo que as informações relevantes possam ser recuperadas e as inferências adequadas apresentem um nível aceitável de eficiência [Shastri 1991].

Pode-se, também, representar conhecimentos explícitos por meio das ontologias, que são especificações dos conceitos relativos a um determinado domínio. As ontologias também são utilizadas como apoio à construção de modelos de referência, que são representações visuais do processo de negócio, as quais podem, também, ser consideradas como um meio de representação de conhecimento [Abecker 1998].

Uma outra vertente da representação do conhecimento advém do campo da administração. Nesse campo, tem-se uma definição mais livre do termo conhecimento que, muitas vezes, pode ser confundido com informação. O mesmo ocorre com a representação do conhecimento, segundo a qual, para a administração, representar conhecimento é criar subsídios para que possam ser identificadas certas informações dentro da organização.

Sob este aspecto, um meio de representar o conhecimento é a geração de Mapas do Conhecimento, que são registros capazes de apontar as fontes de conhecimento, isto é, documentos e bases de dados nos quais estão armazenados tipos de informação [Davenport, T., Prusak 1998]. O mapa, por si, é um conhecimento explícito que facilita o processo de transformação e difusão do conhecimento, pois permite que as pessoas identifiquem fontes de conhecimentos explícitos e, além disso, as pessoas que possuem algum conhecimento tácito a respeito deste. Um mapa deve ser construído conforme os requisitos das pessoas, dentro da organização, e deve apontar, tanto para o conhecimento interno, quanto para o externo às instituições.

1.2 Memória Organizacional

Conforme foi mencionado, a Memória Organizacional (MO) tem um papel fundamental para a prática de gestão do conhecimento, no que se refere ao armazenamento, organização e manutenção do conhecimento. Mais do que um mero repositório de informações, ela provê

meios para uma captação e disseminação eficientes, integrando-se com o ambiente de trabalho e com outros processos da gestão do conhecimento [Abecker 1998], conforme ilustrado na Figura 1.

Ainda segundo [Abecker 1998], Memória Organizacional é uma ferramenta da organização para o armazenamento e gerenciamento de seus ativos intelectuais, provendo conhecimento, *onde e quando* ele for necessário, além de atuar como um sistema de acompanhamento de execução de tarefas. Ela está sempre disponível para apresentar informações relevantes, que ajudam às pessoas a executarem seus esforços de maneira mais rápida e efetiva.

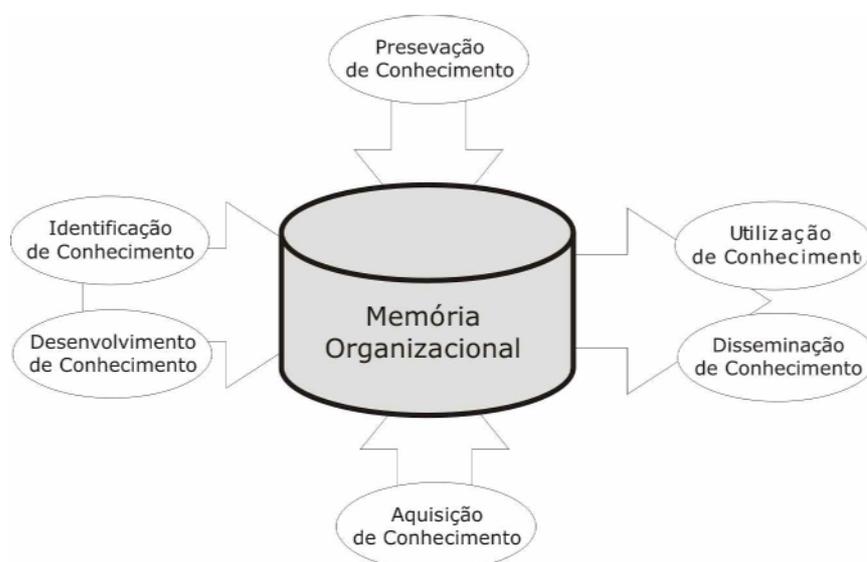


Figura 1: A Memória Organizacional interage com todas as atividades básicas da Gestão de Conhecimento - adaptado de Abecker [1998].

Ainda, segundo Abecker (*op. cit*), a principal função de uma Memória Organizacional é aumentar a competitividade da organização, pelo aperfeiçoamento da forma como ela gerencia seu conhecimento. Sua existência deve propiciar maior compartilhamento e reuso do conhecimento corporativo, do conhecimento individual e das lições apreendidas na execução das tarefas da organização, permitindo responder às principais inquietações que surgirem a respeito da organização, seu ambiente, seus processos e produtos.

Nas ferramentas computacionais, que se propõem a realizar a criação e manutenção da

memória organizacional, são identificados desafios comuns. Em [Abecker *et al* 2000] é apresentado um sistema que permite definição de modelos para a descrição e armazenamento de documentos, criando assim uma memória organizacional. Estes modelos são graficamente construídos e são resultados de uma colaboração entre os usuários.

Outros autores [Hijst *et al* 1996] mostram diferentes aspectos da memória organizacional. Para eles, a MO é uma representação persistente do conhecimento e informação em uma organização. Qualquer parte do conhecimento ou informação, que contribui para a performance da organização, pode ser armazenada nela, e sua principal função é melhorar a competitividade da organização, melhorando, assim, a maneira de gerenciar o conhecimento. Para [Abecker 1999], o principal objetivo das organizações não é maximizar o conhecimento armazenado, mas melhorar a competitividade, pela adaptação contínua da organização com o ambiente externo (mercado, climas políticos e sociais, preferências do consumidor e outros).

1.2.1 Arquitetura da memória organizacional

[Abecker 1999] mostra os requerimentos tecnológicos da memória organizacional, como pode ser visto na Figura 2. Esses requerimentos visam a auxiliar três atividades: aquisição ou captura de conhecimento, organização e evolução do conhecimento, e a entrega do conhecimento.

Cada uma dessas divisões engloba tecnologias que permitem a execução dessas atividades. No âmbito da captura de conhecimento, são utilizadas ferramentas que permitem que o conhecimento organizacional seja encontrado e incorporado à memória organizacional. Para isso, são utilizados *data minings*, *data warehouse* e análise de documentos.

Na parte de organização e evolução do conhecimento, tem-se ferramentas favoráveis à organização do conhecimento e, dessa forma, ao seu melhor aproveitado pela organização. Neste ponto, são utilizadas ferramentas como ontologias, classificação de textos e modelagem do conhecimento.

No cume dessa pirâmide, demonstrada na figura 2, existe aquelas ferramentas responsáveis pela facilitação da entrega do conhecimento às pessoas, tais como, assistentes pessoais, sistemas baseados em casos e gestão de *workflow*.

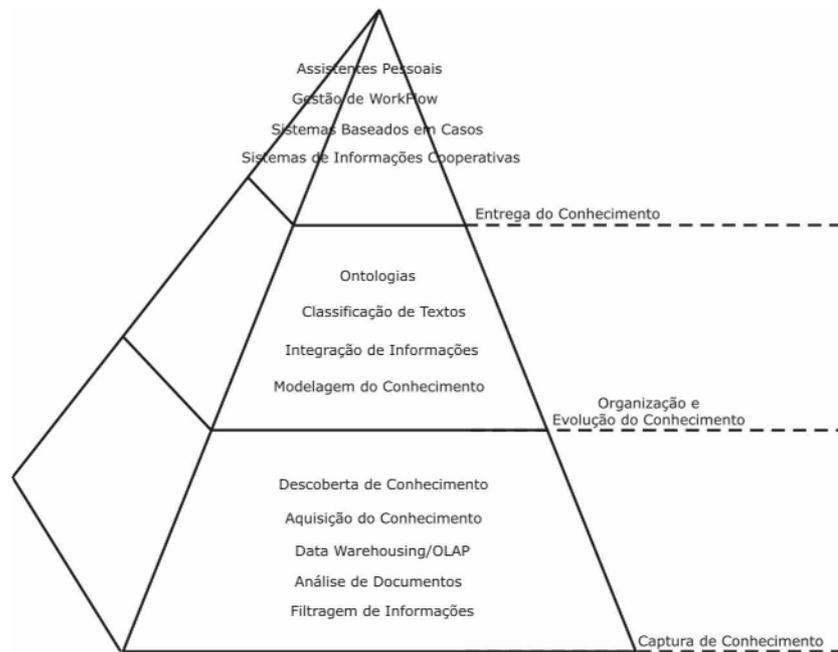


Figura 2: Requerimentos Tecnológicos da Memória Organizacional baseado em Abecker [1999].

Com base nessas tecnologias, Abecker [1999] definiu uma arquitetura da memória organizacional que pode ser vista na Figura 3. Conforme a figura, a memória organizacional visa a apoiar as atividades dos processos de negócios, através de informações relevantes sobre o domínio de conhecimento demandado por essas atividades, oriundas do IDC (Índice de descrição de conhecimento). O IDC, por sua vez, armazena informações provenientes de diversos meios, tais como: documentos semi-estruturados, contatos com empregados, banco de dados, documentos informais e processos de negócios antigos.

Para organizar e prover a informação correta, no momento correto, esta arquitetura de memória organizacional está apoiada por três estruturas: a estrutura do conceitual do produto, representada pela ontologia do domínio; estrutura representacional, que é a ontologia de informação na qual estão armazenadas as estruturas física e lógica da informação; a estrutura conceitual, representada pelos modelos de usuário e de negócio e a estrutura organizacional.

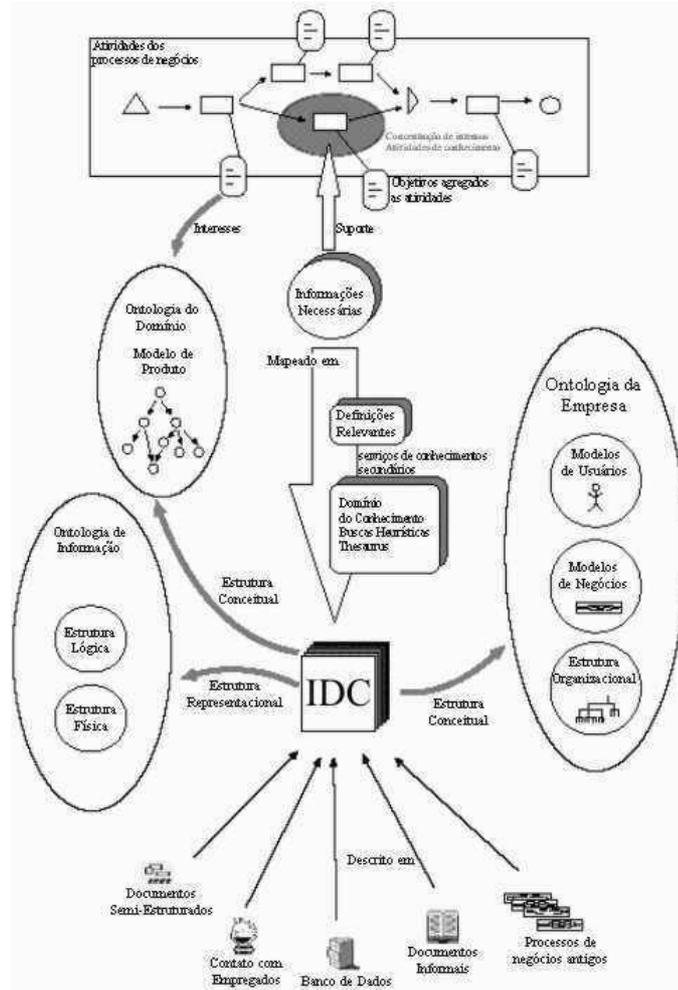


Figura 3: Arquitetura da Memória Organizacional segundo [Abecker 1998]

1.2.2 Requerimentos práticos da memória organizacional

Ainda, segundo o trabalho de [Abecker 2000], destaca-se a necessidade de alguns requerimentos práticos:

- Coleção e organização sistemática de informações oriundas de várias fontes.

O conhecimento necessário ao processo de trabalho está disperso por várias fontes tais como documentos, banco de dados, e-mails e anotações pessoais. O requerimento primário de uma memória organizacional é prevenir a perda e melhorar a acessibilidade de todas as formas

do conhecimento corporativo, provendo um repositório de informações centralizado e bem estruturado.

- Minimização da engenharia do conhecimento

Mesmo percebendo as vantagens de uma memória organizacional, as instituições são relutantes em investir tempo e dinheiro em uma tecnologia nova, cujos resultados estão distantes e incertos. Além do mais, os usuários não dispõem de tempo para os requerimentos necessários à aquisição do conhecimento. Uma memória organizacional deve, então, explorar, ao máximo possível, as informações disponíveis (banco de dados ou documentos eletrônicos), provendo benefícios, rapidamente, mais adaptados aos recentes requerimentos da tecnologia.

- Exploração do *feedback* do usuário para a manutenção e evolução

Os trabalhos de manutenção da memória organizacional devem, ainda, ser minimizados. Uma MO também precisa tratar com informações incompletas, potencialmente incorretas e freqüentemente mudadas. Para manter a memória organizacional, constantemente atualizada e gradualmente melhorada, é importante captar o *feedback* dos usuários, os quais são os mais aptos a apontar deficiências e sugestões sem interromper significativamente o fluxo de trabalho.

- Integração com o ambiente de trabalho

Para conquistar a aceitação do usuário, uma memória organizacional deve penetrar no fluxo de trabalho da organização. No nível técnico, ela deve possuir uma interface com as ferramentas mais utilizadas pelos usuários na realização de seus trabalhos, incluindo processadores de texto, planilhas, simuladores, sistemas de *workflow* e outras.

- Apresentação ativa de informações relevantes

Em ambientes industriais, erros se repetem devido a um fluxo insuficiente de informações. Uma informação passiva pode não prevenir esta situação porque os trabalhadores estão sempre ocupados demais para procurar informações ou, simplesmente, desconhecem sua existência. Uma memória organizacional deve lembrar ativamente os

trabalhadores as informações úteis e ser um parceiro competente no auxílio para a resolução de problemas corporativos.

1.3 Aprendizagem Organizacional

[Garvin 1993] diz que uma organização que aprende é uma organização que possui habilidades para criação, aquisição e transferência de conhecimentos e, também, para modificar seus comportamentos de forma a refletir e incorporar os novos conhecimentos e idéias.

Em outra abordagem sobre aprendizagem organizacional, [Garvin *et al* 1998] compara o aprendizado organizacional ao individual e considera que ambos têm quatro processos: conscientização, compreensão, ação e análise. O que difere um do outro é que no aprendizado organizacional estes processos representam tarefas coletivas: uma conscientização conjunta da necessidade do aprendizado e uma compreensão comum do que dever ser realizado, dando início a ações em equipe, ajustadas à estratégia e aos objetivos da empresa.

Essa dimensão mais ‘estratégica’ é marcada, de forma explícita ou não, por uma questão principal: num ambiente de negócios extremamente instável e mutável, no qual o conhecimento aparece como um dos ingredientes mais valorizados, o emprego de uma estratégia que impulsionaria a difusão e a geração de conhecimentos nos principais campos de atuação da empresa (mercado, produtos, processos, relações internas e outros), poderia contribuir para gerar um diferencial competitivo, extremamente valioso para a empresa que a adotasse.

O uso de ferramentas de gestão do conhecimento e memória organizacional apóia essa geração de conhecimentos, uma vez que permite o armazenamento e distribuição de informações fazendo com que a organização possa aprender com o conteúdo armazenado fazendo com que ele seja utilizado e disseminado de forma correta.

Nas organizações que aplicam a aprendizagem organizacional, chamadas organizações aprendizes, o aprendizado é intencional e oportuno, além de estar estreitamente ligado ao objetivo e à estratégia da empresa. O aprendizado não é apenas uma forma de se reagir a

crises. É através dele que a empresa se torna ágil para lidar com a incerteza e que os indivíduos se consideram capazes de criar formas para atingir os resultados que desejam. As mudanças associadas ao fenômeno de aprendizado não são transitórias, são solidificadas na empresas.

Nestas organizações, não há um pequeno grupo de especialistas ou executivos incumbidos de gerar o conhecimento organizacional. O conhecimento é gerado por aqueles indivíduos que vão utilizá-lo. É necessário então, que haja qualidade nos relacionamentos para que ocorra um bom fluxo e um intercambio de conhecimentos e para que ocorra um fluxo e um intercâmbio de conhecimento e para que o trabalho em equipe seja eficaz. Para isso é preciso haver uma comunicação franca e direta entre os indivíduos dentro da organização.

1.4 Ferramentas de apoio à gestão do conhecimento

1.4.1 Agentes

O conceito de agentes tem sido, cada vez mais, difundido no campo da Tecnologia da Informação (TI), uma vez que suas funcionalidades estão sendo úteis aos mais diversos ramos do conhecimento. Neste trabalho, embora, entre os autores, não haja um consenso para o termo, o considera-se um agente como entidades de *software*, que tem como objetivo assistir ao usuário na realização de uma determinada tarefa, agindo de forma autônoma.

Mas, para bem realizarem sua função, há um conjunto de propriedades que os agentes devem possuir, segundo [Wooldridge 1995].

- Autonomia: agir sem qualquer tipo de intervenção, possuindo controle sobre suas ações;
- sociabilidade; interação com outros agentes (artificiais ou humanos) através de algum tipo de linguagem comum de comunicação;
- reatividade: percepção de alterações em seu ambiente, reagindo a tempo;

- disponibilidade: os agentes devem estar aptos a tomarem iniciativa, ao invés de simplesmente atuarem em resposta ao ambiente;
- continuidade temporal: execuções continuadas, ativas ou em background, possivelmente captando informações sobre o usuário e sobre o ambiente, para melhor desempenharem suas funções;
- orientação para objetivos: possibilidade de interação e desempenhar uma série de ações isoladas, com o objetivo de executarem uma tarefa mais complexa.

[Russel 1995] elaborou o que ele chama de arquitetura de agentes. Essa arquitetura foi dividida em quatro partes: percepção, ação, objetivo e ambiente. A percepção diz respeito aos objetos com os quais os agentes devem interagir, para que seja disparada sua ação, ou seja, são eventos que disparam sua ação. Essa ação será a resposta a percepção. Ela corresponde à tarefa ou tarefas que os agentes têm que desempenhar para alcançar seu objetivo.

O objetivo é o fim para o qual o agente foi construído. É o objetivo que dá sentido à ação do agente dentro o seu ambiente, o qual corresponde ao escopo de ação do agente, que indica onde, em que meio, o agente deve agir.

A estrutura de um agente inteligente pode variar em virtude da função, das atividades a que se destina, dos recursos disponíveis e, principalmente, do nível de inteligência deste agente. A Figura 4 descreve de forma genérica, a arquitetura interna de um agente inteligente, a percepção do ambiente por meio dos sensores, a tomada de decisões interna à sua 'mente' e a execução da ação por meio de seus atuadores.

Arquitetura de um Agente

Do ponto de vista da arquitetura, a maioria dos agentes enquadram-se em uma das seguintes categorias:

- agentes baseados em lógica: estes agentes tomam decisões sobre suas tarefas através de dedução lógica. Esse tipo de agente tem, no seu estado interno, um conjunto de regras de dedução que faz com que ele possa tomar decisões sobre suas ações baseados nestas regras [Devedzic, 2001].

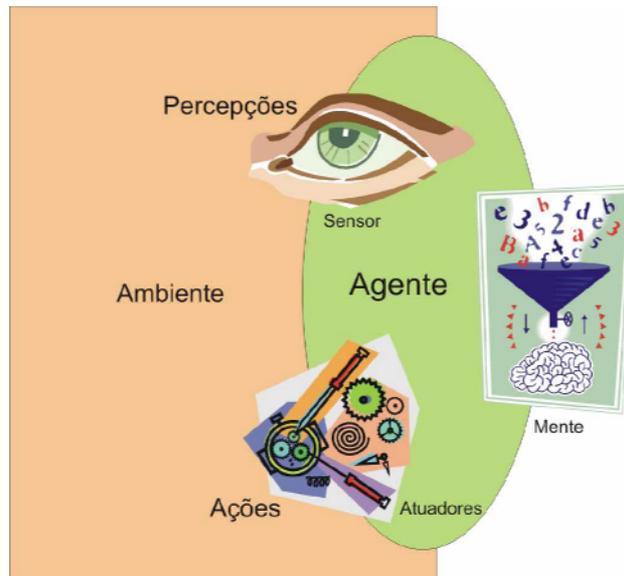


Figura 4: Arquitetura de um agente segundo [Devedzic, 2001]

- Agentes reativos: neste tipo de agentes suas ações são baseadas em um mapa de ações. Este mapa fornece um conjunto de operações a serem realizadas, baseadas em situações que esses agentes possam enfrentar. Caso aconteça uma determinada situação, o 'agente reage' a ela, com base no mapa de ações.
- Agentes de Crenças-Desejos-Intenções (*Belief-desire-intention* - BDI): estes agentes são representados, internamente, por suas crenças, desejos e intenções e tomam suas decisões baseadas nestas representações. Arquiteturas BDI aplicam raciocínio prático para decidir qual ação o agente deve executar para alcançar o mais próximo de seu objetivo.

Sistemas Multi-agentes

Em um Sistema Multi-Agentes (SMA), os agentes devem possuir algumas capacidades específicas para interagirem em um ambiente. Além disso, os agentes devem ter conhecimento da existência dos outros agentes, devendo ser capazes de se comunicar, possuindo, para tanto, uma forma padronizada de comunicação. Cada agente deverá possuir conhecimentos e

habilidades para executar uma determinada tarefa, cooperando entre si para atingir um objetivo global. [Sichman *et al*, 1995] coloca algumas considerações importantes para a abordagem SMA:

- os agentes devem ser capazes de decompor as tarefas, baseando-se no conhecimento que eles possuem de si próprios e dos outros agentes.
- Como os agentes são autônomos, eles podem possuir metas próprias e decidirem o que fazer a qualquer momento.

Arquiteturas de agentes podem ser classificadas de acordo com as necessidades da aplicação, dos usuários e com o grau de sofisticação ou nível de inteligência dos agentes. De acordo com [Kanpik & Jonhson 1998], a complexidade de uma arquitetura pode ser classificada em três grupos:

- arquitetura simples: quando é composta por um único e simples agente.
- arquitetura moderada: quando é composta por alguns agentes que realizam as mesmas tarefas, mas possuem diferentes usuários e podem residir em máquinas diferentes.
- Arquitetura complexa: Composta por diferentes tipos de agentes, cada um com autonomia, podendo cooperar e estar em diferentes plataformas.

Modelos de Comunicação multi-agentes

Modelos de comunicação entre agentes definem a forma através da qual os agentes se comunicam. As características dos modelos estabelecem o sincronismo da troca de informação e o esquema de inter-relacionamento entre os agentes de um sistema. Dentre os modelos de comunicação entre os agentes, destaca-se a comunicação de *blackboard* (quadro-negro) [Engelmore & Morgan 1988] e baseada em troca de mensagens [Duvigneau 2002].

Na arquitetura de quadro-negro não há comunicação propriamente dita entre os agentes. Quando os agentes não se conhecem, é necessário que haja uma estrutura de dados compartilhada para que os agentes interajam entre si através dela. Neste tipo de sociedade, a abordagem a ser utilizada é a arquitetura de quadro-negro – *blackboard* - que é uma estrutura única e compartilhada entre vários agentes, na qual as informações serão escritas e lidas durante o desenvolvimento das tarefas. Como não há comunicação direta entre os agentes, eles devem consultar a estrutura para verificar se existe alguma informação destinada a ele. A estrutura de quadro-negro pode armazenar suposições primitivas simbólicas (hipóteses), fatos e regras.

Na arquitetura baseada em troca de mensagens, torna-se necessário que os nomes e os locais dos agentes sejam conhecidos. A organização das interações é feita, com base em protocolos que definem as etapas da conversação entre os agentes, para cada tipo de interação possível na sociedade [Duvigneau 2002].

As linguagens e os formalismos para representação de mensagem podem ser bastante variados. Encontram-se na literatura várias linguagens como os protocolos de apresentação, troca de conhecimentos e aprendizagem. Atualmente, existem duas linguagens de comunicação entre agentes amplamente utilizadas: a KQML (*Knowledge Query Manipulation Language*), desenvolvida pelas Universidades de Maryland e Stanford, e a FIPA ACL, um padrão estabelecido pela *Foundation for Physical Agents*.

Entre estas linguagens, foi escolhida a FIPA ACL. A FIPA uma organização sem fins lucrativos, cujo objetivo é estabelecer padrões para o desenvolvimento de agentes inteligentes. A FIPA-ACL se baseia em performativas derivadas da ‘teoria dos atos da fala’ [Soemarmo 2002] e define vinte e duas (22) performativas organizadas em quatro (4) categorias: transferência de informação, negociação, ação e gerenciamento de erros [FIPA 2001]. Na Figura 5 pode-se ver um exemplo de comunicação ilustrando o possível formato de uma mensagem enviada em resposta a uma consulta.

```
(inform
: sender bhkAgent
: receiver sharpAgent
: content
'price(ISBN342959,24.95)'
: language Prolog
: ontology ecommerce
: in-reply-to 5734A
: conversation-id 5734B )
```

Figura 5: Exemplo de uma mensagem em FIPA ACL

Na figura 5 pode-se ver a estrutura de uma mensagem FIPA-ACL que informa o resultado da consulta do preço de um livro cujo ISBN é 342959. Ela pode ser, por exemplo, a resposta do agente 'B' à consulta realizada pelo agente 'A'. A mensagem é composta pelos campos: remetente (*A*), destinatário (*B*), conteúdo (*price -ISBN342959,24.95*), linguagem de representação de conhecimento (*prolog*), nome da ontologia associada (*ecommerce*), o campo *in-reply-to* que informa que esta mensagem está sendo enviada em resposta à mensagem recebida '57334A' e o campo *conversationid* que informa que o código da comunicação é '5734B'.

1.4.2 Metadados e Ontologias

Para que qualquer agente possa se comunicar com outro é necessário que eles usem a mesma linguagem e que os objetos acessados por eles usem uma nomenclatura comum. Porém, num sistema multi-agente, principalmente, se possui uma base de dados distribuídos, muitas vezes, os objetos têm o mesmo significado ou função, todavia podem usar nomes diferentes.

No caso dos agentes que acessam base de dados distribuídos ou, até mesmo diferentes banco de dados, torna-se necessária a padronização do significado dos dados para que os agentes possam realizar ações corretas com base nestes dados. Para auxiliar os agentes e definir um padrão para nomes e significados dos dados e informações utilizam-se metadados e ontologias.

Quanto ao conceito formal de metadado, segundo [Tomasic e Simon 1977], não existe uma definição concisa do que vem a ser metadado, apenas uma noção intuitiva: dado estruturado sobre o dado. O conceito de metadado é empregado em diferentes áreas com um objetivo similar: permitir uma melhor integração, troca, acesso e interpretação dos dados [Gunther 1997]. De uma forma um pouco mais sucinta, pode-se dizer que o metadado é a descrição do dado, do ambiente no qual ele reside, como ele é manipulado e para onde é distribuído [Sumpter 1994].

O que existe de novo, com relação a metadados, é a proposta mais sistemática para provê-los e a tendência de se criar padrões de metadados dentro de domínios específicos do conhecimento. Paralelo aos esforços para se obter uma definição de padrão de metadados, encontra-se a tendência em se descrever os conjuntos de dados e suas fontes com mais detalhes (qualidade do dado, informação histórica, etc.). [Simon & Tomasic 1977] afirmam ser possível prover um melhor acesso aos dados ambientais, através do uso de informação contextual, um texto livre associado ao dado.

Um repositório de metadados é uma ferramenta essencial no gerenciamento de um *Data Warehouse*, no momento de converter dados em informações para o negócio. Entre outras coisas, um repositório de metadados bem construído deve conter informações sobre a origem do dado, regras de transformação, nomes e aliases, formatos de dados e outras coisas. Ou seja, este ‘dicionário’ deve conter muito mais do que uma descrição sobre colunas e tabelas, deve conter informações que adicionem valor ao dado.

Como as empresas não são iguais, é muito difícil especificar onde os metadados podem ser encontrados, mas, de maneira geral, as fontes poderiam ser: gestão dos dados, regras de negócios, definições de negócios, transformações e sumarizações.

As ontologias podem exercer um papel semelhante aos metadados. Isso se deve ao fato de que elas procuram criar uma nomenclatura comum para facilitar o acesso a itens, dentro de um sistema de informação. O objetivo principal de uma ontologia é estabelecer uma comunicação entre os sistemas computacionais, que seja independente dos sistemas de tecnologia individuais, arquiteturas de informação e domínios de aplicação [Ontology Org.,

2002]. Os ingredientes chaves para criação de uma ontologia são um vocabulário de termos básicos e uma informação precisa sobre o quê esses termos significam.

1.4.3 Descoberta de conhecimento em base de dados (KDD)

Atualmente, a capacidade dos sistemas de computação, para gerar e armazenar dados, é muito grande em relação à capacidade de análise destes dados. Em vista disso, a descoberta de conhecimento em bases de dados surge como uma forma de buscar informações úteis, atualmente desconhecidas, que existem em grandes bases de dados.

O processo de descoberta de conhecimento envolve várias etapas, desde a escolha do objetivo principal até a análise e assimilação dos resultados, obtidos por parte das pessoas envolvidas. A descoberta de conhecimento em base de dados ou KDD (*Knowledge Discovery in Databases*) é um ramo da inteligência artificial que usa a estatística para analisar grandes volumes de dados, auxiliando na tomada de decisão em problemas que envolvam estes dados. Estas descobertas não são realizadas, apenas, por consultas a tabelas. É necessário o uso de técnicas para a estruturação de novos conhecimentos. Uma dessas fases é chamada de *Data Mining* ou mineração de dados.

Para [Fayyad *et al* 1996], KDD é um processo não trivial de identificação de padrões válidos, potencialmente úteis, em um conjunto de dados. Este processo envolve diversas fases e também incorpora a tarefa de escolha da técnica de mineração de dados. Estas fases podem ser melhor visualizadas na Figura 6.

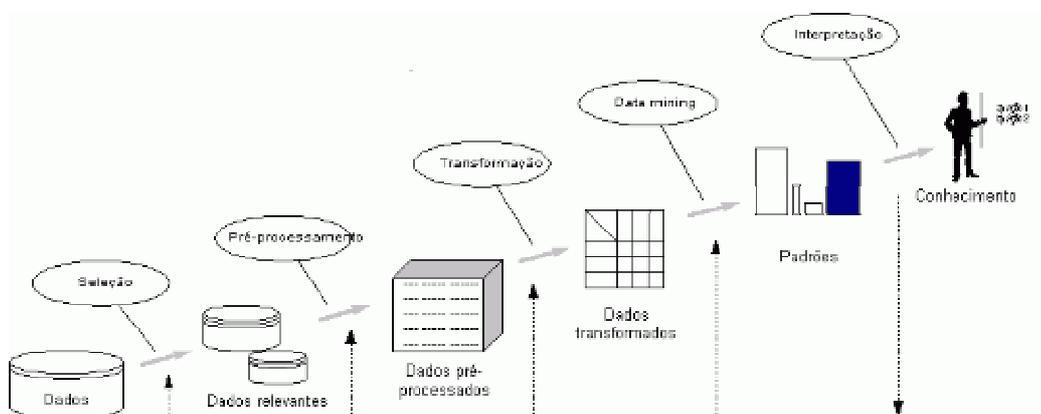


Figura 6: Processo de KDD segundo Fayyad et al [1996]

Em [Gomes 2002] tem-se a descrição do processo de KDD. A primeira fase é a seleção de dados. Nesta fase, o *Data Mining* pode ser trabalhoso para descobrir qual dado colocar ou incluir. Um excesso de dados torna o trabalho de mineração muito lento, enquanto a escassez de dados pode conduzir a conclusões incorretas ou à impossibilidade total de oferecer uma conclusão. A segunda fase é o pré-processamento. Ela serve, principalmente, para limpar os dados. Pode haver duplicação de informações proveniente de erro de digitação ou abreviações diferentes, dados fora do limite aceitável, valores omissos ou codificação inconsistente. Além disso, nesta fase, há a preparação de dados – arredondando, agrupando valores contínuos e transformando valores em binários quando possível. Se houver muitos detalhes, o processamento pode não encontrar nada.

A fase seguinte, de transformação, cria o modelo de *Data Mining*, selecionando técnicas, entendendo o significado e verificando a consistência do modelo. Por fim, após o *data mining*, é realizada a interpretação dos dados resultantes do processo. É nesta fase que os padrões encontrados pelo KDD serão transformados em conhecimento para a organização.

As técnicas de mineração de dados podem fornecer às organizações uma maneira automática e confiável de realizar suas análises e previsões, ajudando às empresas a compreenderem melhor o comportamento dos seus consumidores e clientes. Devido à aquisição de conhecimento, as empresas podem modificar suas estratégias de ação para melhorar seu desempenho.

Dependendo de qual técnica é utilizada, pode-se obter com o KDD:

- descoberta de associações - uma regra de associação é uma indicação de que existe um certo relacionamento entre fatos diferentes.
- descoberta de agrupamentos conceituais - um agrupamento conceitual é um grupo de entidades (coisas ou eventos) que têm características similares e que compartilham certas propriedades que, por sua vez, descrevem um conceito.

- criação de árvore decisão - uma árvore decisão é formada por um conjunto de regras, usando atributos de entidades, para inferir outro atributo chamado atributo classe. Algumas vezes, é referenciado como indução supervisionada.

1.4.4 Aprendizagem Automática

Muito da pesquisa em KDD tem focado o emprego de técnicas tradicionais de aprendizagem automática (*machine learning*) para dados armazenados em bancos de dados relacionais. No âmbito da Inteligência Artificial, algoritmos indutivos de aprendizagem permitem criar conceitos com base em exemplos. Estes exemplos representam situações passadas e são normalmente descritos por listas de pares atributo/valor. Cabe ao algoritmo buscar correlações entre características (pares atributo/valor) destes exemplos e induzir, a partir destas correlações, conceitos genéricos que representam os exemplos e podem representar outros exemplos não observados.

A cada exemplo que o algoritmo analisa, as correlações podem mudar e, conseqüentemente, os conceitos também mudam, tornando-se possível a descoberta de novos padrões. Portanto, a cada exemplo, o algoritmo ‘aprende’. Neste caso, quanto maior a quantidade de exemplos, mais o algoritmo terá aprendido.

Existem dois tipos de aprendizagem. O primeiro tipo é de aprendizagem supervisionada, na qual pretende-se adquirir um conceito sobre um determinado objeto, preliminarmente conhecido. Já na aprendizagem não-supervisionada, procura-se formar um conceito em cima de padrões que não são previamente conhecidos.

Aprendizagem supervisionada

Os algoritmos ditos de aprendizagem supervisionada têm o C4.5 como seu exemplo mais representativo e popular [Quinlan 1986]. Este tipo de algoritmo, a partir de um conjunto de exemplos, gera uma árvore de decisão que representa conceitos sobre o domínio trabalhado. Eles são considerados algoritmos supervisionados, pois os exemplos possuem a

indicação da classe a qual eles pertencem, devendo o algoritmo descobrir um conceito genérico que represente cada classe indicada nos exemplos.

Amplamente utilizadas em algoritmos de classificação, as árvores de decisão são representações simples do conhecimento e um meio eficiente de construir classificadores que predizem classes, baseadas nos valores de atributos de um conjunto de dados. As árvores de decisão consistem de nós que representam os atributos, de arcos, provenientes destes nós e que recebem os valores possíveis para estes atributos, e de nós folha, que representam as diferentes classes de um conjunto de treinamento [Holsheimer 1994].

A Figura 7 apresenta um exemplo de árvore de decisão. Neste exemplo, são trabalhados objetos que relatam as condições propícias para que uma pessoa receba ou não um empréstimo. É considerada a probabilidade do montante do empréstimo ser médio, baixo ou alto. Alguns objetos são exemplos positivos de uma classe, ou seja, os requisitos exigidos de uma pessoa, por um banco, são satisfatórios à concessão de um empréstimo e outros são negativos, quando os requisitos exigidos não são satisfatórios à concessão de um empréstimo. Classificação, neste caso, é a construção de uma estrutura de árvore, que pode ser usada para classificar corretamente todos os objetos do conjunto.

O algoritmo ID3 [Quinlan 1986] foi um dos primeiros algoritmos de árvore de decisão, tendo sua elaboração baseada em sistemas de inferência e em conceitos de sistemas de aprendizagem. Logo após, foram elaborados diversos algoritmos, sendo os mais conhecidos: C4.5 [Quinlan 1993], CART (*Classification and Regression Trees*), [Brieman 1984], CHAID (*Chi Square Automatic Interaction Detection*), [Biggs 1991], entre outros.

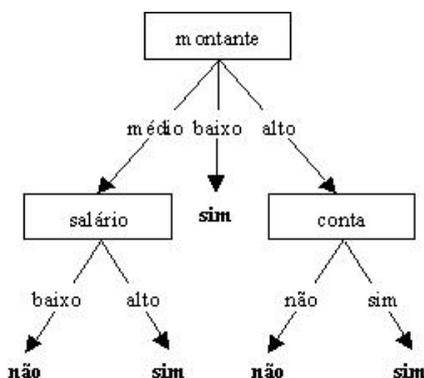


Figura 7: Exemplo de Árvore de decisão

A partir de uma árvore de decisão, é possível derivar regras. As regras são escritas considerando o trajeto do nó raiz até uma folha da árvore. Estes dois métodos são, geralmente, utilizados em conjunto. Devido ao fato das árvores de decisão tenderem a crescer muito, de acordo com algumas aplicações, elas são, muitas vezes, substituídas pelas regras. Isto acontece em virtude das regras poderem ser facilmente modularizadas. Uma regra pode ser compreendida sem que haja a necessidade de se referenciar outras regras [Ingargiola, 1996].

Com base na árvore de decisão apresentada na Figura 7, pode-se exemplificar a derivação de regras. Dois exemplos de regras obtidas a partir desta árvore são mostrados a seguir:

- Se montante = médio e salário = baixo então classe = não
- Se montante = médio e salário = alto então classe = sim

Aprendizagem não-supervisionada

Nos algoritmos não-supervisionados, também conhecidos como de agrupamento conceitual, os exemplos não possuem uma classe pré-definida. Trata-se, aqui, de encontrar agrupamentos (*clusters*) de exemplos similares. Estes agrupamentos são ditos conceituais porque o conjunto das características de cada agrupamento define o conceito do reagrupamento representado. COBWEB é o representante típico desta classe de algoritmo.

A função desse tipo de algoritmo é a aquisição de conhecimento pela formação de conceitos. Esses conceitos, quando inseridos no contexto organizacional, podem vir a revelar conhecimentos que até então eram implícitos à organização, colaborando, assim, não só para a alimentação da memória organizacional, como também para a aprendizagem organizacional.

COBWEB [Fisher 1987] é um algoritmo incremental de formação de conceitos que classifica entidade em uma hierarquia de conceitos. Estes conceitos são uma representação de uma categoria classificada pelo algoritmo.

Este algoritmo utiliza o que se chama de medida de utilidade de uma categoria. Essa medida heurística direciona o processo em busca da melhor solução. Desenvolvida originalmente por [Gluck 1985], tem como princípio original representar uma forma básica de raciocínio em termos de conceitos. A utilidade de uma categoria é, na verdade, uma função de classificação, na qual os objetos similares pertencem a uma mesma classe, enquanto objetos diferentes ficam em classes distintas. Essa função de avaliação é uma comparação entre a semelhança do objeto com uma classe (intra-classe) e a diferença entre as classes (inter-classe), onde todos os objetos estão dispostos como um conjunto de pares de atributo-valor

Cada nó da árvore é um conceito probabilístico representando um conjunto de objetos. A incorporação de um novo objeto consiste num processo de classificação dentro da hierarquia, atualizando as informações dos nós do caminho apropriado e executando uma das seguintes operações a cada nível da hierarquia:

- Encaixe do objeto em uma classe existente;
- Criação de uma nova classe;
- Junção de duas classes em uma só, e
- Divisão de uma classe em várias.

Cada nó da hierarquia gerada por COBWEB é uma categoria representada por um conceito. Este conceito totaliza a distribuição do par atributo/valor dos objetos nela classificados. Os nós na parte superior da hierarquia representam as categorias mais genéricas, enquanto os da parte inferior representam categorias mais específicas.

Outro algoritmo usado em nosso trabalho foi FORMVIEW [Furtado 1997]. É também um algoritmo de formação incremental de conceitos probabilísticos. A partir das observações

e das propriedades do contexto em questão, ele gera hierarquias de conceitos, semelhantes à COBWEB.

As hierarquias geradas representam perspectivas. A idéia de perspectivas é criar representações de entidades em que representam interpretações diferentes deste objeto em relação ao observador. A principal característica de FORMVIEW é a capacidade de estabelecer uma comunicação significativa entre hierarquias representadas por diferentes perspectivas. Esta comunicação é realizada graças a ligações entre as hierarquias chamadas de ponte.

Toma-se, por exemplo, a observação de um cachorro. Para este caso, podemos ter dois tipos de perspectivas. Temos aquela em que é realizada uma observação sobre seus aspectos domésticos, tais como tamanho, volume do latido, se é dócil ou não, entre outros. Tem-se também o aspecto fisiológico do animal: tipo de alimentação, tamanho do pelo, raça e outros.

Ao observar diversos cães e aplicando o FORMVIEW a essas observações, teria-se dois conjuntos de classificações que representariam as duas perspectivas (doméstica e fisiológica). Desse modo, o algoritmo procura gerar as pontes entre essas duas perspectivas indicando, por exemplo, quais são características fisiologias de um cachorro considerado doméstico.

1.5 Trabalhos Relacionados

Nesta seção tratar-se-á de trabalhos relacionados com os tópicos discutidos anteriormente, destacando como o emprego de agentes é usado nos temas aqui abordados. Procura-se relacioná-los de forma a fomentar o entendimento de nossa proposta, uma vez que reúne todos os aspectos explorados até aqui.

1.5.1 Agentes x Data Mining

Em seu trabalho [Novak et al 2003] apresenta uma abordagem utilizada no contexto de gestão do conhecimento baseada em agentes para categorização de documentos. Os agentes

personais implementados na proposta procuram agrupar os documentos dos usuários de acordo com suas similaridades automaticamente. Caso o usuário deseje, ele pode manipular esses documentos entre as categorias de acordo com sua preferência. Deste modo o agente ‘aprende’ as correlações que o usuário determinou formando um ‘template’ que usado para agrupar os novos documentos.

Um agente global procura correlacionar os templates pessoais de modo a agrupá-los também por similaridade, possibilitando assim uma melhor visualização de como estão categorizados os documentos na organização. Isso também facilita na busca de um documento fazendo com que o resultado dessa busca possa trazer documentos semelhantes que possa interessar àquele usuário que realiza a busca.

Em seu trabalho, [Kargupta 1999] apresenta uma técnica de *data mining* distribuído em *sites* da *Web*. Para isso, ele desenvolveu um ambiente de *software* chamado BODHI (*Besizing knOwledge through Distributed Heterogeneous Induction*), que utiliza a tecnologia de agentes e dos algoritmos de árvore de decisão. Neste ambiente, a cada *site* navegado, é realizada uma operação de *data mining* em seu conteúdo, por meio dos agentes nele implementados.

Para garantir sua funcionalidade, o autor apresentou um conjunto de características próprias desses agentes tais como:

- controle individual de agentes: significa poder configurar cada agente individualmente, de modo que eles possam realizar tarefas de *data mining* específicas, em cada *site* que ele explora;
- movimentação dos agentes entre os diversos *sites* no sistema: em alguns casos é útil que um agente que atua em um *site* possa se mover para outro a fim de continuar com o processo de aprendizado;
- transferência de informação entre os agentes: O sistema BODHI provê um mecanismo de troca de informação entre os agentes de forma a evitar que sejam visitados *sites* que outros já visitaram.
- acelerar o processo de *data mining*;

- interface do usuário: esta interface permite ao sistema controlar o processo de *data mining*, além de prover o monitoramento do comportamento dos agentes no sistema.

A arquitetura do sistema, conforme pode ser vista na Figura 8, é composta de:

- (1) agentes individuais - entidades autônomas que realizam tarefas específicas de aprendizado;
- (2) estações de agentes - responsáveis por proverem a comunicação dos agentes. Servem para coordenar a ação dos agente em um determinado site;
- (3) o facilitador - pretende coordenar a comunicação entre as estações;
- (4) a interface do usuário - permite o usuário controlar e configurar o sistema;
- (5) as mensagens - que são trocadas entre as entidades do sistema.

Dentre as principais contribuições do trabalho, pode-se destacar a arquitetura de agentes e o processo de comunicação dos agentes. Para se comunicar, os agentes implementados no BODHI utilizam as chamadas estações mostradas na Figura 8.

Para cada *site* remoto que o BODHI realiza, o processo de *data mining* cria uma *estação de agente*, responsável pela comunicação dos agentes que ali realizam suas tarefas. Essas estações se comunicam com a aplicação principal e com as outras estações, através da estação de agente do *site* no qual foi disparado o BODHI. O *facilitador* é responsável pela coordenação das demais estações de agentes e pela interface do usuário.

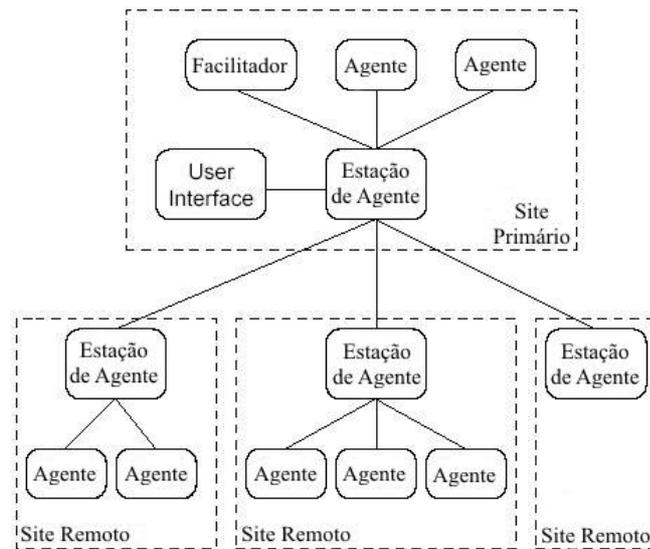


Figura 8: Arquitetura do BODHI

É de responsabilidade das estações, receber as mensagens dos agentes e, imediatamente, passá-las para o respectivo agente, através de sua fila de mensagens, além de inicializar os agentes, quando começa um novo processo, e remover os agentes inativos no fim da operação.

Outro trabalho na área de agente e *data mining* é o de [Kargupta 1997]. Em seu trabalho ele apresenta o PADMA (PARallel Data Mining Agents), um sistema baseado em agentes paralelos que contém módulos para realizar a categorização hierárquica e uma visualização baseada na *web*. Em PADMA, agentes são responsáveis por acesso a dados locais e pela realização do *data mining*.

Em sua arquitetura tem-se:

- (1) agentes de *data mining*;
- (2) facilitador para a coordenação dos agentes;
- (3) a interface do usuário.

Os agentes de *data mining* são responsáveis por acessar os banco de dados e realizar o processo de *data mining* propriamente dito.

Estes agentes trabalham em paralelo e compartilham suas informações através do facilitador. O módulo facilitador é a principal contribuição do trabalho. Após todos os agentes realizarem o processo de *data mining*, ele é o responsável por integrar automaticamente os dados minerados por todos os agentes, apresentar o resultado na interface do usuário e prover o feedback dos usuários para os agentes. O PADMA possui essa interface baseada na *Web*, para apresentar as informações captadas pelos agentes.

1.5.2 Agentes x MetaDados (Ontologias)

Como exemplo de trabalhos que envolvem agentes e metadados, tem-se o de [Rocha 2002] que apresenta uma arquitetura em que os recursos digitais de um sistema de saúde são organizados através de metadados e acessados através de agentes que funcionam como intermediários entre a interface do usuário e os metadados. Esta arquitetura é formada por um repositório de metadados que contém descrições semânticas dos recursos, vocabulários (que estabelecem os significados das descrições) e estruturas de organização do conhecimento (que expressam as formas com que os recursos do Sistema de Saúde serão organizados).

Com o objetivo de superar as dificuldades de se integrar informações entre os mais diversos sistemas de saúde, este trabalho apresenta uma arquitetura em que os recursos de um Sistema de Saúde, disponíveis em meio digital, como informações armazenadas em bases de dados, serviços disponíveis em sistemas aplicativos, documentos armazenados em sistemas de arquivos, *home pages* de unidades ou pessoas, são descritos e organizados através de metadados.

Nesta arquitetura, os recursos continuam na sua forma original. Em vez de padronizar as formas de representação dos recursos, uma estrutura de metadados, que pode ser visualizada na Figura 9, é desenvolvida para descrever, de forma uniforme, o significado destes recursos. Estas descrições permitem que os recursos sejam analisados e conhecidos de forma independente de suas estruturas.

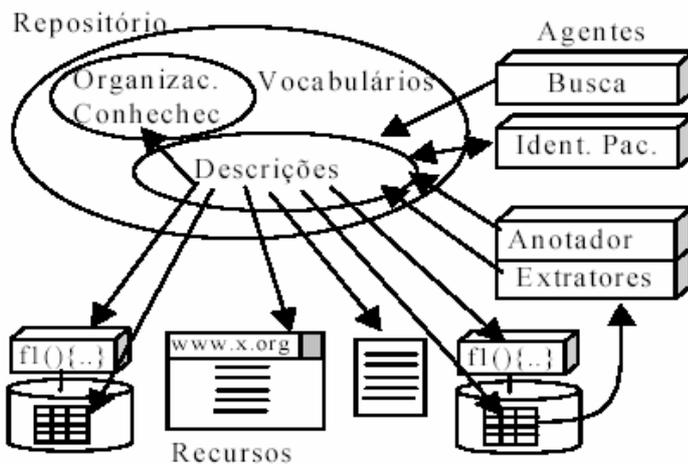


Figura 9: Arquitetura de Agentes de Metadados segundo [Rocha, 2002]

Observando a Figura 9, vê-se que a arquitetura é composta por um repositório de metadados, que armazena as descrições, por um anotador (ferramenta de entrada das descrições dos objetos), extratores (ferramenta que disponibiliza vocabulários e estrutura de organização), que geram as descrições do repositório e por agentes, que usam as descrições para proporcionar a busca e a utilização dos recursos.

Quando alguém necessita de alguma informação contida no sistema é realiza uma busca no repositório. Neste caso os extratores utilizam as descrições para localizar as informações que, semanticamente, se referem à informação procurada. As aplicações, que realizam as buscas, utilizam os agentes para poder identificar e buscar o conteúdo no repositório.

Em [Nodine *et al*, 1999] é apresentado o *InfoSleuth* que é um sistema baseado em multi-agentes que pode ser configurado para gerenciar informações de diferentes atividades em ambientes distribuídos. Ele provê um serviço de consultas em fontes de dados distribuídas e heterogêneas baseadas em ontologias.

A principal contribuição desse trabalho está no uso dos chamados agentes de ontologias que dão manutenção nas bases de conhecimento heterogêneas. Com o uso das ontologias os agentes podem lidar com os dados, independente de como e onde estão armazenados.

Usando o chamado OKBC (*Open Knowledge Base Connectivity* – protocolo conectividade de base de conhecimento) [Farquhar 1997] refere que as ontologias

implementadas no *InfoSleuth* permitem que os agentes manipulem consultas nos conceitos, independentemente da base de conhecimento. Ou seja, o agente de ontologia permite que todas as bases de conhecimento sejam vistas como uma única base, pois seus conceitos estão inter-relacionados.

1.5.3 Agentes x Gestão do Conhecimento

Outro trabalho de gestão do conhecimento com agentes é o de [Louçã 2003]. Nele o autor apresenta um modelo multi-agente para dar suporte a decisões na organização, onde cada agente representa o conhecimento das pessoas que participam de um processo de decisão. Esse conhecimento está representado, nos agentes, através de mapas cognitivos.

Em sua proposta, cada agente toma decisões de uma proposta individual no processo coletivo de tomada de decisão na organização. Quando é iniciado o processo de decisão são disparados todos os agentes individuais no intuito de propor uma solução de um objetivo. Para isso, cada agente compõe, com estes conceitos, sua solução individual para o objetivo representado por um mapa cognitivo parcial que representa o conceito de cada agente a respeito da solução. Em seguida os agentes agregam suas soluções parciais em uma solução coletiva.

Em [Kock 1998], são apresentados diferentes tipos de agentes para gestão do conhecimento e serviços de colaboração em um ambiente chamado CAMPIELLO. Esse projeto se baseia em um sistema que visa criar uma comunidade virtual entre cidades, com o intuito de tornar seus habitantes participantes ativos na construção de uma base de informações culturais. Neste trabalho, os chamados agentes de conhecimento apóiam três módulos que visam auxiliar a gestão do conhecimento do sistema CAMPIELLO: módulo de recomendação, módulo de busca e espaço de dados compartilhados. Para isso, foram desenvolvidos agentes específicos para cada função:

- Agentes de armazenamento/gerência de dados;
- Agentes de encapsulamento (encapsula as informações existentes para serem usadas nas buscas);

- Agentes de busca;
- Agentes de geração de dados;
- Agentes de recomendação (classifica as informações pesquisadas pela relevância).

A arquitetura desses agentes pode dar suporte a: agentes distribuídos, agentes em diferentes linguagens, e permitem uma re-configuração dinâmica. Além disso, os agentes de conhecimento provêm funcionalidades de comunicação entre agentes (na linguagem KQML) com chamadas a procedimentos remotos (RPC).

1.6 Considerações Finais

Este Capítulo encerra uma revisão dos principais conceitos relacionados à gestão do conhecimento, memória organizacional e aprendizagem organizacional. Estes conceitos serão úteis, não só para a explicação de nossa proposta, como também para a apresentação do sistema MC2, que é fomentado por eles, a ser realizada a seguir.

Apresenta-se, também, conceitos relacionados a tecnologias usadas em nossa proposta, tais como sistemas multi-agentes, metadados, ontologias, descoberta de conhecimento em base de dados e algoritmos de aprendizagem. Todas essas tecnologias, aplicadas na arquitetura aqui proposta, visam auxiliar, principalmente, os aspectos relacionados à gestão do conhecimento, dentro de um SIGC.

Finalmente, os trabalhos relativos à aplicação de agentes visam mostrar como essa tecnologia é aplicada e, na maioria dos casos, auxilia, à aplicação de outras tecnologias como a descoberta de conhecimento. Acredita-se que, com esses conceitos, pode-se formar uma base de conhecimento para o entendimento, não só da construção, mas também da aplicação da arquitetura descrita a seguir.

CAPÍTULO II

SISTEMAS DE INFORMAÇÃO DE GESTÃO DO CONHECIMENTO

2.1 Introdução

Os Sistemas de Informação de apoio à Gestão do Conhecimento (SIGC) têm como principal função servir de facilitadores, oferecendo suporte a seus usuários nos processos de gestão do conhecimento. Esses sistemas de informação disseminam e facilitam o acesso a informação permitindo a pesquisa exata e rápida, aumentando a capacidade de agir das pessoas em qualquer nível da organização.

A utilização de um modelo de sistemas de informação (SI) na gestão do conhecimento, capaz de capturar, mapear e distribuir as práticas empresariais, auxilia no aprendizado organizacional e na construção do capital intelectual da organização.

Em nosso escopo de trabalho, considera-se um SIGC como uma ferramenta capaz de auxiliar à formação do círculo de gestão do conhecimento com algumas ferramentas que contribuem, com os pontos desse círculo: criação, captação, formalização e disseminação do conhecimento.

2.2 Funções do SIGC

Um SIGC se propõe a auxiliar à gestão do conhecimento. Isso é algo que requer, além da disponibilidade de informação, a experiência, a negociação, a interpretação das pessoas, para que essa informação tenha valor. Gestão de competências, disseminação do

conhecimento e formalização do conhecimento são alguns dos requisitos que um SIGC deve possuir para a realização da gestão do conhecimento.

2.2.1 Gestão de competências

A gestão de competências é o processo de diagnóstico, mapeamento e avaliação dos talentos da organização, definição de diretrizes e o desenvolvimento das competências da empresa. As competências podem ser compreendidas em duas dimensões: as competências essenciais, que estão relacionadas àquilo que a empresa faz e sua identidade no mercado, e as competências profissionais, que correspondem a um diagnóstico das competências essenciais para áreas da empresa, cargos e pessoas. Diante disso, o processo de gestão de competências é um processo estreitamente relacionado à gestão estratégica da empresa.

A gestão de competências se torna um item importante na gestão do conhecimento, principalmente no que diz respeito à disseminação do conhecimento. Um SIGC, capaz de realizar um correto mapeamento das competências da organização, permite uma melhor disseminação do conhecimento, pois permite que se conheça melhor àquelas pessoas ou grupos de pessoas que possuem uma demanda maior ou menor de conhecimento em suas tarefas. Além disso, a gestão de competências permite indicar ao SIGC quem possui um determinado conhecimento para a realização de uma determinada tarefa dentro da organização.

2.1.2 Disseminação do conhecimento

Conhecimento é uma reunião de informações que pode levar a uma ação. Nesse item, toma-se a liberdade de ‘abusar’ da linguagem, quando se fala das informações que são captadas, inseridas ou disseminadas em um SIGC, de forma a tratá-las como se fossem conhecimentos, dando ênfase ao fato de que essas informações, quando no SIGC, podem favorecer alguma ação de seus usuários.

A disseminação do conhecimento só é uma ferramenta eficaz se o conhecimento disseminado for útil às pessoas da organização, ou seja, se ele puder ser aproveitado para o aumento da capacidade produtiva. A questão primordial em torno da disseminação é entregar o conhecimento certo às pessoas certas. Para poder viabilizar a correta entrega do conhecimento, o SIGC deve prover ferramentas que permitem: reunir o conhecimento, agrupar pessoas com os mesmos interesses e entregar o conhecimento reunido para essas pessoas.

Reunir conhecimento

Uma vez reunidos, esses conhecimentos são disseminados para grupos específicos que dividem as pessoas por interesses comuns (relacionamento direto ou trabalho em equipe). O SIGC promove ferramentas para a criação desses grupos. Segundo [Smith & Farquhar 2000], o foco principal da gestão do conhecimento é achar maneiras efetivas de conectar grupos de pessoas. Isso, segundo os autores, é realizado através das *comunidades de prática* (CdP). Segundo [Brown & Gray 1995], as CdPs são as unidades organizacionais fundamentais na gestão do conhecimento.

Na verdade, comunidades de práticas são pequenos grupos de pessoas, que trabalham juntas, durante um determinado período de tempo. Essas pequenas organizações desempenham um papel importante nos SIGCs, uma vez que elas podem concentrar um determinado tipo de conhecimento, ou seja, as CdP reúnem conhecimento. Cabe aos SIGCs disponibilizar ferramentas que viabilizem a criação dessas comunidades, de modo a captar conhecimentos que elas podem produzir durante seu círculo de vida.

As comunidades de práticas também são referências na disseminação do conhecimento, uma vez que se torna mais viável entregar o conhecimento a um grupo de pessoas (que no caso das CdP possuem um interesse comum e se reúnem espontaneamente), do que tentar descobrir quais pessoas possuem os mesmo interesses.

Entrega do conhecimento

Um dos maiores desafios na gestão do conhecimento é a entrega do conhecimento certo, no momento certo às pessoas certas. A entrega do '*conhecimento certo*' está ligada diretamente à captação. Já o '*momento certo*' está relacionado à integração do SIGC com as ferramentas de trabalho das pessoas.

No que diz respeito à entrega do conhecimento para as pessoas, um SIGC deve prover um suporte de conhecimento com base nas necessidades de cada comunidade, em relação a práticas criadas na organização (grupo, núcleo ou unidade), a partir das iniciativas das pessoas e dos seus perfis.

Preferencialmente, em um SIGC que está integrado às atividades profissionais do empregado, a entrega deve se realizar no momento em que o usuário necessita, ou seja, no momento em que seu trabalho necessite. Porém, existem outras formas de entrega de conhecimento. Uma delas é encontrada na forma de portais corporativos. Um portal funciona como uma entrada para as informações que os usuários necessitam em seu trabalho [Smith & Farquhar 2000]. Segundo os autores citados, um portal deve possuir um acesso unificado a toda informação da organização, seja ela estruturada ou não-estruturada.

Outra questão da entrega de conhecimento é a qualidade da informação a ser entregue. O SIGC deve garantir que os usuários tenham qualidade da informação entregue. Como qualidade, entende-se que as informações, além de representarem realmente a necessidade dos usuários, devem possuir uma boa apresentação, de acordo com seu perfil.

Isso significa que, no acesso e compartilhamento do conhecimento, seja através da busca por parte do usuário ou na entrega da informação sem a necessidade de solicitação, o SIGC deve permitir que o conhecimento possa ser recuperado quando os usuários necessitarem e que ele seja apresentado de acordo com o seu perfil.

2.2.2 Formalização do conhecimento

A criação de narrativas, através do registro pelos membros da organização de histórias sobre acontecimentos em um determinado projeto ou atividade, é uma forma de representar conhecimento. [Davenport & Prusak 1998] referem que esta é uma maneira de se armazenar conhecimentos mais próximos ao tácito, isto é, mais desestruturados. Isto porque narrar, contar histórias é uma forma bastante natural e fácil para uma pessoa expor e demonstrar um dado complexo. Um SIGC possui diversos módulos que auxiliam à criação destas narrativas tais como, *'Fórum'*, *'FAQs'*, *'Chat'*, entre outros. Apesar deste formato ter como inconveniente a dificuldade de busca e a necessidade de um maior esforço de interpretação, o uso das expressões-chave, auxiliam à pesquisa neste tipo de conteúdo.

Uma outra maneira, é a criação de linguagem estruturada, na qual o conhecimento é expresso em uma linguagem formada a partir do idioma corrente, adicionando-se a este restrições e padrões que tornam o texto menos ambíguo. Muito parecido como este meio, há o registro, por meio de regras, semelhantes às abordagens de regras de produção da área de inteligência artificial e sistemas especialistas [Furtado, 2001a]. Nestes meios, o conhecimento é registrado por um conjunto de regras relacionadas, as quais, por serem estruturadas, tornam-se menos ambíguas e de mais fácil localização.

Os módulos de um SIGC possuem características próprias para o armazenamento de diferentes tipos de conhecimento da organização. Comum a todos os módulos, está a inclusão de informações a cada conteúdo, com base na ontologia organizacional, auxiliando, assim, a identificação e a classificação da informação.

2.2.4 Recuperação de Informações

As informações na organização estão dispersas nos mais diversos meios, sejam eles físicos, eletrônicos ou tácitos. Desse modo o SIGC deve possuir meios para recuperar essas informações além de realizar uma integração com as ferramentas já existentes na organização.

Cada ferramenta possui características que permitem que um tipo de informação seja recuperada. A Figura 10 apresenta alguns locais nos quais as informações e o conhecimento podem ser recuperados. Apresenta-se, aqui, como a recuperação de informação nesses locais pode ser útil para a organização, baseados em [Smith & Farquhar 2000].



Figura 10: Informações dispersas na Organização. Adaptado de [Smith & Farquhar 2000]

Os *e-mails* se apresentam como uma ferramenta de integração das CdPs, fazendo com que equipes de trabalho geograficamente dispersas possam se comunicar. Por esse motivo, as mensagens eletrônicas podem carregar informações sobre processos e técnicas para a realização de uma determinada tarefa. Além disso, o *e-mail* pode servir como ferramenta de disseminação, entregando uma determinada informação para uma pessoa ou grupos de pessoas.

Da mesma forma que o *e-mail* tem se tornando uma das principais ferramentas de interação das CdPs, a *Web* tornou-se a principal referência para a busca de informações. Segundo essa tendência, os portais corporativos também são referência na busca de informações, não só da organização como também de seus clientes, fornecedores e parceiros comerciais. Recuperar informações sobre essas entidades pode significar um melhor conhecimento do mercado e, conseqüentemente, um ganho de competitividade.

Os fóruns de discussão permitem obter informações sobre as discussões a respeito de determinados aspectos da organização, tais como política organizacional e melhores práticas. Já o *workflow* permite armazenar o conjunto de passos a serem seguidos para a realização de algumas tarefas.

O acesso às bases de dados da organização, através de ferramentas de *data mining* e *datawarehouse* permitem a descoberta de conhecimento, o qual pode revelar, por exemplo, padrões de consumo de clientes e melhores práticas de preços de fornecedores. Esse conhecimento, se for recuperado e disseminado, pode gerar um diferencial competitivo.

Os documentos de uma organização contêm informações relevantes que ajudam as pessoas na realização de suas tarefas. Materiais de treinamento, informações sobre produtos, manuais técnicos e políticas são alguns exemplos de documentos que fazem parte de uma organização, podendo servir de auxílio às pessoas.

Os *softwares* de uma organização também são fontes de informação. Aplicativos de simulação e de planejamento de trabalho, bem como as agendas corporativas podem conter informações úteis ao contexto corporativo. Os documentos eletrônicos estão diretamente relacionados aos *softwares*. Na recuperação de documentos, o SIGC deve prover, não só documentos em si, mas, também, o aplicativo que ele manipula, de modo a facilitar a sua aplicabilidade.

A recuperação de informação nos arquivos de projeto auxiliam aos novos membros de uma equipe, dando-lhes maior rapidez na realização de seus trabalhos, uma vez que eles têm acesso a todo o histórico de produção. Isso também minimiza o número de questões que eles têm que fazer para seus colegas.

As notícias incluem eventos de cursos e treinamentos, recentes sucessos e fracassos e recentes lições aprendidas e melhores práticas. O conhecimento dessas notícias propicia uma integração entre as diversas equipes, além de se guardar a história dessa da organização.

O *HelpDesk* ajuda a armazenar os problemas e soluções do dia-a-dia com os clientes, assim como as FAQs – *Frequently Asked Questions* (perguntas mais freqüentes) armazenam

os problemas e soluções do dia-a-dia, no âmbito da organização. Essas bases de consultas refletem o conhecimento que a organização possui sobre seus clientes e sobre ela mesma, bem como a capacidade que ela possui para resolver seus problemas.

2.3 Exemplos de SIGC

Foram desenvolvidos diversos *softwares* que visam apoiar a gestão do conhecimento, cada um com características que privilegiam aspectos particulares. Como exemplo de sistemas de informação de gestão do conhecimento, pode-se citar o *KnowledgeBase* (www.knowledgebase.net). Sua principal característica é a gestão de documentos.

Contudo, a gerência desses documentos é feita de forma integrada com o ambiente de trabalho das pessoas. Ou seja, o sistema integra ferramentas que permitem a publicação de um documentom a partir da aplicação para a qual o documento está sendo desenvolvido. Além disso, o *KnowledgeBase* possui uma própria ferramenta para criação de documentos.

Para a recuperação desses documentos, existe, além da uma ferramenta de busca no *site* corporativo, um sistema de FAQ que permite associar os questionamentos feitos aos documentos gerenciados pela ferramenta. O sistema ainda é contemplado por um sistema de *workflow* que gerencia a inclusão e aprovação dos documentos no sistema, com notificações das etapas do processo através de e-mails para as pessoas envolvidas.

O *KnowledgeBase* possui, ainda, ferramentas para criação de portais personalizados que permitem direcionar o conteúdo a ser apresentado, de acordo com os interesses dos usuários que o acessam, permitindo, ainda, a integração com os portais já existentes na organização.

Mesmo apresentando essas qualidades, o sistema ainda apresenta algumas deficiências. Algumas ferramentas características de SIGC estão ausentes no *KnowledgeBase*. Ele não possui ferramentas que permitam a discussão entre seus usuários, tais como *Chat* e *Fórum*. Além disso, não existem ferramentas que permitam gerenciar as competências dos usuáriosm de modo a associar um documento a uma determinada competência. Por fim, o sistema ainda deixa a desejar no aspecto de descoberta de conhecimento, não oferecendo ferramentas que realizem *text mining* nem *data mining*.

Outro exemplo de SIGC a ser destacado é o META4 (www.meta4.com). Este produto é dividido em duas partes distintas: *PeopleNet* e *KnowNet*. O *PeopleNet* possui ferramentas para o gerenciamento de pessoal da organização, que vão desde da gestão de competências até a folha de pagamento. O módulo chamado *skill management*, gerencia o capital intelectual da organização, de modo a indicar quais as pessoas mais aptas a uma determinada tarefa.

No quesito de comunicação entre as pessoas, o sistema possui um módulo de *fórum* que permite a discussão sobre os mais diversos assuntos que permeiam a organização. Um sistema de assinatura de conteúdo permite que as pessoas escolham determinados conteúdos de informação a serem entregues via *e-mail*. Além disso, o Meta4 oferece as informações concentradas em um portal, os quais os usuários podem configurar de acordo com sua necessidade.

Já o *KnowNet* possui ferramentas que, basicamente, realizam a gestão de documentos e *workflow*. A principal característica da gestão de documentos no Meta4 é a integração com repositórios externos ao *software*, como *LotusNotes*, banco de dados relacionais, documentos de Internet (HTML) e outros.

Os pontos negativos do *software* são a ausência de ferramentas de consultas do tipo FAQ ou *Help Desk* e a falta de ferramentas de descoberta de conhecimento, tais como *datamining* e *datawarehouse*.

Outro exemplo de SIGC é o Trivium (www.trivium.fr). Assim como os produtos mostrados anteriormente ele reúne um conjunto ferramentas para apoio da gestão do conhecimento em uma organização. A ferramenta See-K, por exemplo, visa dar suporte à tomada de decisão e a gestão de competências, bem como a criação das comunidades de prática. Já o UMAP trata da gestão de documentos. Ele é utilizado para mapear as informações organizacionais, tais como documentos (textos, planilhas), e-mails, e documentos da web.

O diferencial do Trivium para as demais ferramentas é do conceito de árvores de conhecimento [Lévy 1999]. Essas árvores de conhecimento estão incorporadas no produto através do módulo Gingo. As árvores de conhecimento são uma representação gráfica, um

mapa do "território do conhecimento". O Gingo calcula o lugar de importância de cada conhecimento no contexto da organização. De tal modo que, mesmo que apenas um indivíduo seja detentor de um determinado conhecimento, este aparecerá na imagem da árvore de conhecimento. Isto torna possível reconhecer a singularidade de cada percurso de saber, ao mesmo tempo em que se tem uma visão panorâmica dos conhecimentos da comunidade.

2.4 MC2

Aqui faz-se a análise de um SIGC chamado Sistema MC2 (Modelo de Colaboração e Conhecimento). Procura-se, além de discutir a ferramenta, compreender suas funcionalidades sob uma ótica conceitual, mostrando suas virtudes e deficiências no contexto da memória organizacional e da gestão do conhecimento. Pretende-se enquadrar o MC2 como um SICG e, com isso, usar o Sistema MC2 como estudo de caso de nossa proposta.

O MC2 (Modelo de Conhecimento e Colaboração) é um *software* que, juntamente com a Estratégia MC2, objetiva auxiliar na formação de um ambiente de aprendizagem organizacional e gestão do conhecimento, construindo uma memória organizacional. A Estratégia MC2 (EMC2) define um conjunto de procedimentos que permitem organizar e estruturar o funcionamento do sistema MC2, para que este alcance seus objetivos.

Conforme pode-se observar na Figura 11, o Ambiente MC2 ou Ambiente de Colaboração e Conhecimento, como também é conhecido, pode ser visto como uma ferramenta computacional que apóia três conceitos: gestão do conhecimento, memória organizacional e aprendizagem organizacional. Descrever-se-á o MC2 sob essas três ópticas. Iniciaremos definindo alguns conceitos básicos e mostrando o papel das pessoas dentro do Ambiente MC2.



Figura 11: MC2 visto por diferentes conceitos

2.5 Conceitos Básicos do MC2

Os conceitos principais do sistema MC2 se referem a procedimentos e entidades que compõem o sistema. O conhecimento do significado desses conceitos nos ajudará a obter uma melhor compreensão do ambiente e da estratégia que ele adota.

2.5.1 Expressões-chave

São palavras previamente cadastradas no Sistema MC2 com o propósito de serem associadas pelos usuários aos conteúdos de informação por eles registrados no sistema, facilitando assim pesquisas posteriores. Essas expressões-chave estão associadas com a ontologia da empresa, refletindo um ramo de conhecimento da organização.

Outra finalidade das expressões-chave é vincular conteúdos à estratégia da organização. Elas permitem representar categorias que estruturam as estratégias organizacionais: políticas, processos, produtos, (macro) projetos, áreas de conhecimento.

As associações das expressões-chave com o conteúdo do sistema MC2 permitem mensurar quantas contribuições no sistema estão associados a uma determinada expressão-chave, tornando possível compilar as iniciativas, idéias e melhorias registradas nos módulos do sistema.

2.5.2 Habilidades

São expressões-chave específicas que representam aptidões que, declaradas livremente pelas pessoas, se tornam passíveis de eventualmente serem reconhecidas pela organização. As habilidades expressam competências efetivas, isto é, capacidades já adquiridas.

O cadastro das habilidades é descentralizado (cada pessoa pode registrar suas habilidades no MC2); não exige a apresentação de certificados, bastando que cada um, por própria iniciativa, faça o relato de sua experiência, indicativo do seu nível de domínio. Na prática, chama-se habilidade toda competência que, possuída por uma pessoa, em razão de não ser vista em princípio como estratégica para a organização.

2.5.3 Lista de Conhecimento Crítico - LCC

Lista de Conhecimento Crítico é a relação de competências essenciais para a organização. Há três tipos de LCCs:

- (1) a LCC Comum, que contém temas que todos, na organização, devem dominar;
- (2) as LCCs de Cargo, destinadas a relacionar o conhecimento indispensável para o exercício de cada cargo ou função;
- (3) as LCCs de Pessoas, lista de conhecimentos necessários ao desenvolvimento profissional de cada pessoa, conforme o planejamento traçado para a mesma dentro da organização.

Assim como em *'Habilidades'*, a LCC trata de uma relação ou enumeração de expressões-chave que representam competências, a que dar-se a designação de temas. Toda LCC é, assim, uma lista de temas. O adjetivo crítico serve para qualificar o conhecimento que deve fazer parte de uma LCC: somente aquele considerado de importância fundamental para a estratégia da organização.

As LCCs fazem parte de um dos processos de gestão do conhecimento, que se refere à identificação do conhecimento, pois determina competências essenciais à organização e qualifica a captação interna, com relação aos domínios correspondentes a essas competências. Inclui definição dos conhecimentos e habilidades necessárias à recuperação das deficiências com relação ao nível desejado para a organização. Além disso, as LCCs e as Habilidades desempenham um papel na gestão de competências, no sistema MC2, como poderá ser visto com mais detalhes a seguir.

2.5.4 Entidades

Entidades são grupos de usuários de possuem determinadas funções no contexto do sistema MC2. Existem quatro tipos de entidades: Pessoas Intra-Organização (I-O), Pessoas Extra-Organização (E-O), Núcleos e Unidades. A seguir, descrevem-se cada uma delas e suas respectivas funções no Sistema MC2. As entidades desempenham o papel nas comunidades, de prática de um SIGC. É através das entidades que as CdPs se organizarão.

Pessoa Intra-Organização (Pessoa I-O)

Pessoa Intra-Organização, ou seja, pessoa que mantém um vínculo de trabalho estável com a organização. As pessoas I-O podem se agrupar em equipes denominadas núcleos. Com exceção de algumas pessoas, todas as pessoas I-O têm um articulador, uma espécie de orientador que acompanhará o seu desenvolvimento profissional na organização.

Pessoa Extra-Organização (Pessoa E-O)

Pessoa Extra-Organização. Usuários que mantêm uma relação de prestação de serviços não exclusiva com a organização.

Núcleo

Agrupamento básico dos usuários do MC2 em que predominam o relacionamento direto e o trabalho em equipe. A organização é dividida em núcleos, de maneira que cada pessoa I-O esteja ligada a um único núcleo. Os núcleos são agrupados em unidades.

Unidade

Agrupamento de núcleos com fins operacionais: de pesquisa, de endereçamento de conteúdos de informação, de aplicação de políticas organizacionais e outros. As unidades podem seguir critérios de localização espacial, ('Filial Paraná'), hierárquica (Matriz), funcional (Tecnologia) e outros. Um mesmo núcleo pode pertencer, simultaneamente, a diversas unidades.

2.6 O Papel das pessoas no MC2

A Estratégia MC2 visa instituir condições que favoreçam o desenvolvimento pleno de todas as pessoas orientadas ao desenvolvimento da organização. Para isso, ela se desenvolve a partir da visão de que a gestão do conhecimento deve ter o foco nas pessoas.

As etapas de funcionamento do sistema privilegiam a participação e o envolvimento dos usuários nos processos do sistema. Desse modo, as pessoas exercem uma importância significativa no sistema MC2. Sendo assim, diversas funções foram criadas a fim de organizar e agilizar a participação das pessoas. A seguir, descrevem-se essas funções e suas funcionalidades.

2.6.1 Articulador

Pessoa I-O responsável pelo desenvolvimento profissional de outras pessoas e pela negociação de recursos que viabilizem, ao máximo, este desenvolvimento. O articulador é alguém que está próximo das pessoas que articula. Cada pessoa tem seu articulador que, na maioria dos casos, pode ser seu chefe ou gerente.

No Sistema MC2, os articuladores têm acesso a funções que lhes permitem desempenhar as tarefas que lhes são específicas, como, por exemplo, registrar as LCCs de Pessoa de seus articulados e aprovar propostas de desenvolvimento e registros de atividades profissionais. A figura do Articulador é a de alguém comprometido com o desenvolvimento de pessoas na organização.

2.6.2 Multiplicador

O Multiplicador é a pessoa que estabelece um compromisso de aprofundar e disseminar o conhecimento relativo a um tema de alguma das três LCCs. Quem deseja ser multiplicador deve candidatar-se através dos recursos do Sistema MC2, e ter a candidatura aprovada pelo seu articulador.

2.6.3 'Consultoria MC2'

O sistema MC2 prevê a atuação de uma '*Consultoria MC2*' Interna e de outra Externa. A Consultoria Interna é constituída por um núcleo permanente de colaboradores, com a missão exclusiva de instituir os processos de gestão do conhecimento, contemplados na Estratégia MC2. Já a função da Consultoria Externa foca-se na transferência da tecnologia de implementação à Consultoria Interna, habilitando-a a conduzi-la. A atuação do Consultor Interno MC2 consiste na melhoria dos processos da organização, mediante a incorporação neles, de mecanismos de colaboração e disseminação do conhecimento, suportados pelo Sistema MC2.

Observando a Figura 12, pode-se ver como a participação das pessoas é distribuída através do sistema MC2. Os multiplicadores têm o papel de responsáveis por alimentar o sistema com as informações que ele possui, de modo a estimular os usuários, não só a colocar seus conhecimentos no sistema, mas, também, a perceber nele conteúdos que podem ser úteis a suas tarefas.

Por sua vez, o articulador tem como função auxiliar as pessoas no seu desenvolvimento pelo sistema MC2, servindo como um tutor, estimulando o uso da ferramenta pelos usuários, fazendo com que estes possam, não só, colocar mais conhecimentos no sistema, como também aproveitar melhor os seus recursos.



Figura 12: O papel das pessoas no MC2

2.7 O Papel das pessoas no MC2

2.7.1 Gestão de competências

No que diz respeito às competências essenciais o MC2 utiliza-se das LCCs, mencionadas na seção 2.6.3 e, para as competências profissionais, existem os módulos '*Banco de Talentos*' e '*Certificação de Competências*'. O '*Banco de Talentos*' reúne todas as habilidades declaradas, cursos apresentados e apresentações ministradas ou assistidas e as atividades realizadas pelas pessoas, a fim de indicar quem são as pessoas mais capazes de possuir um determinado conhecimento na organização.

O módulo '*Certificação de Competências*' é o instrumento que vai aferir a qualidade dos conhecimentos de cada pessoa nos seus temas de LCC e, desse modo, valorizar a sua

capacitação. Cada tema de LCC possui níveis de certificação. De acordo com estratégia MC2, algumas pessoas na organização fazem parte do chamado ‘comitê de certificação’. Esse comitê tem como função certificar as pessoas quanto ao desempenho nos temas de sua LCC.

2.7.2 Disseminação do conhecimento

Não se pode afirmar que o sistema MC2 atua como um sistema que dissemina conhecimento, mas como um disseminador de informação. Isso se deve ao fato de que não se pode garantir que as informações entregues aos usuários por intermédio, essencialmente, de *e-mails*, podem contribuir com seu trabalho, principalmente por não poder ajudá-los, em tempo real, nas suas necessidades.

Há uma tentativa de se organizar as pessoas em grupos de interesse comum, semelhante às comunidades de prática, no intuito de fazer com que as informações dispersas no sistema encontrem destinatários que possam fazer uso delas, tais como: *núcleos, unidades, círculos de conhecimento* e outros. Sob este aspecto, o sistema MC2 oferece ferramentas para a criação e gerenciamento desses grupos.

O módulo ‘*Grupos*’ prima pelo caráter mais formal da reunião das pessoas. Geralmente, quem pertence a um grupo está ligado a alguma tarefa executiva na organização. Sob esse aspecto, o módulo ‘*Grupos*’ provê um suporte às reuniões das pessoas como registros de atas, sugestões de pauta e uma agenda de compromissos. Funciona como uma ferramenta de auxílio às equipes de trabalho.

Já o ‘*Círculo de Conhecimento*’, une as pessoas pelo interesse em um determinado tema. No círculo, é possível pesquisar todas as colaborações inseridas no Sistema MC2, sobre aquele determinado tema, além de servir como repositório de arquivos compartilhados para os membros daquele círculo.

Assim como o ‘*Círculo de Conhecimento*’, a maioria das colaborações inseridas no MC2 podem ser restritas a esses grupos de pessoas, através dos âmbitos de restrição. Os âmbitos de restrição, são baseados nos núcleos, unidades, grupos ou qualquer outro tipo de

agrupamento que convier à organização, preservando e garantindo a confidência de alguns itens que porventura não podem ficar acessíveis a toda a organização.

Existe, ainda, no sistema o que a chamada de agenda de desenvolvimento que é uma espécie de lista de compromissos assumidos pelas pessoas, com o intuito de promover o desenvolvimento pessoal e da organização, colaborando, também, com a entrega do conhecimento, através de tarefas formadas a partir das iniciativas dos outros usuários do Ambiente MC2.

Além dos módulos “*Fórum*” e “*Chat*” que permitem que as pessoas se manifestem através de discussões na organização, o MC2 possui também os módulos “*Acervo*” e “*Artigos*” que possuem o intuito de armazenar os documentos (manuais, políticas, informações sobre produtos e clientes). Além disso, o módulo “*Artigos*” faz com que usuários possam relatar suas experiências sobre um ou mais temas, contando casos de sucesso e insucesso, possibilitando escrever artigos, partilhando idéias e experiências profissionais que resultaram em aprendizagem. Já o ‘*Acervo*’ é uma biblioteca de títulos, com suporte físico e eletrônico. A ênfase maior está no conhecimento gerado na organização, através da publicação de resumos e comentários.

Mesmo com todas essas ferramentas, o sistema MC2 não possui algumas funcionalidades características dos SIGC. Nele, por exemplo, as informações não estão disponíveis em forma de portal. O que existe é um *menu* com todos os módulos do sistema, fazendo com que o usuário tenha que entrar em cada um deles para ter acesso às novas contribuições.

Outra deficiência é a falta de uma ferramenta de *workflow*. Dentre outras coisas, a ausência de uma ferramenta como esta impede a captação das melhores práticas em um processo de produção. O que mais se aproxima de um *workflow* é o módulo do ‘*Atividades Profissionais*’ que possibilita registrar as experiências profissionais dos usuários.

Porém, ele se torna insuficiente, pois depende diretamente da iniciativa do usuário para efetuar o registro. Aliás, essa é uma das principais deficiências do sistema MC2, pois devido à ausência de captação automática de informações, ele se torna dependente das iniciativas dos

usuários. Isso é um fator crucial na motivação no uso do sistema, uma vez que as pessoas têm que parar suas atividades de produção para inserir ou buscar alguma informação no MC2.

2.8 O MC2 como ferramenta de Aprendizagem Organizacional

O sistema MC2 incorpora ferramentas que visam promover a aprendizagem organizacional, gerando um ambiente no qual se possa criar, adquirir e transferir informações conforme já exposto na seção 2.3.

Outro objetivo da aprendizagem organizacional é promover o aprendizado da organização, ou seja, o aprendizado coletivo. É aquele que tem como principal vertente a conscientização conjunta da necessidade do aprendizado e uma compreensão comum do que deve ser realizado, dando início a ações em equipe ajustadas à estratégia e aos objetivos da empresa, que possam conduzir a conclusões significativas.

Para isso o sistema utiliza-se de duas estratégias para tentar realizar a aquisição e disseminação de informações, procurando criar um ambiente propício ao aprendizado coletivo. Uma é a própria arquitetura de agrupamento das pessoas, que busca o compartilhamento das informações através dos grupos, núcleos e círculos de conhecimento criados no sistema. Desse modo os módulos do sistema procuram entregar as informações para as pessoas com interesses afins com base nesses agrupamentos.

A outra estratégia para estimular o aprendizado utilizado pelo MC2 é o papel que algumas pessoas exercem na Estratégia MC2. Dentre essas pessoas, o MC2 ressalta as figuras do articulador e do multiplicador descritos na seção 0. O articulador é aquele responsável por estimular o desenvolvimento e a aprendizagem de seus articulados, além de agir como facilitador para a criação das comunidades de prática.

Ele também orientará o multiplicador, que pode ser qualquer pessoa que tenha conhecimento de um tema específico e tenha interesse (ou seja, estimulado) em multiplicá-lo (disseminá-lo). Essas pessoas servirão como agentes humanos do ambiente e tentarão orientar e estimular os usuários do sistema na utilização do ambiente e de suas ferramentas.

Além da aprendizagem organizacional a Estratégia MC2, visa também a aprendizagem individual, como forma de estimular a participação e aumentar o seu capital intelectual. Das ferramentas utilizadas no ambiente MC2 que se destacam pela aprendizagem individual tem-se, por exemplo: ‘*Consultas*’, que funciona como uma FAQs – *Frequently Asked Questions*, visando esclarecer as dúvidas dos usuários e ‘*Autoteste*’, que possibilita a aplicação de testes onde as pessoas poderão avaliar sua prontidão para uma atividade de aprendizagem dada.

Além de disso, a ferramenta de Educação a Distância (EAD), integrada às já disponíveis no MC2, pode auxiliar o processo de ensino/aprendizagem através da gestão do conhecimento no ambiente. Com um sistema EAD torna-se possível aproximar o conhecimento de onde ele realmente é aplicado: a própria organização. Além disso, as pessoas não precisam sair da organização para realizar um curso por exemplo, atenuando assim uma possível perda de produtividade causada por sua ausência no ambiente de trabalho.

Em alguns aspectos o EAD possui certas vantagens sobre o ensino presencial, como: maior poder de alcance das informações, razão custo/benefício mais favorável, em função da variável aluno por curso e maior flexibilidade quanto à forma de ensinar e aprender [Furtado 2001b]. Essas características aliadas a um ambiente de gestão do conhecimento podem beneficiar a aprendizagem da organização. Em [Pereira 2002] é mostrado como o ambiente de EAD está integrado com o sistema MC2.

2.9 Arquitetura de Agentes Inteligentes

A arquitetura conceitual do sistema MC2, usada atualmente, pode ser vista na Figura 13. Observando essa figura é possível notar que os usuários são responsáveis por toda a entrada e recuperação de dados. Ou seja, os usuários, através do nível de informação representado pelos módulos do sistema MC2, acessam o nível de dados. Desse modo, tudo que é armazenado e recuperado depende da intervenção do usuário.

Uma extensão dessa arquitetura, chamada EC=MC2, foi proposta em [Furtado 2000]. Nesta arquitetura, conforme pode-se observar na Figura 14, o MC2 também se divide em três níveis: o nível de dados no qual são registrados os dados sobre a organização e seus

indivíduos, o nível de SI, o qual é chamado de espaço participativo, que visa disponibilizar procedimentos informatizados (módulos do sistema). O diferencial em relação à arquitetura anterior é o nível de conhecimento, que é formado por agentes que visam auxiliar a criação, pesquisa e exploração de conhecimento que cotidianamente permeia a organização.

O espaço participativo, indicado na figura 47, representa o conjunto de módulos do MC2 que favorece o processo de participação das pessoas componentes da organização, contribuindo com o seu desenvolvimento.

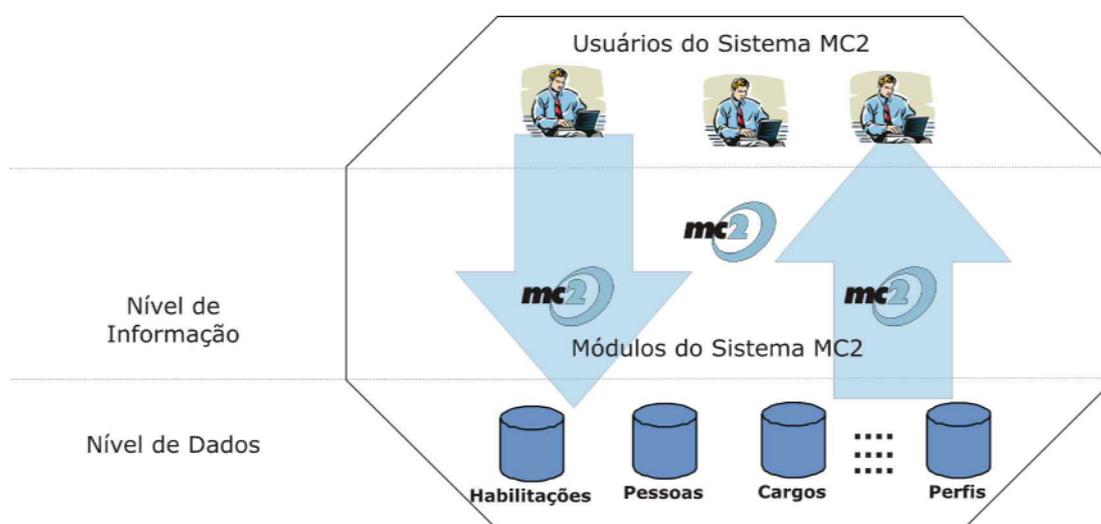


Figura 13: Arquitetura conceitual do MC2

As ferramentas que compõem o nível de conhecimento detêm o uso de agentes inteligentes que, através de algoritmos de aprendizagem que, por exemplo, realizam descoberta de conhecimento na base de dados da organização. Desta forma, procura-se enriquecer o espaço participativo do MC2, motivando as pessoas a utilizarem o sistema como ferramenta de auxílio ao seu trabalho. O nível de conhecimento se integra ao espaço participativo dando, inclusive, acesso às bases de dados que ele manipula.

Na Figura 14 pode-se observar os três níveis básicos que compõem o MC2. Dois tipos de conhecimento são modelados na arquitetura EC=MC2: meta-conhecimento sobre o MC2 e

meta-conhecimento sobre a organização. O meta-conhecimento sobre o MC2 que é usado pelos agentes para associar as informações contidas no sistema MC2 com as base de dados e informações próprias da organização que são gerenciado por estes agentes afim de compartilhá-los. Já meta-conhecimento sobre a organização é usado pelos agentes para associar o conteúdo dos bancos de dados com as informações da organização como processos, clientes e produtos.

Originalmente, no nível de conhecimento do MC2, existem ferramentas que são modeladas em agentes inteligentes e que se dividem em 5 grupos: Agentes que fazem buscas, Agentes que analisam perfis, Agentes que descobrem conhecimento, Agentes indutores de discussões, Agentes que fazem diagnósticos. Nossa proposta se baseia na criação de uma arquitetura para os Agentes de descoberta de conhecimento.

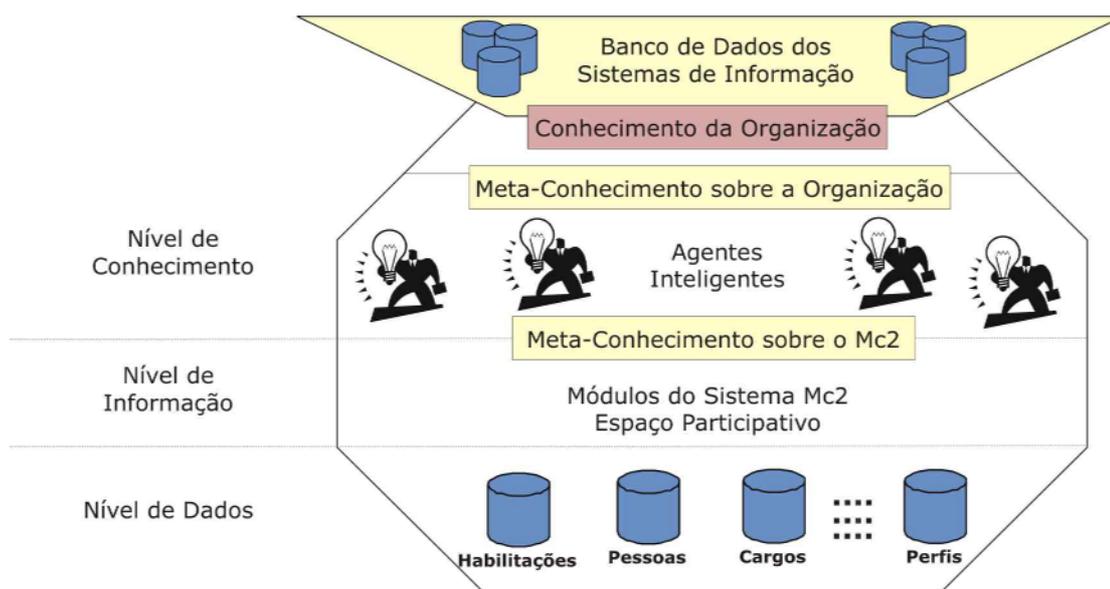


Figura 14: Arquitetura EC=MC2 segundo Furtado [2000]

Estes agentes exploram os bancos de dados do MC2 e da organização, em busca, utilizando tecnologias de sistemas multi-agentes, e descoberta de conhecimento em bases de dados (KDD). Elabora-se uma arquitetura que implementa essas tecnologias, de modo a auxiliar os usuários do sistema MC2 em suas tarefas, através do conhecimento descoberto com o uso do KDD. Esta arquitetura será detalhada no capítulo 3, como se pode ver a seguir.

2.10 Considerações Finais

Neste capítulo, realizou-se uma análise do sistema MC2 e o classificou-se sob os aspectos dos diversos conceitos e métodos envolvidos no contexto dos SIGCs. Procurou-se também mostrar como ele pode ser visto sobre os aspectos de gestão do conhecimento, aprendizagem organizacional e memória organizacional. Com isso pretende-se usá-lo como exemplo de um SIGC, para o qual proporemos a seguir uma arquitetura baseada em sistemas multi-agentes que visa realizar descoberta de conhecimento em base de dados.

Procurou-se mostrar também como e onde essa arquitetura se encaixa no sistema MC2 baseado no trabalho de [Furtado 2000]. Além disso, procurou-se mostrar sob que tecnologias estão implementados o MC2 e os agentes.

A seguir será descrita nossa proposta, apresentando a arquitetura baseada em sistema multi-agentes que visam dar apoio ao nível de conhecimento do MC2, mais especificamente os agentes de descoberta de conhecimento que se configura ser a configuração essencial.

CAPÍTULO III

ARQUITETURA DE AGENTES DE DESCOBERTA DE CONHECIMENTO

3.1 Introdução

No capítulo I desta dissertação, observa-se que uma das vantagens de gerir conhecimento é se ter a possibilidade de prover aquisições efetivas às pessoas de uma organização quando estas realizam suas tarefas. Sendo assim, um *sistema de informação de apoio à gestão do conhecimento* (SIGC), como o sistema MC2, deve aproximar os usuários do conhecimento que pode contribuir com a execução de seu trabalho. Quanto mais disponível o conhecimento, mais rapidamente as pessoas podem realizar suas tarefas e mais a organização evoluirá.

O que procura-se com o nosso trabalho é criar meios de que os usuários de um SIGC, tenham acesso automático ao conhecimento útil para realização de suas tarefas. Neste capítulo é descrita uma arquitetura de agentes que visa auxiliar a gestão do conhecimento nos aspectos de captação, disseminação e descoberta do conhecimento, utilizando a tecnologia de descoberta de conhecimento em base de dados (KDD).

É detalhada, a seguir, a arquitetura e o funcionamento desses agentes, mostrando, ainda, que com a aplicação dessa arquitetura, automatiza-se a descoberta de conhecimento e, com esse conhecimento, auxilia-se os usuários do SIGC em algumas de suas tarefas.

3.2 Componentes da Arquitetura de Agentes de Descoberta de Conhecimento

Diversos problemas afligem os sistemas de informação e apoio à gestão do conhecimento. Entre eles, pode-se destacar a questão da motivação à participação dos usuários nestes sistemas. Para suplantar esse problema, os sistemas devem procurar ser úteis às tarefas diárias de seus usuários, auxiliando-os no seu trabalho. Mas isso não se torna um fator efetivo para a resolução do problema da motivação, se esse auxílio não for feito de forma automática.

Além disso, há a necessidade de uma alimentação constante de informação nesses sistemas. Esse fator também pode dificultar a participação das pessoas, principalmente, se a inclusão dessas informações dependem delas. Isso requer que as pessoas estejam sempre dispostas a colaborar com o sistema, o que nem sempre é possível, pois significa uma interrupção em suas atividades dentro da organização.

O que se propõe é integrar em um SIGC uma arquitetura multi-agentes, que possa realizar todas as atividades de descoberta de conhecimento (captação de atributos, preparação e exploração dos dados) a partir de indicadores captados pelos agentes, durante a interação dos usuários com o SIGC. Parte-se da premissa de que a interação do usuário com o SIGC, bem como seu perfil registrado neste sistema, serve como indicador para o processo de preparação de dados. Acredita-se que esses indicadores são relevantes, pois foram oriundos da suas próprias intervenções e perfis. Eles servirão ao processo de descoberta de conhecimento, de forma que as informações relevantes possam ser identificadas e compor o conjunto de dados a ser explorado.

Alimenta-se, então, o SIGC de forma automática com conhecimento oriundo desses dados através de algoritmos de aprendizagem implementados nos agentes. A arquitetura permite que os objetivos de alimentação automática de conhecimento e de auxílio nas atividades das pessoas sejam atingidos.

3.2.1 Agentes

Na arquitetura proposta tem-se um conjunto de agentes que permitem realizar o que chamar-se-á de Processo de Descoberta de Conhecimento. Eles realizam tarefas específicas que vão desde a captação de informações no SIGC, até a apresentação do conhecimento descoberto para os usuários. Os agentes são definidos com base em suas tarefas. As tarefas desempenhadas por esses agentes compreendem as etapas de descoberta de conhecimento em bases de dados.

As tarefas que definem os agentes, a nível macro, se resumem em 6 fases:

- **Ativação.** Acontece quando são executados alguns eventos no ambiente do SIGC que requerem a execução de um agente. Esta tarefa é realizada pelo AGENTE DE INTERFACE – AI, que monitora o sistema a fim de verificar se houve algum evento que pudesse desencadear um processo de descoberta de conhecimento.
- **Captação de informações.** Em nossa arquitetura, os agentes necessitam de informações para seu funcionamento. Nesta fase os agentes captam tais informações que servirão de subsídios para a realização do processo de descoberta de conhecimento. Esta tarefa também é atribuída ao AGENTE DE INTERFACE. As informações captadas estão contidas nos eventos que o AI monitora.
- **Transformação de Informações.** Transformar as informações e conceitos captados em atributos de banco de dados. Isso é necessário para que os algoritmos de aprendizagem implementados no processo possam ser executados. O AGENTE DE META-CONHECIMENTO - AMC é o responsável por converter as informações captadas pelo AI em atributos de banco de dados.
- **Preparação de dados.** É a tarefa de construir um arquivo para ser utilizado na descoberta de conhecimento. Consiste em varrer os banco de dados em busca dos valores dos atributos. Com isso ele forma uma tabela de dados na qual os algoritmos de aprendizagem irão trabalhar. Esta tarefa é realizada pelo AGENTE DE PREPARAÇÃO DE DADOS - APD.

- Ação. Consiste na realização do processo de descoberta de conhecimento propriamente dito através de algoritmos de aprendizagem. Tarefa desempenhada pelos AGENTES DE DESCOBERTA DE CONHECIMENTO - ADeC.
- Distribuição do resultado de sua ação. Entrega do conhecimento descoberto no processo com base no perfil das pessoas envolvidas no evento que desencadeou o processo. O AGENTE DE DISTRIBUIÇÃO DE CONHECIMENTO – ADiC capta estes perfis e distribui o conhecimento.

Na Figura 15 pode-se perceber como os componentes da arquitetura estão dispostos. Tem-se dois ambientes nos quais agem os agentes: ambiente de percepção e o ambiente de ação. O ambiente de percepção que será o SIGC (no nosso estudo de caso o Sistema MC2) é onde o agente de interface, através de seus sensores, vai realizar suas atividades de monitoramento para perceber eventos que podem desencadear uma ação de descoberta de conhecimento. É este mesmo ambiente que receberá o resultado da ação dos agentes. Neste caso, após realizar sua ação, os agentes de descoberta de conhecimento retornam ao SIGC, através do agente de distribuição de conhecimento, os resultados de suas tarefas executadas no ambiente de ação.

No ambiente de ação, os agentes de descoberta de conhecimento executarão suas tarefas, as quais foram desencadeadas por algum evento no ambiente de percepção. Em nossa proposta este ambiente é o local onde estão guardadas as informações referentes ao negócio da organização, sua estrutura, clientes, fornecedores e pessoal. Neste trabalho só será analisado, no ambiente de ação, os bancos de dados da organização. Sendo assim, os agentes, após serem disparados pelos sensores no ambiente de percepção, procuram realizar uma tarefa de descoberta de conhecimento específica utilizando os algoritmos de aprendizagem. Desse modo, pode-se dizer que os agentes “observam” o SIGC (ambiente de percepção) e agem nos bancos de dados da organização (ambiente de ação).

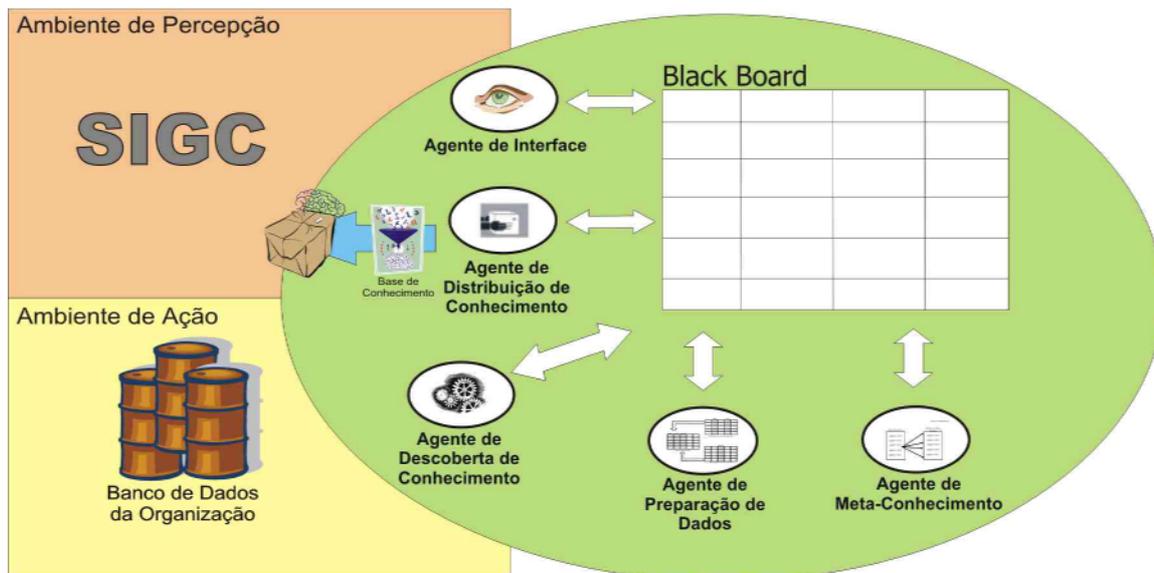


Figura 15: Componentes da Arquitetura de Descoberta de conhecimento

Ainda observando a Figura 15 pode-se ver que para se comunicar, os agentes utilizam-se do *blackboard*. Nele ficarão armazenados não só as informações trocadas pelos agentes, bem como os parâmetros necessários ao funcionamento desses agentes.

O processo de descoberta de conhecimento (PDC) é o conjunto de atividades realizadas pelos vários agentes, que colaboram entre si para realizar atividades de captação, disseminação e descoberta de conhecimento em base de dados, de acordo com um evento que o usuário realizou no sistema. O resultado desse processamento resultará em uma base de conhecimento que auxiliará na tarefa que o usuário está executando.

3.2.2 Repositório de meta-conhecimento

Para dar início ao processo de descoberta de conhecimento, é necessário que o Agente de Interface capte algumas informações pertinentes aos dados envolvidos no processamento e informações pertinentes às pessoas que serão beneficiadas por esse conhecimento. Para que essas informações possam ser aproveitadas, elas devem se referir a algum atributo de banco de dados, pois os algoritmos utilizados nos agentes manipulam os atributos/valores encontrados nas bases de dados. Neste caso, é necessário que as informações que sejam captadas pelos Agentes de Interface, estejam representadas por atributos de banco de dados.

Para atacar esse problema, nossa arquitetura conta com o repositório de meta-conhecimento. É nesse repositório que as informações pertinentes aos eventos e dos usuários do SIGC estarão mapeadas em atributos do banco de dados. Torna-se necessário que, na instalação do sistema, usuários especialistas de cada área de conhecimento da organização se encarreguem de realizar um levantamento de informações que representem os processos, produtos, políticas e objetivos da organização.

Estas informações formarão uma hierarquia contendo termos que representem uma ontologia organizacional. Os agentes se aproveitam dessas informações que estão associadas ao conteúdo do SIGC e de dados associados às pessoas que trabalharam naquele conteúdo, para usá-las como referência, no processamento dos algoritmos de aprendizagem.

A principal funcionalidade do repositório de meta-conhecimento é poder indicar quais atributos do banco de dados serão utilizados no processamento dos algoritmos, com base nas informações encontradas no sistema SIGC. Dessa forma, é importante que o repositório de meta-conhecimento contenha o máximo de informações mapeadas em atributos de banco de dados.

Tem-se, como exemplo prático, a inclusão da expressão ‘*Valorização do Profissional*’. O usuário, ao se deparar com essa expressão pode associá-la com um atributo do banco de dados. Como pode-se observar na Figura 16, a pessoa associou ‘Valorização do Funcionário’ aos atributos tempo de trabalho na organização (tempo_org), cargo, horas-extras (, cargo, horas_extras) e grau de instrução (grau_instr).

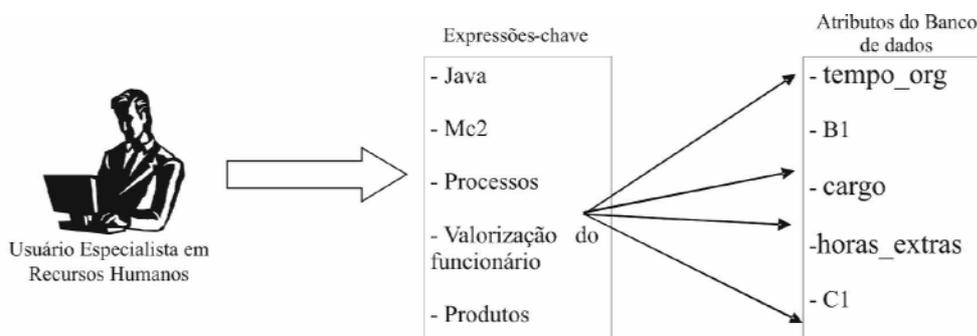


Figura 16: Mapeamento de Informações atributos do banco de dados

Como resultado da associação, é formado o arquivo que representa o repositório de meta-conhecimento, conforme pode ser visto na Tabela 1, na qual pode-se notar a expressão ‘*Valorização Profissional*’, mapeada em atributos do banco de dados.

Valorização Profissional			
Atributo	Banco de dados	Tabela	Entidade
tempo_org	MC2	Pessoas	Pessoa
horas_extras	MC2	Pessoas	Pessoa
grau_instr	SECREL	Clientes	Pessoa

Tabela 1: Formato do Arquivo do Repositório de Meta-Conhecimento

3.2.3 Camada de Comunicação

Cada agente necessita de informações que servirão de subsídios para o seu funcionamento. Com a exceção do agente de interface (que coleta informações dos usuários e do ambiente do SIGC), essas informações são oriundas do resultado da execução de outro agente. Desse modo, quando um agente termina sua ação, fornece informações necessárias para que outro realize suas ações e continue o processo de descoberta de conhecimento.

No entanto, essas informações podem conter grande volume de dados e, dependendo da quantidade de requisição, a troca dessas informações entre eles pode vir a causar uma degradação do desempenho de todo o processo, principalmente, no caso de um agente não conseguir executar a sua ação e necessitar novamente dessa informação. Em nossa arquitetura, a troca de mensagens direta (agente a agente) é realizada apenas quando um agente solicita o apoio de outro. Ou seja, apenas quando um agente termina sua execução e, dando continuidade ao processo, solicita a execução de outro agente, indicando que estão disponíveis informações necessárias ao seu funcionamento.

Com isso, pode-se notar que, para os agentes funcionarem em conjunto, deve-se ater a dois fatores: a chamada a outros agentes e a passagem de informações. Para garantir esse tipo de comunicação utiliza-se, em nossa arquitetura, um meio de comunicação, para a inicialização dos agentes (mensagens) e o *blackboard*, utilizado para a passagem e

recuperação das informações envolvidas. Esses dois objetos farão parte do que chamar-se-á camada de comunicação.

Identificação dos agentes

Como existe a comunicação direta entre os agentes, torna-se necessário que eles sejam identificados para que um agente possa direcionar sua mensagem para outro. E também é necessário o mapeamento do blackboard para que os agentes saibam onde, no blackboard, está a informação que a ele pertence. Como cada usuário possui seus próprios agentes e para cada processo disparado por um usuário as informações encontradas no blackboard serão diferentes, torna-se necessário identificar os agentes de forma única, levando-se em conta o usuário que disparou o processo de descoberta de conhecimento e a quantidade de vezes que o processo foi disparado.

Para isso, cada agente receberá um número identificador que indicará o seu nome e onde, no blackboard, ele encontrará as informações necessárias a seu funcionamento. Esse número será composto por duas partes: a primeira será o número de processos de descoberta de conhecimento, disparado pelo usuário, e a outra parte será o código desse usuário no SIGC.

Por exemplo: se já for o terceiro processo que o usuário desencadeia e seu código no SIGC for o 243 o ID (identificador) será 003243. Desse modo, todos os agentes envolvidos nesse processo, serão identificados por esse número. No caso do agente de interface, por exemplo: AI003243; agente de meta-conhecimento: AMC003243; e assim por diante.

Comunicação direta entre os agentes

Para realizar a comunicação que inicia a ação do agente, implementar-se-á uma troca de mensagens entre os agentes, utilizando a linguagem FIPA ACL (mostrado na seção 1.4.1). Essas mensagens trazem uma sintaxe simples, porém suficiente para o desenvolvimento de nossa arquitetura, conforme pode ser visto na Figura 17a.

Nesta mensagem, o agente de interface dispara o agente de meta-conhecimento através de um *cfp* (*Call for proposal*). Este é um tipo de mensagem que tem por finalidade disparar uma ação do agente que receberá a mensagem. Neste caso, o *sender* (agente que está enviando) é o AI003243 e o *receiver* (agente receptor) é o AMC. O conteúdo da mensagem é uma função que ativa o agente, o qual possui como parâmetro, o identificador do PDC. Este identificador servirá, não só pra nomear o AMC que passará a se chamar como AMC003242, como, também, pra que este agente ache o conteúdo a ele destinado no *blackboard*.

```
(cfp
  : sender AI003243
  : receiver AMC
  : content
    'ATIVAR(003243)'
  : conversation-id 003243A)
```

Figura 17a: Exemplo de mensagem trocada entre os agentes

O agente que foi disparado retorna ao agente que disparou uma mensagem, indicando que ele foi ativado, mostrada na 17b. Esta mensagem é do tipo *confirm* (confirmação). Nela o *sender* (agente que está enviando), no caso, o AMC003243, confirma que sua ativação ao *receiver* (agente receptor AI003243) foi realizada com sucesso, através da simples mensagem de 'OK'.

```
(confirm
  : sender AMC003243
  : receiver AI003243
  : content
    'OK'
  : in-reply-to 003243A
  : conversation-id 003243B)
```

Figura 17b: Mensagem de resposta a ativação

Com isso, o AI termina sua execução, ficando disponível para novas requisições de outros processos desse usuário. Caso não tenha recebido resposta (*timeout*), ou caso uma resposta negativa (agente ocupado, por exemplo), que no caso difere apenas pelo envio da

palavra *'Fail'* em seu conteúdo, é novamente enviada uma tentativa de ativação do agente até que este entre no estado ativado, possibilitando a continuação do processo.

A mensagem trocada entre os agentes contém, basicamente, o identificador (ID), que indicará onde, no *blackboard*, o próximo agente deverá buscar suas informações de entrada, para poder dar continuidade à execução do processo, conforme mostra na Figura 18, na qual pode-se ver o agente de interface ativando o agente de meta-conhecimento enviando, apenas, o ID do processo. O AMC confirma o recebimento da mensagem e continua o processo. Além disso, a mensagem deve indicar o agente que está enviando a mensagem.

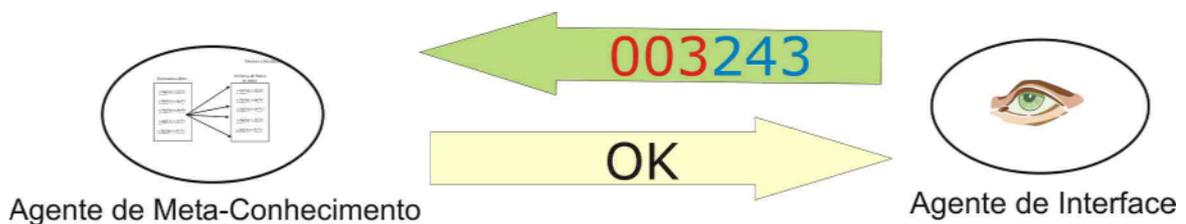


Figura 18: Mensagem trocada entre os agentes

Blackboard

O uso do *blackboard* serve como um grande repositório de informações para os agentes. Além disso, os agentes, após realizarem suas tarefas, passam informações, por meio deste, para os demais agentes, para que eles continuem o processo de descoberta de conhecimento.

O acesso dos agentes a essas informações é facilitado pelo mapeamento do *blackboard*. Cada processo disparado pelo agente de interface recebe um número identificador que também auxiliará a determinar uma área do *blackboard*, na qual os agentes podem encontrar as informações necessárias a sua execução.

Ao iniciar um novo processo, é criada uma área (arquivo ou tabela) reservada para as informações necessárias aos agentes. Nessa área ficarão armazenados parâmetros necessários à execução dos agentes. Cada área receberá o ID do processo. Desse modo, as informações lá encontradas só poderão ser acessadas pelos agentes com este mesmo ID.

Cada área referente às informações de um agente estará identificada pelo nome do agente e o ID do processo. Com exceção dos parâmetros iniciais (algoritmo a ser aplicado, modo de exibição), assim que é finalizada uma execução de um agente, este apaga imediatamente as informações usadas por ele, as quais foram passadas por outro agente, liberando espaço no *blackboard*.

Pode-se observar na Figura 19 um exemplo de acesso ao *blackboard*. Os agentes de um mesmo processo (002167) acessam suas respectivas áreas no *blackboard*. Apenas com o ID mensagem (002167), os agentes podem localizar as informações pertinentes a eles, em meio às dos demais agentes de outros processos. Por exemplo o Agente de Interface (AI), que recebe o ID 002167, nomeia-se AI002167 e guarda os dados para os outros agentes numa área no *blackboard* com o mesmo nome do agente.

3.3 Processo de descoberta de conhecimento

O processo é composto por ações de agentes, nas quais cada um desses agentes possui uma função específica. Para cada usuário que inicia um processo de descoberta de conhecimento, tem-se um conjunto de agentes que atende somente às requisições dos processos daquele usuário.

3.3.1 Execução do processo

O funcionamento do processo começa quando o usuário executa algum evento específico no SIGC. O agente de interface (AI) monitora os eventos do sistema, de modo a perceber um evento que dispare um PDC. Com isso, é desencadeada uma ação conjunta de outros quatro agentes: meta-conhecimento (AMC), preparação de dados (APD), agente de descoberta de conhecimento (ADeC) e agente de distribuição do conhecimento (ADiC), como pode ser observado na Figura 20.

Nesta figura tem-se o fluxo de funcionamento do processo de descoberta de conhecimento modelado que funciona da seguinte forma: o AI, que monitora o sistema, percebe um evento propício à descoberta de conhecimento; com isso, ele capta algumas

informações envolvidas nesse evento do SIGC que gerou o processo. Em seguida, armazenadas no *blackboard* e dispara o agente de meta-conhecimento (AMC).

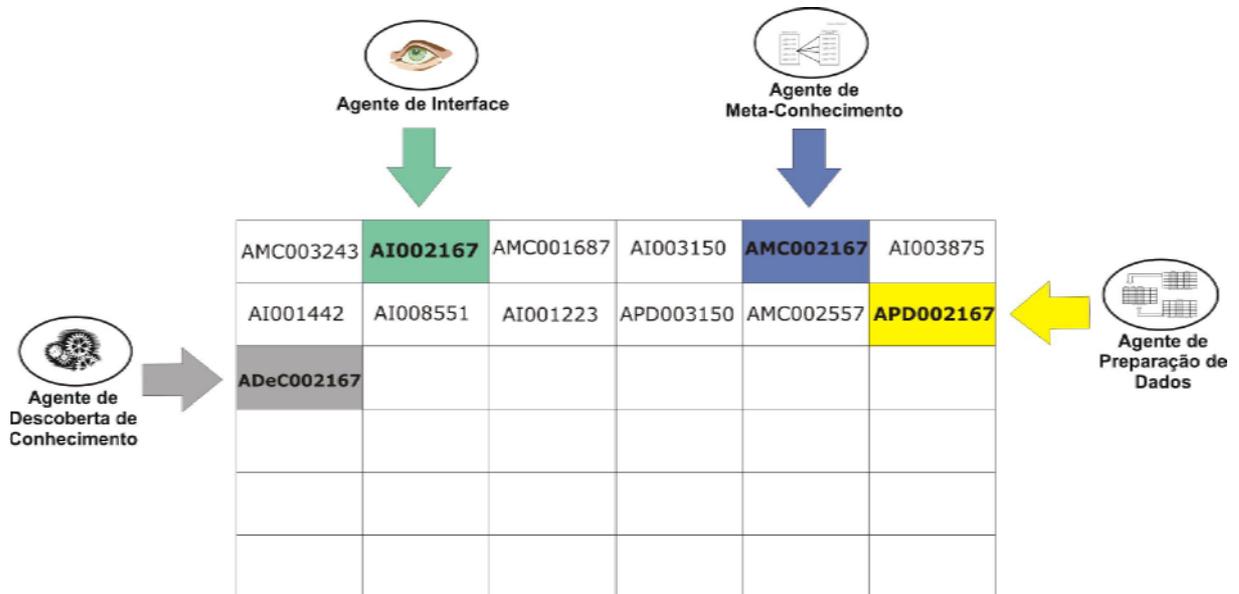


Figura 19: Acesso dos agentes ao blackboard

Após finalizar sua tarefa, o AI daquele usuário volta a monitorar o sistema. O AMC coleta as informações deixadas pelo AI no *blackboard* que mapeia essas informações em atributos de banco de dados. Esses atributos são armazenados no *blackboard* e são manipuladas pelo agente de preparação de dados (APD).

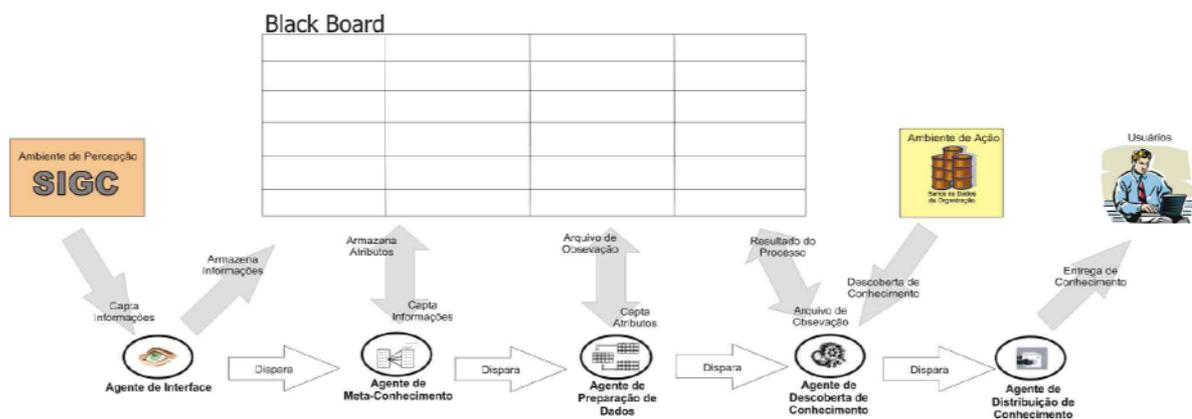


Figura 20: Processo de descoberta de Conhecimento

Após ser disparado pelo AMC, o APD coleta as informações (atributos de banco de dados) no *blackboard*. De posse desses atributos, ele começa a varrer o banco de dados para formar um arquivo com atributos/valores. Com isso, o agente de descoberta de conhecimento (ADeC), após ser disparado, pode, através de seus algoritmos de aprendizagem, realizar a ação de um dos três agentes de descoberta de conhecimento. Por fim, o ADiC entrega o resultado às pessoas beneficiadas por este conhecimento descoberto, auxiliando, assim, em alguma tarefa neste evento.

Como pode-se observar, esta arquitetura de multi-agentes permite que haja uma divisão de tarefas entre os agentes. Isso traz como vantagem, principalmente, o fato de que os agentes, após realizarem suas tarefas, já estão aptos a receber novas requisições. Tomando como exemplo o AI, vê-se que ele, após terminar sua ação, volta a realizar o monitoramento do sistema MC2, independente das ações dos demais, a fim de começar um novo processo de descoberta de conhecimento. Isso evita que um processo fique esperando outro terminar para iniciar sua execução. Neste caso, tem-se vários agentes agindo ao mesmo tempo.

Com isso, os agentes colaboram entre si para realizar o processamento de todo o fluxo de trabalho que vai, desde a captação de informações necessárias para o processamento, até a exibição dos resultados, favorecendo a melhor análise possível. A seguir, descreve-se cada componente desta arquitetura, mostrando suas peculiaridades e como eles colaboram com o processo de descoberta de conhecimento em base de dados.

3.3.2 *Eventos de descoberta de conhecimento*

Os eventos de descoberta de conhecimento são aqueles que ativam o processo de descoberta de conhecimento, ou seja, acontecem quando o usuário realiza alguma tarefa no SIGC. O Agente de Interface monitora, basicamente, dois tipos de eventos. *Eventos de decisão* e *eventos de criação* de conteúdos dentro dos SIGC. Os *eventos de decisão* referem-se às situações nas quais os usuários devem tomar alguma decisão sobre o conteúdo do sistema ou sobre as pessoas envolvidas com o sistema.

Já os *eventos de criação* são aqueles nos quais algum conteúdo é criado dentro do sistema. Desse modo, pode-se dizer que quando é criado ou decidido algo no SIGC, é iniciado um PDC. Sob este aspecto, o AI leva em consideração três aspectos para iniciar o processo de descoberta de conhecimento. Em primeiro lugar, é importante que o evento em questão trate com uma entidade (pessoas, documentos e outros).

O segundo aspecto a ser observado é a distribuição do resultado do PDC, já pertinente ao escopo do Agente de Distribuição do Conhecimento. São duas as questões nesse aspecto: *quando* e *para quem* será entregue o resultado. A questão de quando o resultado será mostrado é crítica, uma vez que, dependendo do volume de dados, o processo de descoberta de conhecimento tende a ser bastante demorado, tornando inviável a apresentação imediata desse resultado.

Neste caso, o ADiC toma a decisão de quando entregar, baseado no tipo de evento. Se for um *evento de decisão*, no qual o resultado do processo pode influenciar, o agente procura mostrar o resultado imediatamente. Caso seja um *evento de criação* em que, na maioria dos casos, o resultado não é prioritário, o resultado pode ser mostrado *a posteriori*, como por exemplo, na próxima entrada do usuário no SIGC.

Outra questão a ser observada nos eventos de descoberta de conhecimento diz respeito a quem receberá o resultado do processo, além daquele que disparou o evento, pois é com base nas pessoas envolvidas no evento que o ADiC realizará a entrega do resultado do PDC.

O terceiro aspecto baseia-se em qual algoritmo será aplicado ao evento. Isso dependerá, também, do tipo de evento que disparou o PDC. Neste caso, o ADeC verifica se é um item de decisão ou criação. Caso seja um evento de decisão, o agente utiliza o algoritmo C4.5, que gera uma árvore de decisão na forma de regras que representam a decisão a ser tomada.

Se o evento for de criação de conteúdo, o algoritmo a ser aplicado é o COBWEB, para realizar categorizações sobre a entidade em questão no evento. Uma terceira situação pode acontecer, quando o evento envolver conjuntos de atributos distintos para uma mesma entidade. Um exemplo desse tipo de evento ocorre quando se procura classificar um determinado documento no SIGC e este documento possui critérios de classificação

diferentes, dependendo do grupo de pessoas que procuram classificá-lo. Neste caso, o ADeC decide por utilizar o algoritmo FORMVIEW, formado duas perspectivas (baseadas nas categorias das pessoas) do documento em questão.

Acredita-se que o resultado do processamento desses agentes possa ajudar àqueles que estão criando ou inserindo conteúdo no SIGC ou ajudando àqueles que estiverem tomando decisões dentro do sistema.

3.3.3 Execução dos agentes

Agentes de interface

O papel dos AI é monitorar os eventos do SIGC para disparar o PDC, além de capturar informações necessárias ao funcionamento dos agentes nestes eventos, os quais o agente detectou como sendo de criação ou de decisão. Desse modo, os agentes de interface serão disparados quando o usuário entra ou utiliza-se do SIGC. Outra função do AI é capturar informações referentes às pessoas envolvidas naquele processo.

Após ser executado um evento que inicie uma ação de descoberta de conhecimento, é iniciado um processo de descoberta de conhecimento (PDC). Ao ser iniciado, o AI recebe número de identificação baseado no ID do processo. Após estar devidamente identificado, ele captura as informações envolvidas naquele evento.

Após a coleta, estas informações devem ser armazenadas no *blackboard* para que, quando for disparado o agente de preparação de dados, estas estejam disponíveis. Então, o AI armazena as informações envolvidas no *blackboard* em uma área identificada pelo mesmo ID do PDC e dispara a ação do AMC, passando a ele o ID do PDC. Desse modo, o agente de meta-conhecimento segue seu processamento, com base no que ele encontrou no *blackboard*. Em seguida, o agente de interface passará a aguardar novos eventos para, novamente, iniciar um novo processo de descoberta de conhecimento.

Agentes de meta-conhecimento

O papel principal do agente de meta-conhecimento (AMC) é transformar as informações capturadas pelo agente de interface e associá-las a atributos do banco de dados. Esses atributos serão necessários aos algoritmos de aprendizagem implementados no agente de descoberta de conhecimento.

Ao ser disparado, o AMC vai até o *blackboard* e busca as informações lá disponibilizadas pelo AI. Neste momento, o AMC conta com o auxílio do repositório de meta-conhecimento para realizar a associação destas informações com os atributos.

É através desse repositório que o agente sabe quais atributos do banco acessar, quando se refere a uma determinada informação. Ele tem como principal função servir de ligação entre os conceitos declarados no SIGC e os campos, tabelas, atributos no banco de dados organizacional.

O AMC procura, então, fazer com que as expressões-chave encontradas nos módulos do SIGC sejam associadas com atributos do banco de dados, para que os algoritmos implementados no ADeC realizem seu processamento.

O fluxo de funcionamento do AMC é mostrado na Figura 21. Logo que ele é disparado vai até o *blackboard* e pega as informações armazenadas pelo AI, que estão identificadas pelo ID do processo. Com o auxílio do repositório de meta-conhecimento (CMC) o AMC mapeia as informações em atributos do banco de dados. Então, ele (AMC) armazena os atributos mapeados no *blackboard*.

Por fim, o AMC termina sua execução e volta a aguardar novas requisições para mapeamento de expressões-chave em atributos do banco de dados.

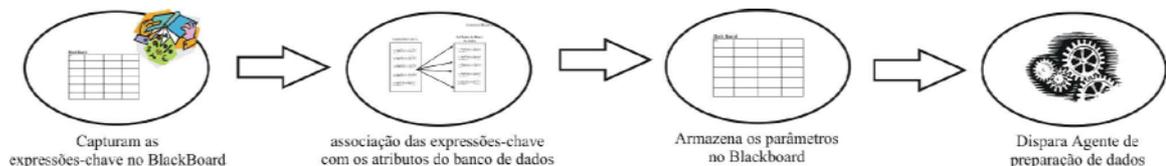


Figura 21: Fluxo de funcionamento do agente de meta-conhecimento

Agentes de preparação de dados

Para que os algoritmos implementados no ADeC possam vir a realizar seu processamento, é necessário estruturar os dados em um formato que esses algoritmos possam acessar. Sendo assim, a função dos agentes de preparação de dados (APD) é vasculhar os bancos de dados da organização e do SIGC, em busca dos atributos, e tabular seus valores de modo a disponibilizar esses dados ao ADeC.

Ao ser disparado, o APD recebe o ID, baseado no mesmo ID do processo. Ele vai então até o *blackboard*, pega os atributos lá armazenados pelo AMC, que estão em uma área, com o mesmo ID do processo.

Após capturar os atributos no *blackboard* o APD começa a varrer os bancos de dados em busca dos valores dos atributos envolvidos, para reuni-los em um só arquivo. Para tornar mais claro o entendimento, tem-se como exemplo duas expressões (informações) captadas no SIGC: *‘Recursos Humanos’* e *‘Produtividade’*. A essas expressões-chave foram associadas pelo AMC os seguintes atributos: *‘depto’* e *‘cargo’* para *‘Recursos Humanos’*, que estão no banco de dados da organização, e *‘atividades profissionais’* para a expressão *‘Produtividade’*, que é um atributo do banco de dados do SIGC, conforme mostrado na Figura 25.

Observando a Figura 22, com base nesses atributos, o APD procura os dados correspondentes a eles, nos seus respectivos bancos de dados (*‘depto’* e *‘cargo’* no banco de dados da organização e *‘ativprof’* no banco de dados do SIGC) e os reúne em um só arquivo. Este arquivo, que será chamado arquivo de observações, é, na verdade, uma união de subconjuntos dos bancos de dados originais. Ele é criado a fim de facilitar a sua manipulação pelo ADeC.

Após construir o este arquivo o APD, vasculha os registros desses arquivos em busca de tuplas repetidas ou inconsistentes (sem valores em algum atributo), a fim de evitar resultados errados por parte dos agentes.

Após a preparação dos dados, o APD guardará no *blackboard* o local em que o arquivo poderá ser acessado e dispara a ação do agente de descoberta de conhecimento (ADeC). O APD termina sua execução e volta a aguardar novas solicitações.

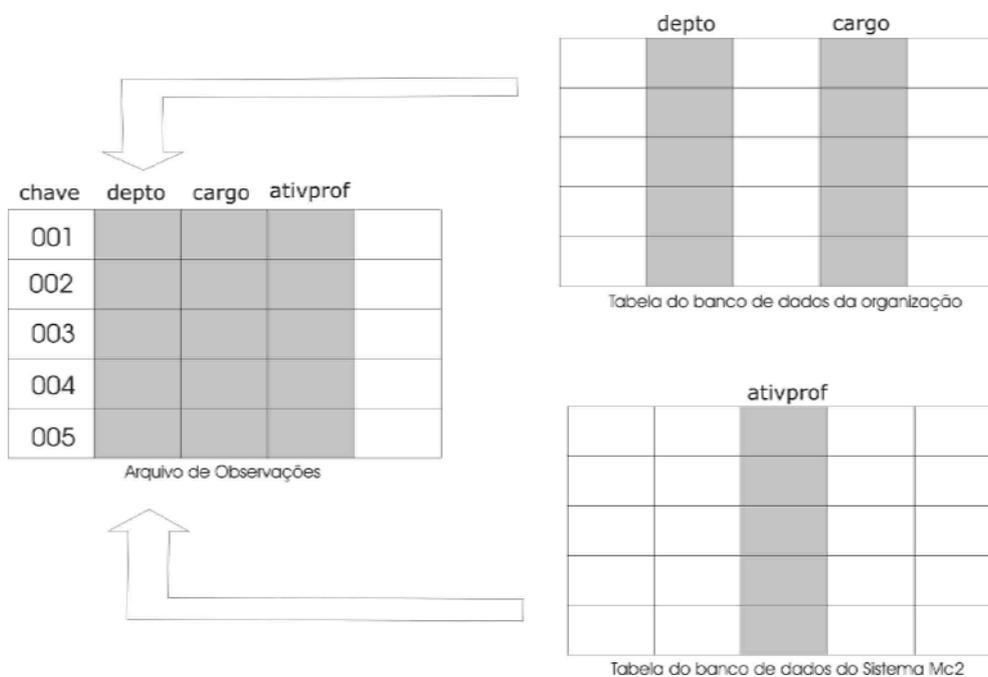


Figura 22: Preparação do arquivo de observações

Agentes de descoberta de conhecimento

Após serem disparados pelo agente de preparação de dados, os ADeC começam a realizar a descoberta de conhecimento propriamente dita. Cada ADeC utiliza-se um algoritmo específico para realizar sua ação. Em nossa proposta existem três tipos de agentes de descoberta de conhecimento: Agentes geradores de árvore de decisão, agentes de classificação e agentes de múltiplas perspectivas. O ADeC decide qual algoritmo utilizar, baseado no tipo de evento que disparou o PDC, conforme já foi mencionado.

Agente gerador de árvore de decisão

Os agentes geradores de árvore de decisão utilizam-se do algoritmo C4.5 para realizar a geração de uma árvore de decisão que representa conceitos genéricos sobre um certo domínio

a partir de um conjunto de exemplos. Estes exemplos são representados por atributos/valores formando a base de treinamento para a aprendizagem do algoritmo. [Quinlan, 1993]

Esses agentes procuram representar os conceitos por meio de uma árvore de decisão ou por meio de regras de produção, formando uma base de conhecimento que servirá para conceituar uma nova entidade. Como o C4.5 é um algoritmo do tipo supervisionado, ele será utilizado quando for necessário descobrir um conceito. Como por exemplo o conceito de multiplicador. Neste caso a árvore de decisão pode mostrar, com base em exemplos descrevendo os multiplicadores da organização, qual o conceito genérico que a organização está adotando para que uma pessoa possa ser considerada um multiplicador. Com base neste conhecimento é possível utilizá-lo para aceitar ou não outras pessoas como multiplicador.

Neste caso, os agentes aparecem na forma de assistente, que auxilia quem analisa as propostas, mostrando, em forma de regras ou árvore, sobre que aspectos, até agora, foi realizada aprovação ou não daquelas pessoas a multiplicador, por exemplo.

Agente de classificações

O agente gerador de classificações(ou categorizações) permite, através do algoritmo COBWEB, criar agrupamentos conceituais de exemplos de uma entidade, com base em sua semelhança. Estes agrupamentos são ditos conceituais porque o conjunto das características de cada agrupamento define o conceito do reagrupamento representado.

Este tipo de agente é utilizado quando um usuário quiser criar grupos de entidades. Neste caso, os agentes procuram realizar agrupamentos baseados nos atributos associados à entidade em questão.

Pode-se, por exemplo, categorizar as pessoas participantes de um fórum de discussão. Neste caso as pessoas podem observar através de uma árvore de categorização como estão agrupados, os participantes de um assunto de um fórum. Além disso, um assistente, baseado no processo de descoberta de conhecimento, pode, no caso de uma nova pessoa venha a participar, indicar em que grupo ela foi categorizada. A principal utilidade do agrupamento neste caso é poder fazer com que se entenda como as pessoas estão se agrupando para discutir

sobre determinados assuntos. Desse modo pode-se intervir no sistema com a criação de assuntos de fórum, para determinados grupos de pessoas.

Vale ressaltar que as pessoas estarão agrupadas por informações captadas pelos agentes de interface, nestes módulos, tais como: expressões pertinentes aos assuntos e textos do fórum e perfil dos participantes.

Outro exemplo pode ser a categorização das pessoas por suas atividades profissionais. De forma semelhante aos participantes ao fórum, o agrupamento das pessoas em atividades profissionais tem como principal intuito entender quais os aspectos são comuns às pessoas que realizam uma determinada atividade. Isto irá permitir que se possa perceber quem são ou sob que aspectos estão agrupadas as pessoas, com base nas suas atividades profissionais, dentro da organização.

Essa classificação pode ficar disponível para a direção da empresa, por exemplo, a fim de que, com base no que for descoberto com esse agrupamento, tomar providências para agradecer àqueles que realizam muitas ou determinadas atividades, ou auxiliar àqueles que fazem poucas ou realizam atividades específicas.

Na verdade, um algoritmo tipo COBWEB não escolhe por que tipo de atributo se deve agrupar uma entidade. Com base em diversos atributos ele agrupa quem parece com quem. Desta forma cabe ao usuário analisar os agrupamentos e buscar compreender o que eles representam. Isto enriquece o processo pois alguns agrupamentos podem representar uma lei de formação peculiar que não era observada na organização e que pode significar um novo conhecimento relevante para a mesma. Evidencia-se assim a necessidade de se apresentar as categorizações realizadas e de submetê-las a uma apreciação, que é como procede o ADiC após a ação do AdeC.

Agente de múltiplas perspectivas

Os agentes de perspectivas que utilizam o algoritmo FORMVIEW são responsáveis por gerar associações (pontes) entre dois agrupamentos de conceitos probabilísticos de uma mesma entidade, procurando estabelecer padrões que as associem.

Este ADeC traça um paralelo entre os agrupamentos de ambas as perspectivas, na tentativa de descobrir pontos em comum entre elas. O principal intuito dessa atividade é possibilitar que se descubra como uma entidade pode ser vista sob duas perspectivas e como ambas estão associadas.

Um exemplo de aplicação desse agente é de poder descobrir como determinados grupos de pessoas, baseados em suas participações no SIGC, estão associados com grupos baseados nas atividades na organização. Ou seja, mostrar como a participação das pessoas no sistema está associada com suas atividades profissionais. O agente de múltiplas perspectivas pode mostrar, por exemplo, que um grupo específico de pessoas possui intensa atividade profissional, mas, ao mesmo tempo, tem pouca participação no SIGC.

Fluxo de Funcionamento do ADeC

Observando a Figura 23, pode-se detectar que o início do funcionamento do ADeC ocorre após se localizar o arquivo de observações no *blackboard*. Antes disso, assim como os demais agentes, ele recebe sua identificação baseada no mesmo ID do processo.

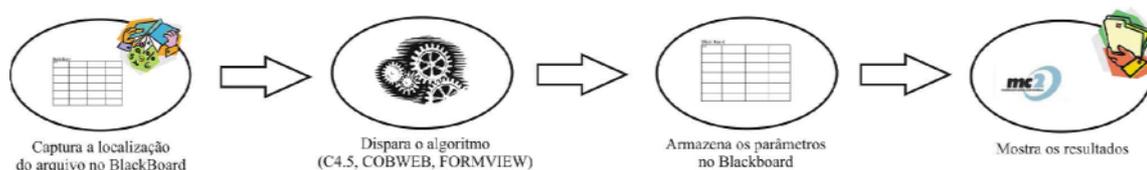


Figura 23: Fluxo de processamento do ADeC

No *blackboard* o ADeC encontra, além da localização do arquivo de observações, informações previamente parametrizadas, necessárias a seu funcionamento. Neste caso, a informação necessária é o algoritmo a ser aplicado.

Sabendo qual algoritmo aplicar e de posse do arquivo de observações, os agentes começam o processamento dos algoritmos e iniciam o processo de descoberta de conhecimento.

Após esta etapa, os ADeCs armazenam o resultado de seu processamento (regras, classificações e pontes) no *blackboard*, de modo que possa ser entregue às pessoas pelo ADiC, disponibilizando o resultado de todo o processo de descoberta de conhecimento. O ADeC termina sua execução e volta a aguardar novas requisições.

Agente de Distribuição do Conhecimento (ADiC)

Após os agentes de descoberta de conhecimento realizarem sua ação é necessário entregar esse “novo” conhecimento para as pessoas, de modo que elas possam dele se beneficiar. O ADiC tem a missão de distribuir o conhecimento recém descoberto para as pessoas a quem esse conhecimento interessar.

Para decidir a quem este conhecimento pode interessar, o ADiC utiliza informações captadas pelo AI. O AI capta informações referentes ao evento e informações relativas às pessoas que participam desse evento, como o originador do evento e a quem ele se destina. É possível assim formar um perfil das pessoas que podem ser beneficiadas com conhecimento descoberto. O AI deixa disponível também no black-board informações referentes às pessoas como: cargo, departamento, grupo, unidade, círculos de conhecimento que é membro, pessoas que participam do evento que disparou o PDC, de modo a formar um perfil dos usuários participaram direta ou indiretamente do evento

Com base nesse perfil o ADiC então entrega o resultado obtido pelo ADeC. Tomemos por exemplo, uma situação onde o usuário é uma pessoa utilizando o SIGC com o objetivo de se candidatar a um determinado cargo. Isto gera um evento de candidatura que é um evento de decisão no MC2 . O sistema multi-agente através de todos os agentes envolvidos no processo de descoberta de conhecimento gerará uma árvore de decisão representando conceitos de qual é o perfil de quem tem o cargo que está sendo postulado na organização. Este conhecimento será útil para as pessoas que vão analisar a candidatura e desta forma estariam interessadas em recebê-lo.

O ADiC identifica para quem a candidatura foi solicitada e então envia o conhecimento adquirido para esta pessoa. Além disso, ao analisar o perfil deste avaliador, através de suas

habilidades, lista de conhecimento críticos e os núcleos os quais faz parte, ele envia o mesmo conhecimento a outras pessoas que tenham este mesmo perfil pois podem também participar no processo de avaliação.

Outra heurística usada pelo ADiC neste exemplo é a de identificar o perfil da pessoa que realiza a demanda e enviar o conhecimento adquirido para outras pessoas com este mesmo perfil. A idéia desta heurística é a de fomentar outras candidaturas de outras pessoas da organização dado o perfil do cargo que está livre.

3.4 Considerações Finais

Neste capítulo descreveu-se a arquitetura de agentes que executam o processo de descoberta de conhecimento em base de dados. Este processo visa, primordialmente, a auxiliar os usuários em determinadas tarefas. Esse auxílio ocorre quando, os agentes captam parâmetros no próprio sistema, em eventos que indiquem uma tendência a uma busca de conhecimento. Dessa forma, os agentes, através de seus algoritmos, auxiliam os usuários nas tarefas relacionadas a esses eventos.

Além disso, os agentes promovem um processo de vinculação das atividades profissionais dos usuários com sua participação no MC2, por meio dos agentes de múltiplas perspectivas. Isso auxilia, não só, a mensurar o quanto a participação pode influenciar no trabalho e vice-versa, como também, pode indicar a relação de grupos de pessoas com a participação e suas atividades na organização.

Além da realização de monitoramento de eventos do sistema, o processo se caracteriza pela tradução de conceitos encontrados no sistema para atributos do banco de dados, formação de arquivos para processamento, que visam unir base de dados heterogêneas em um só local, processamento desses arquivos com algoritmos de descoberta de conhecimento e fornecimento dos resultados aos usuários.

Essas atividades vêm contribuir com a gestão do conhecimento no que tange à aproximação das pessoas de uma organização, num ambiente de colaboração e conhecimento.

A seguir, será mostrado, através de casos práticos, como a arquitetura aqui proposta pode realizar essa contribuição.

CAPÍTULO IV

ESTUDO DE CASO

4.1 Introdução

Neste capítulo foi descrito um exemplo prático da aplicação da arquitetura vista no capítulo anterior, bem como a execução do processo de descoberta de conhecimento e o funcionamento dos agentes e suas funcionalidades. Neste caso, será aplicada nossa proposta no MC2, explanado no capítulo 2.

Esse exemplo cobre dois aspectos: o primeiro se refere ao escopo da aplicação de nosso exemplo. Destaca-se, nesse ponto, por quê e onde foi aplicada nossa arquitetura. Já o segundo aspecto, a ser observado neste capítulo, destaca o funcionamento da arquitetura, de modo a abranger os três agentes de descoberta de conhecimento: Agente gerador de árvore de decisão (aplicação do algoritmo C4.5), Agente de classificações (COBWEB) e Agente de múltiplas perspectivas (FORMVIEW).

Detalhar-se-á o comportamento dos agentes e de seus componentes em um contexto prático, associando cada etapa do funcionamento do agente com a arquitetura descrita nos capítulos anteriores.

4.2. Escopo de aplicação

Para nosso exemplo tomou-se como base a CAGECE (Companhia de Águas e Esgotos do Estado do Ceará) que utiliza o Sistema MC2. Sob o este escopo, foi desenvolvido um protótipo e observou-se seu comportamento. Optou-se por utilizar nossa arquitetura no ambiente de Recursos Humanos dessa organização, como exemplo do uso, não só do MC2, mas como da atuação do sistema multi-agente.

Este exemplo envolve três atividades que podem ser realizadas pelo usuário: Nomeação de Multiplicador, Categorização das Atividades Profissionais e criação de um círculo de conhecimento. Cada um desses eventos dispara o Processo de Descoberta de Conhecimento (PDC) que gera diferentes resultados para cada um deles. Sendo assim, pode-se observar como a arquitetura se comporta diante das três possibilidades.

4.3. Criando o Repositório de Meta-Conhecimento

Uma das premissas básicas para o funcionamento do sistema MC2 é o cadastramento de expressões-chave. Em toda instalação do sistema a '*Consultoria MC2*', realiza-se um levantamento de palavras e termos que representem os processos, produtos, políticas e objetivos da organização. Estas palavras formarão uma hierarquia, contendo termos que representem uma ontologia organizacional. Estas expressões-chave serão utilizadas para associar o conteúdo do sistema MC2 a termos dessa ontologia, de modo a facilitar a identificação daquele conteúdo.

Assim como as expressões-chave, o cadastramento de temas de LCC (Lista de Conhecimento Crítico) também é realizado na instalação do sistema. Neste momento, há também uma necessidade, por parte da '*Consultoria MC2*', de captar termos que indiquem conhecimentos e habilidades essenciais às pessoas da organização, para a realização de seu trabalho. Esses termos podem ser oriundos da própria lista de expressões-chave. Embora os temas das LCCs possam ser cadastrados na instalação do sistema, eles também têm seu próprio tempo de inclusão, na criação de um novo cargo (LCC de Cargo) ou no cadastramento de uma nova pessoa no sistema (LCC de pessoa).

Vale ressaltar que o cadastramento desses termos (temas de LCC e expressões-chave), apesar de ser realizado, principalmente, na instalação do sistema MC2, pode acontecer a qualquer momento. Esses termos serão usados como informações a serem captadas pelo Agente de Interface conforme explanado na seção 3.3.3 (agentes de Interface). O repositório de meta-conhecimento é responsável por guardar as associações, entre uma expressão-chave e um ou mais atributos. Viu-se, também, que essa associação deve ser realizada no cadastramento da própria expressão-chave.

Como exemplo, foram cadastradas as seguintes expressões-chave: *Recursos Humanos*, *Valorização Profissional*, *Gerência de projetos*, *Processos*, *MC2*, *Marketing*, *Habilidades Gerenciais*, *Gestão de RH/Pessoas*. Observando a Figura 24: Cadastro de Expressões-Chave, pode-se ver a tela de cadastramento de algumas destas expressões. Na parte superior observa-se as expressões-chave já cadastradas no sistema, organizadas de forma hierárquica. Na parte inferior tem-se o formulário onde é possível inserir uma nova expressão-chave com a opção de ser no mesmo nível ou em um nível abaixo da expressão-chave atualmente selecionada.

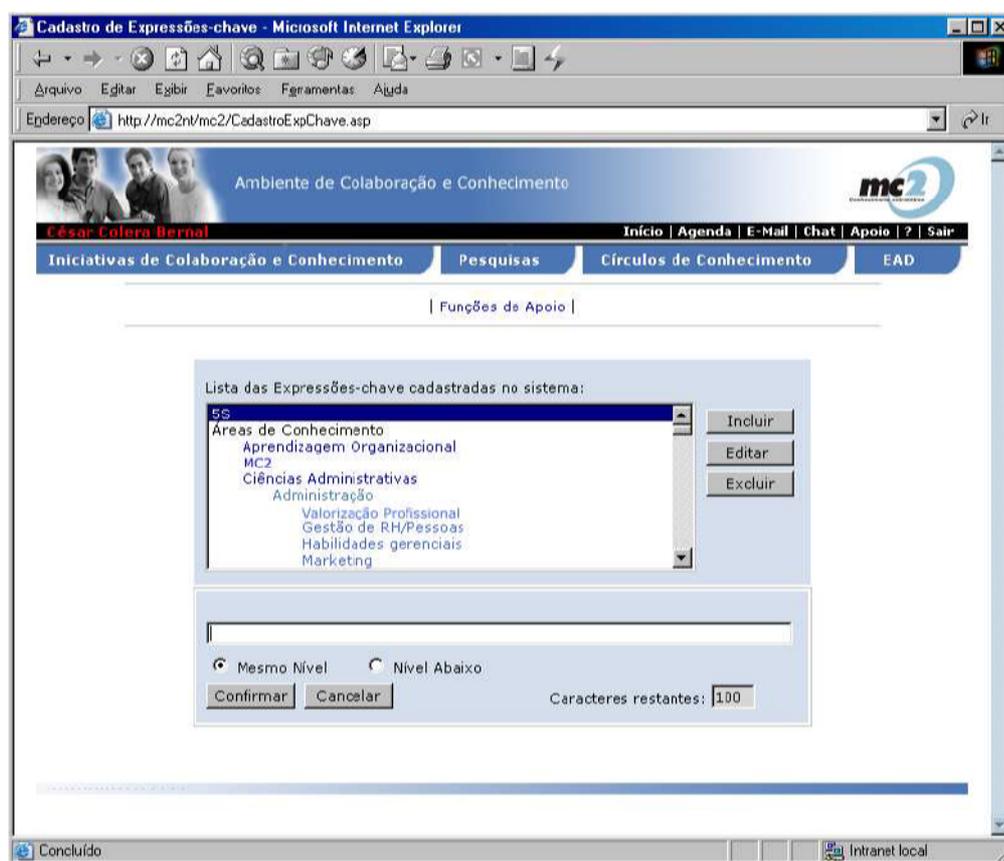


Figura 24: Cadastro de Expressões-Chave

A seguir, pode-se observar outra tela do sistema, ilustrada na Figura 25, na qual tem-se a associação das expressões já cadastradas com os atributos do banco de dados. Neste momento, o consultor MC2, ou a pessoa responsável está livre para realizar as devidas ligações. Porém, nem todas as pessoas possuem o conhecimento necessário para entender o que muitos atributos significam, dificultando assim a associação.

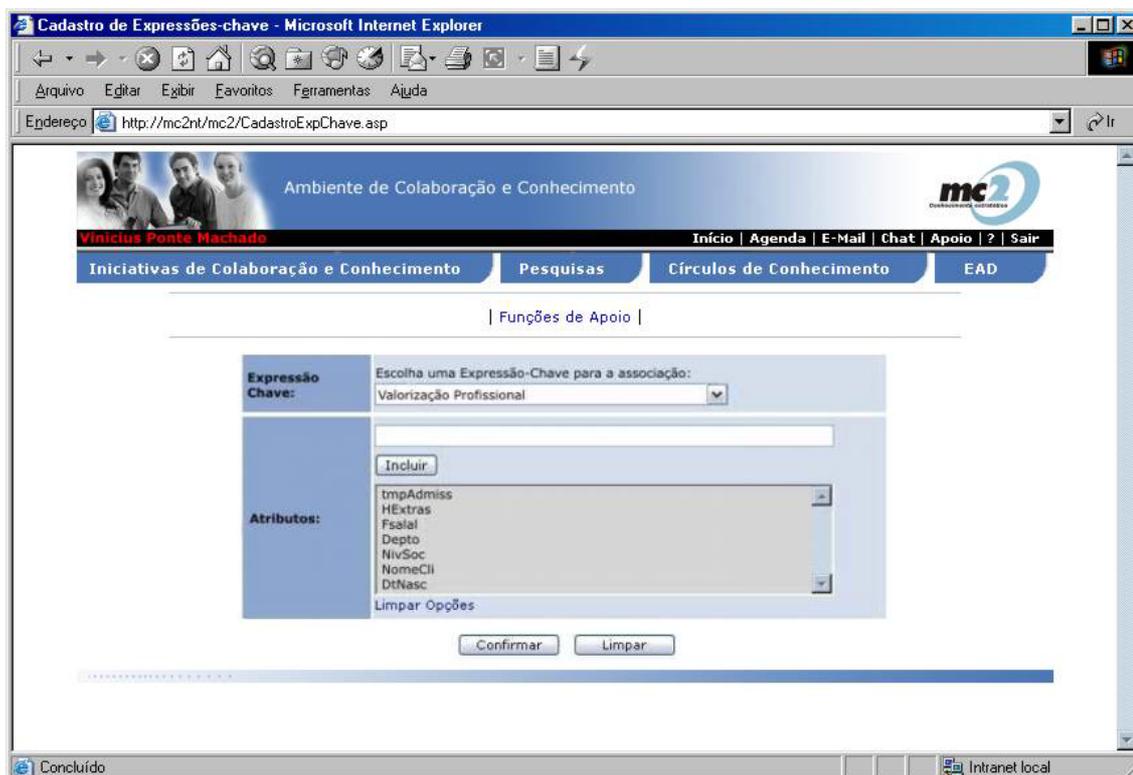


Figura 25: Associação de Expressões-Chave com atributos do banco de dados

Ainda observando a Figura 25, vê-se que sem um conhecimento sobre a estrutura banco de dados, ou sem uma consulta ao dicionário de dados, fica difícil saber que o atributo FSALAL, por exemplo, indica a faixa salarial do funcionário. Sendo assim, nesta fase torna-se essencial o auxílio de um usuário especialista para melhor orientação do significado dos atributos ou o acesso ao dicionário dados.

Deste modo, a arquitetura necessita de duas tarefas para o agente de interface poder captar corretamente as informações nos eventos do sistema MC2:

- (1) cadastramento de Expressões-Chave: é cadastrada pela consultoria a palavra Valorização Profissional, entre outras cadastradas na implantação do sistema MC2.
- (2) Associação com atributos do banco de dados: a consultoria, com o auxílio de um especialista de banco de dados ou do dicionário de dados, associa esta palavra com um ou mais atributos do banco de dados. No nosso exemplo, ela foi

associada com tmpAdmiss (tempo de admissão), HExtras (horas extras), Fsalal (faixa salarial), Depto (departamento), NivSoc (nível social), atributos estes captados no banco de dados da organização. Além desses, tem-se também atributos provenientes do sistema MC2, tais como Participações no Fórum, Artigos Publicados, Respostas a Consultas e Atividades Profissionais.

4.4 Nomeação de Multiplicador

Uma das aplicações do ADC é permitir captar conhecimento para auxiliar aos articuladores na nomeação de multiplicador. Dessa forma, pretende-se fazer com que os agentes auxiliem esses articuladores, através de regras que indiquem critérios adotados para a escolha dos multiplicadores em algum tema de suas LCCs. Nosso exemplo baseia-se na nomeação de um multiplicador no tema *Gestão de RH*.

O Agente de Interface monitora alguns eventos do Sistema MC2 que podem gerar um processo de descoberta de conhecimento. Nestes eventos existem informações que o AI pode captar, que indicam o tipo de agente de descoberta de conhecimento a ser executado e o perfil das pessoas a quem o agente pode entregar o resultado deste processamento. Na tabela xxx são mostrados alguns desses eventos, os agentes a serem executados e as informações captadas em cada um deles.

Evento	Tipo	Informações Captadas	Perfil Captado	Agente de descoberta de conhecimento	Objetivo
Nomeação de Multiplicador	Decisão	-Referentes à competência a ser multiplicada; - LCC da pessoa que está se candidatando	Perfil da pessoa que está sendo analisada	Agente gerador de árvore de decisão	Auxílio à decisão de nomeação Multiplicador
Inclusão de Atividade profissional	Criação	Referente às expressões-chave da Atividade	Pessoas que já realizaram a atividade;	Agente de Classificação	Categorização das Atividades Profissionais dos Usuários
Validação da Atividade Profissional	Decisão	- Referente às expressões-chave da Atividade; - Referente a atributos de participação;	Pessoas que já realizaram a atividade;	Agente gerador de Perspectivas	Perspectivas que permitem analisar como as atividades profissionais estão relacionadas com a participação no MC2 ou SIGC
Inclusão de um	Criação	- Referente aos	Membros do	Agente gerador de	Criação de

arquivo no círculo de conhecimento		círculos de conhecimento; expressões-chave atribuídas ao arquivo; - Informações referentes às atividades profissionais dos usuários;	círculo de conhecimento	Perspectivas	perspectivas que representam como o arquivo pode ser visto na perspectiva profissional e participativa
Nomeação de Articulador	Decisão	- Referentes às competências a dos Articuladores; - LCC da pessoa que está se candidatando;	Perfil da pessoa que está sendo analisada	Agente gerador de árvore de decisão	Auxílio à decisão de nomeação Articulador

Tabela 2: Eventos de descoberta de conhecimento no MC2

Seguindo o funcionamento de nossa arquitetura, o Agente de Interface, que monitora o os eventos do sistema, percebe que este evento (nomeação de multiplicador), mostrado na Figura 29, é um evento de decisão, iniciando o processo de descoberta de conhecimento.

Na Figura 26 pode-se ver a tela desse evento. No caso um articulador está aprovando a candidatura a multiplicador para o tema de *Estratégia MC2* que faz parte de sua Lista de Conhecimento Crítico Comum (LCC Comum).

Com base nesse evento o AI capta informações necessárias ao funcionamento do processo. Dentre essas informações, estão os temas de LCCs da pessoa. Essas informações serão úteis para selecionar os atributos envolvidos no processo, para a criação das regras. Neste caso, a utilização das regras se deve ao fato do evento ser de decisão.

Ao iniciar o PDC o AI ainda capta o código de usuário da pessoa que está executando o processo. Esse código servirá para identificar o processo e, também, para mapear a área de acesso dos agentes deste processo ao *blackboard*. Neste exemplo, o código de acesso do usuário é o 243 e este é o primeiro processo de descoberta de conhecimento disparado por este usuário nesta sessão. Então, o ID do PDC será 001243. Em seguida, o AI começa a captar as informações necessárias.

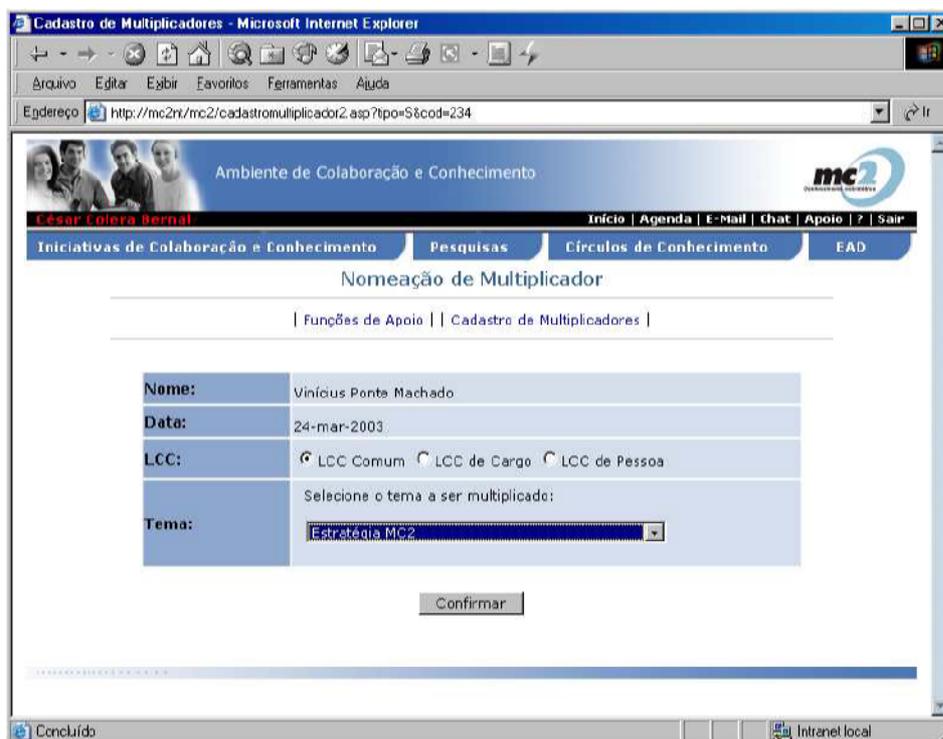


Figura 26: Nomeação de Multiplicador

A pessoa que está sendo analisada, candidata a multiplicador, possui os seguintes temas na LCC Comum: Qualidade, Cultura organizacional, Estratégia MC2, Português e Relacionamento Interpessoal. E, na LCC Cargo, ela possui os temas: Internet, Gestão de *Recursos Humanos* e *Valorização profissional*. Depois de captados estes temas de LCC, o AI armazena o que foi encontrado no *blackboard*, para que outros agentes possam acessá-los. Essas informações ficaram armazenadas em uma área identificada pelo nome do agente e o ID do PDC. Neste exemplo, esta área será a AI001243.

O AI também capta informações referentes à pessoa que realizou o evento que disparou o PDC. Com base no perfil dessa pessoa, o ADiC pode distribuir o resultado do processo. Neste exemplo, a pessoa possui cargo de diretoria e é consultor MC2, além de estar alocado no departamento de recursos humanos.

Finalizando suas atividades o AI dispara o Agente de Meta-Conhecimento. Para isso é enviada uma mensagem a ele apenas indicando o ID do processo corrente. Este após ser ativado envia uma mensagem de confirmando sua ativação, liberando o AI para continuar a

monitorar o sistema. Estas mensagens seguem o formato FIPA-ACL, exemplificados no capítulo anterior.

A tarefa do AMC é mapear as informações captadas no MC2 pelo AI em atributos do banco de dados. Para isso, ele vai até o repositório de meta-conhecimento e procura as palavras anteriormente captadas pelo AI, que estão na área, com o ID do processo que a ele foi enviado por mensagem. Seguindo nosso exemplo, baseado no que foi encontrado no repositório de meta-conhecimento, o AMC mapeou as informações conforme mostra a Tabela 3.

Desse modo, o AMC pode armazenar em uma área do *blackboard*, com o mesmo ID do processo, no caso AMC001243, os atributos envolvidos no processo ao APD.

O AMC dispara agora a ação do Agente de Preparação de dados (APD), da mesma forma que foi disparado: através de uma mensagem contendo apenas o ID do processo. O APD tem a tarefa de formar o arquivo de observações referentes a todas as pessoas da organização. Neste caso, com base nos atributos deixados no *blackboard* pelo AMC, ele consulta os bancos envolvidos e forma este arquivo.

Conceito	Atributos relacionados no banco de dados da organização
Qualidade	comite_qualide
Cultura organizacional	-
Estratégia MC2	Eureka, votacoes, ParticForum
Português	Artg_Avaliados
Relacionamento Interpessoal	assuntosforum, qtdconsultas
Internet	-
Gestão de RH	Fsalal, HExtras
Valorização Profissional	tmpAdmiss, Depto, NivSoc

Tabela 3: Relação entre conceitos e atributos mapeados na camada de meta-conhecimento

É com base nessas observações que, então, o ADeC realizará o processamento do algoritmo C4.5. A seguir, na Tabela 4, tem-se uma parte do arquivo preparado pelo APD. Da mesma forma que aconteceu com os agentes anteriormente explanados, o APD armazena no *blackboard* o caminho pelo qual o ADeC pode encontrar o arquivo, em uma área mapeada com base no ID do processo (APD001243), e dispara a ação do AdeC, passando uma mensagem apenas com o ID.

	tmpAdmiss	HExtras	Fsalal	Depto	NivSoc	comite_qual ide	eureka	votacoes	ParticForum	Artg_Avali ados	assuntosf orum	qtdeconsul tas	Membro
P1	2	Entre 4 e 5	Até 1500	Marketing	Médio	Sim	20	18	8	8	2	0	Sim
P2	2	0	Até 1500	Recursos Humanos	Médio	Sim	4	3	4	4	2	4	Sim
P3	8	Mais que 10	Mais 2000	Recursos Humanos	Alto	Não	2	4	16	16	2	2	Sim
P4	6	0	Até 1500	Marketing	Alto	Sim	0	16	0	1	2	0	Não
P5	4	Entre 4 e 5	Mais 2000	Financeiro	Médio	Sim	4	0	4	8	4	0	Sim
P6	4	Mais que 10	Até 1500	Recursos Humanos	Médio	Não	16	4	16	18	4	0	Não

Tabela 4: Subconjunto de observações para o processamento do C4.5

Como o evento é de decisão, o ADeC dispara o processamento do algoritmo C4.5, com base no arquivo de observações. Após o processamento, o agente gera uma base de regras, as quais indicam, com base nos atributos captados, sob que aspectos uma pessoa é, ou não, multiplicador. Estas regras estarão disponíveis em forma de um assistente, que permite, além de visualizar as regras, adicionar outros temas de LCCs ao processamento dos agentes. No caso do nosso exemplo, pode-se observar na Figura 27, as possíveis regras para a condição de multiplicador em Gestão de RH.

Por exemplo, analisando aquela regra que diz que, se a pessoa possui um cargo de gerência e tem tempo de admissão maior do que 8 anos, é um multiplicador, pode auxiliar o articulador a nomear outras pessoas que possuem esse perfil.

Para finalizar o processo de descoberta de conhecimento, é necessário entregar o resultado desse processo para as pessoas. Neste caso, com base no que foi captado pelo AI, referente ao perfil do usuário que realizou o evento que disparou o PDC, o ADiC irá distribuir as regras referentes à candidatura a multiplicador em gestão de RH, armazenadas no *blackboard*, pelo ADeC. Em nosso exemplo o ADiC irá disponibilizar, através da agenda de

desenvolvimento, as regras para as pessoas com cargo de diretoria e consultor MC2, além daquelas pessoas alocadas no departamento de recursos humanos.

4.5 Categorização das pessoas com atividades profissionais

A categorização das Atividades Profissionais possibilita aos articuladores perceber sob que aspectos as pessoas estão agrupadas com relação às atividades de seus articulados. Com isso, é aberta a possibilidade de perceber o perfil das pessoas que realizam um certo tipo de atividade, ou quais as atividades que possuem uma grande demanda, por exemplo.

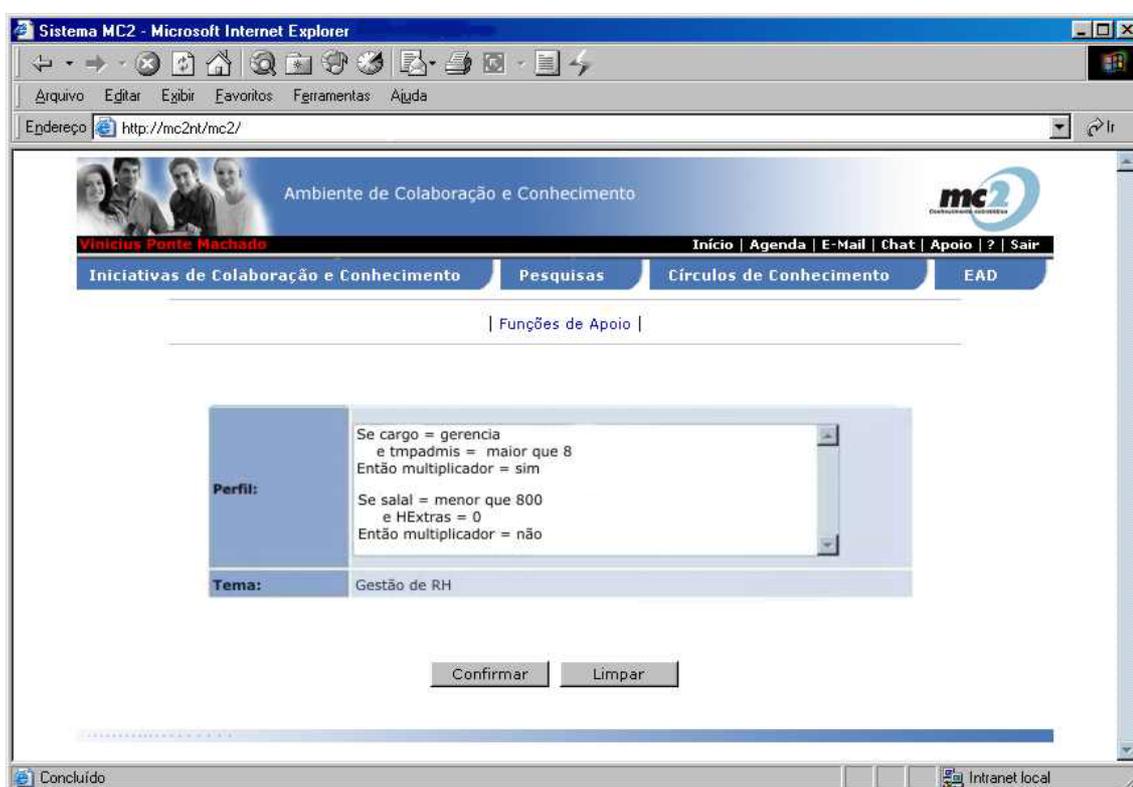


Figura 27: Regras que indicam a condição de multiplicador

Neste exemplo, o AI percebe que, ao se incluir uma nova atividade profissional, trata-se de um evento de inclusão. Neste caso o ADeC irá utilizar-se do algoritmo COBWEB, para categorizar essas atividades. Essas categorias servirão para que se possa observar sob que aspectos as atividades profissionais estão agrupadas.

Para não tornar-se repetitivo, dispensa-se, neste exemplo, a explanação a respeito da comunicação dos agentes, uma vez que ela procede conforme o exemplo anterior: captando o ID do processo agente, armazenando as informações no *blackboard* em uma área identificada por esse ID, e agentes comunicando entre si, através de uma mensagem também contendo este ID.

Ao entrar no módulo de ‘*Atividades Profissionais*’ e registrar sua atividade, é iniciado o processo de descoberta de conhecimento, com a captação de informações envolvidas no Sistema MC2 que compreendem às LCCs dos articulados e informações pertinentes às atividades, pelo agente de interface. Este mesmo agente também capta informações sobre o perfil do usuário que está registrando a atividade, para que possa servir de base para que o ADiC possa distribuir o conhecimento para as pessoas certas.

Captadas as informações e armazenadas no *blackboard*, o AI dispara a ação do agente de meta-conhecimento. Da mesma forma que no exemplo anterior, ele mapeia essas informações em atributos do banco de dados, conforme é mostrada na Tabela 5.

Conceito	Atributos relacionados no banco de dados da organização
Estratégia MC2	eureka, votacoes, ParticForum
Relacionamento Interpessoal	assuntosforum, qtdconsultas
Programação	Linguagemprog
Gestão de RH	Fsalal, HExtras
Valorização Profissional	tmpAdmiss, Depto, NivSoc

Tabela 5: Informações captadas pelo AI nas Atividades Profissionais mapeadas em atributos do banco de dados

Com base nesses atributos, o agente de preparação de dados, que é disparado pelo AMC, cria o arquivo de observações, mostrado, em parte, na Tabela 6. Este arquivo reúne as atividades (AT1, AT2, AT3, etc) e seus respectivos atributos/valores. Com base nesse arquivo, o agente de descoberta de conhecimento utiliza o algoritmo COBWEB para gerar as classificações mostradas na Figura 28.

	tmpAdmiss	HExtras	Fsalal	Depto	NivSoc	Filial	eureka	votacoes	ParticForum	Tipo	assuntosforum	qtdconsultas	HoraAloc
AT1	2	Entre 4 e 5	Até 1500	Marketing	Médio	Fortaleza	20	18	8	Nenhum	2	0	2
AT2	2	0	Até 1500	Recursos Humanos	Médio	Sobral	4	3	4	Melhoria de Processos	2	4	8
AT3	8	Mais que 10	Mais 2000	Recursos Humanos	Alto	Fortaleza	2	4	16	Atividades Funcionais	2	2	6
AT4	6	0	Até 1500	Marketing	Alto	Caucaia	0	16	0	pesquisa	2	0	4
AT5	4	Entre 4 e 5	Mais 2000	Financeiro	Médio	Fortaleza	4	0	4	Nenhum	4	0	2
AT6	4	Mais que 10	Até 1500	Recursos Humanos	Médio	Sobral	16	4	16	Melhoria de Processos	4	0	8

Tabela 6: Parte do arquivo de observações usado na geração de classificações de atividades profissionais

Com base no perfil captado pelo AI, essas classificações ficarão disponíveis na agenda de desenvolvimento das seguintes pessoas: articulador de quem registrou atividade profissional e as pessoas que possuem o mesmo cargo na organização. No exemplo da figura 31, pode-se observar duas classificações distintas.

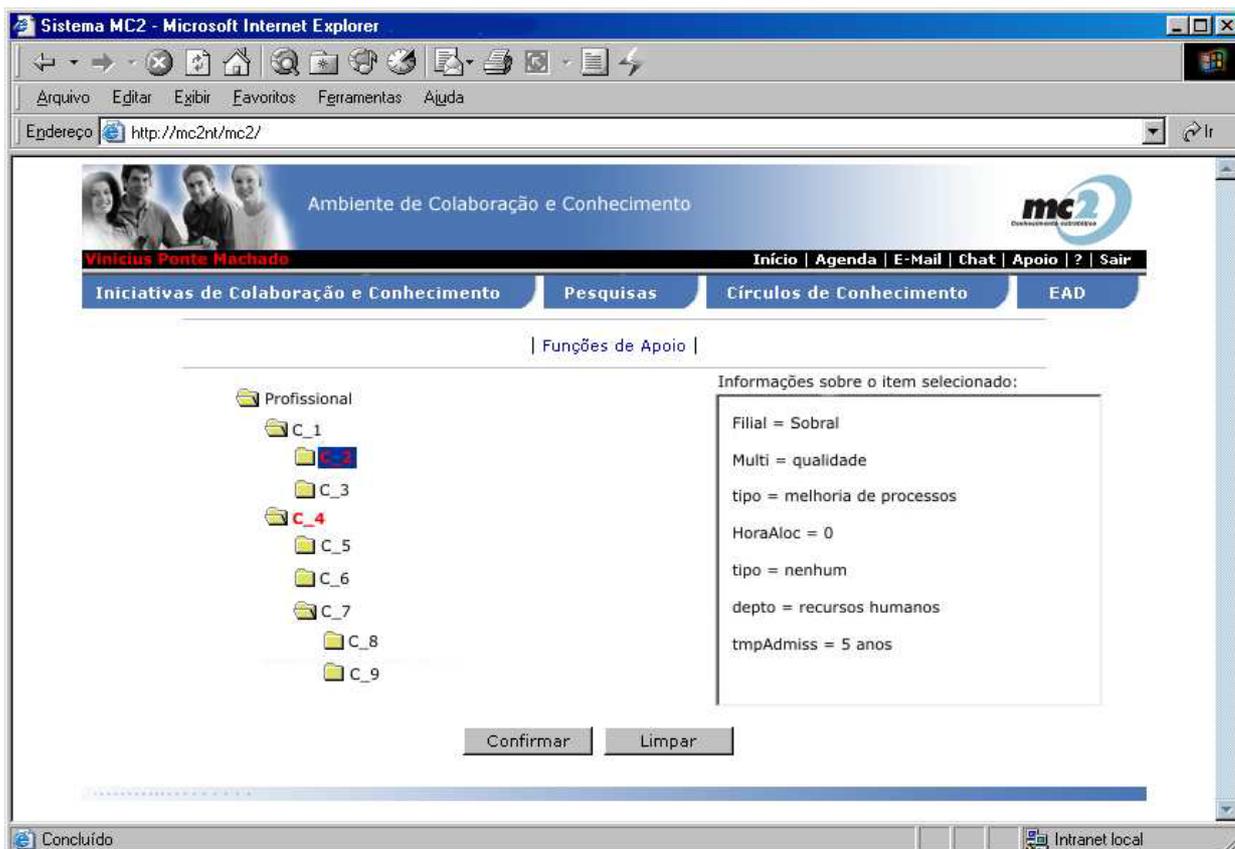


Figura 28: Classificações de Atividades Profissionais

A primeira (C_2) compreende aquelas atividades nas quais as pessoas que as realizaram trabalham na filial de Sobral (filial = Sobral), possuem cargo de diretor (cargo = diretor), são multiplicadores no tema qualidade (multi = qualidade) e têm como tipo de atividade melhoria de processos (tipo = melhoria de processos). Já a segunda classificação (C_4) permite observar as atividades que tiveram mais de 100 horas alocadas (HoraAloc = mais que 100), têm o tipo de pesquisa (tipo = pesquisa), as pessoas são do departamento de informática (depto = informatica) e têm o tipo de admissão maior do que 20 anos (tmpAdmiss = mais que 20).

Com base nessas classificações, por exemplo, o articulador pode tomar decisões tais como tentar aumentar a produtividade da atividade C_4, diminuindo as horas alocadas das atividades C_4, ou incentivar os diretores da filial do Paraná a disseminarem seu conhecimento para outras pessoas, de modo que as atividades C_2, possam ser realizadas por outro perfil de pessoas, agilizando, assim, essa atividade.

4.6 Validação de Atividade Profissional

O evento de validação de Atividade Profissional permite que se possa disparar um PDC que resulte em uma análise de como as atividades profissionais de uma pessoa estão relacionadas com a sua participação no MC2.

Neste caso, quando o Agente de Interface se depara com um evento de validação de uma atividade profissional, ele se depara com duas perspectivas. A perspectiva da participação do usuário no sistema MC2 e a perspectiva profissional que corresponde a suas tarefas dentro da organização. Esse fato indicará para o ADeC que será utilizado o algoritmo FORMVIEW para que, além de se formar as categorizações entre as duas perspectivas, seja mostrada como essas perspectivas estão associadas.

Mais uma vez, os detalhes de comunicação entre os agentes não serão explanados, uma vez que este exemplo segue os mesmos aplicados nos anteriores. Porém, neste caso, há algumas diferenças que destacar-se-ão ao longo da explicação.

Neste exemplo o agente de interface cria dois grupos de informações captadas, um para cada perspectiva. Como todo armazenamento de informação no *blackboard* é feito a partir do ID do processo, este exemplo terá duas áreas onde serão armazenadas as informações.

O agente nomeará as perspectivas A, que chamar-se-á de perspectiva profissional e B, que chamar-se-á de perspectiva participativa. Desse modo, o AI pega o ID, por exemplo 001243, e armazena as informações das seguintes formas, no *blackboard*: AI001243A, com as informações captadas para a perspectiva profissional e AI001243B, para a perspectiva participativa.

Em nosso exemplo foram captadas as seguintes informações. Na Perspectiva Profissional tem-se: Horas Trabalhadas, Projetos Executados, Faixa Salarial, Cargo, Departamento, Nível Social, Tempo de Admissão, No. de Clientes Atendidos

Já na Perspectiva Participativa tem-se: Participações no Fórum, Artigos Publicados, Consultas, Respondidas, Atividades Profissionais, Idéias no Eureka!, Votações, Participações no Grupos, Freqüência de Participação e se ele é membro de algum círculo de conhecimento. Estas informações são referentes a LCC da pessoa que está validando e as expressões-chave associada àquela atividade.

O AI, então, passa a mensagem com o ID do processo para o agente de meta-conhecimento, dando continuidade ao processo normalmente. O AMC consulta o repositório de meta-conhecimento para saber quais os atributos do banco de dados que estão associados às informações captadas pelo AI.

O AMC gera duas listas de atributos, uma para cada perspectiva, baseadas nas expressões-chave captadas pelo AI. Estas listas de atributos serão armazenadas no *blackboard*, da mesma forma que as informações captadas pelo AI. Uma vez formadas essas listas de atributos, ela é passada ao agente de preparação de dados que irá gerar dois arquivos de observações: arquivo da perspectiva profissional e o arquivo de perspectiva participativa, que podem ser vistos na Tabela 6. Nela pode-se observar uma parte dos arquivos, com os atributos envolvidos, que foram mapeados a partir das expressões-chave de cada perspectiva,

representando características da entidade em questão que, no caso, são as pessoas da organização (P1, P2, P3, etc).

Com base nesses dois arquivos mostrados na Tabela 7, o agente de descoberta de conhecimento gera, através do algoritmo FORMVIEW, as perspectivas profissional e participativa e suas correlações.

	Perspectiva Profissional (A)						Perspectiva Participativa (B)					
	Tmp Admiss	HExtras	Fsalal	Depto	NivSoc	ProjExec	ParticForum	Articulador	Multi	Votacoes	Consultas	Membro
P1	2	Entre 4 e 5	Até 1500	Marketing	Médio	4	20	Não	Não	10	2	Sim
P2	2	0	Até 1500	Recursos Humanos	Médio	5	20	Não	Sim	10	2	Sim
P3	8	Mais que 10	Mais 2000	Recursos Humanos	Alto	10	20	Sim	Sim	10	2	Sim
P4	6	0	Até 1500	Marketing	Alto	20	20	Não	Não	10	4	Não
P5	4	Entre 4 e 5	Mais 2000	Financeiro	Médio	23	20	Sim	Sim	20	4	Sim
P6	4	Mais que 10	Até 1500	Recursos Humanos	Médio	18	20	Sim	Sim	18	4	Não

Tabela 7: Arquivos de observações das perspectivas

Como nos exemplos anteriores, também dependendo do que o AI captou no evento que disparou o PDC, será entregue àquelas pessoas com o perfil apropriado o resultado do processo. Neste caso, o Agente de Interface captou o perfil do articulador e dos multiplicadores dos temas da LCC que envolvem a atividade em questão. O resultado do PDC será entregue a quem satisfazer esse perfil.

Para estas pessoas, é entregue uma representação gráfica que mostra duas visões dos usuários do Sistema MC2, ou seja, duas perspectivas: perspectiva profissional e perspectiva participativa, visualizadas na Figura 29.

Com isso, procura-se alcançar dois objetivos: o primeiro é fazer com que as pessoas que têm intensas atividades profissionais sejam convidadas a contribuir com o Sistema MC2, como, por exemplo, participando de um círculo de conhecimento, banco de consultas ou Fórum, contribuindo, assim, com o aumento da participação no sistema. Neste caso, parte-se do princípio de que um grupo de pessoas, que têm intensas atividades profissionais em uma

determinada área e possuem conhecimento compartilhado no Sistema MC2, pode vir a contribuir no trabalho de outras pessoas.

Outra contribuição é fazer com que as pessoas com poucas atividades profissionais sejam convidadas, também, a participarem de algum módulo do Sistema MC2, para que elas possam se beneficiar do conteúdo do sistema em suas atividades profissionais. Nestes casos, a contribuição é cíclica, ou seja, quanto mais as pessoas com muitas atividades contribuem com o sistema, mais ele pode ajudar às pessoas com poucas atividades.

Observando a Figura 29, são destacados dois grupos na perspectiva participativa (A e B) e quatro na perspectiva profissional (1, 2, 3 e 4).

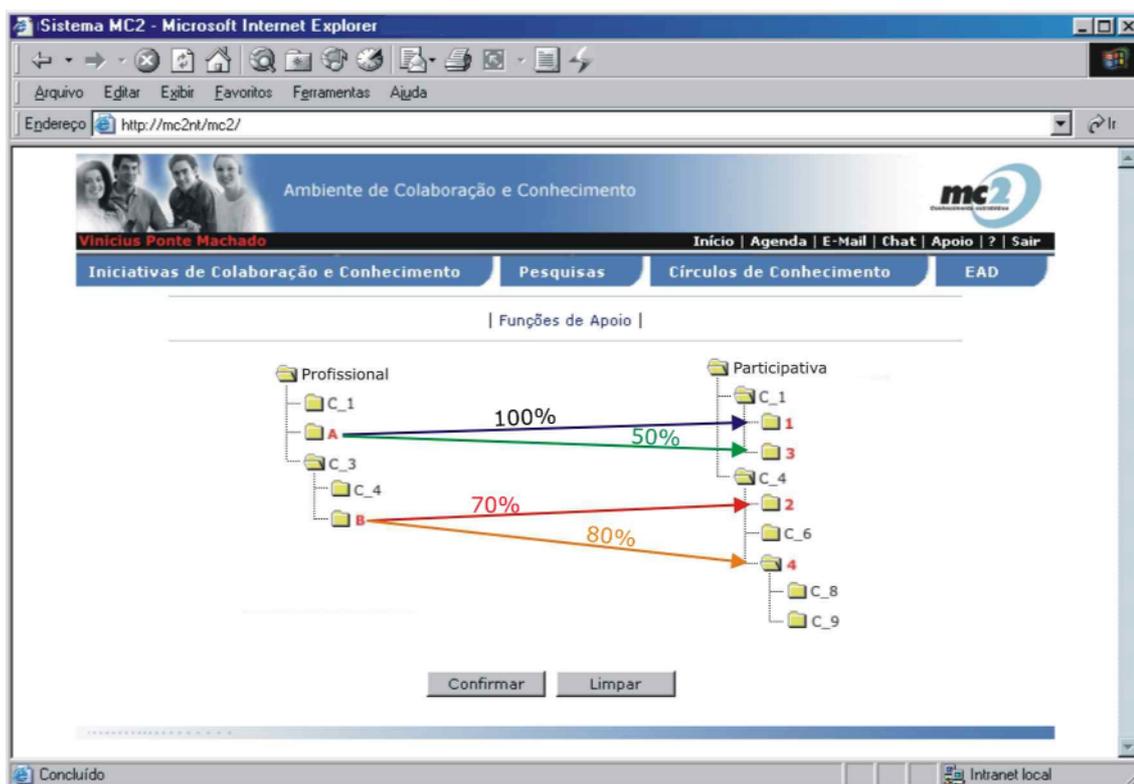


Figura 29: Perspectivas Profissional e Participativa

Uma análise dos atributos valores desses grupos, que é realizada pelos consultores MC2 e diretores da organização, permite distinguir, por exemplo, as seguintes categorias:

1. Membros do Círculo com pouca participação:

membro = sim

Articulador = não
consultas = 0
votacoes = 0

As pessoas com esses atributos são membros do Círculo, não são articuladores e não possuem nem consultas nem votações.

2. Membros do Círculo com muita participação

membro = sim
ParticForum = 10
consultas = 20
votacoes = 40

Esta categoria representa as pessoas que são membros do círculo de conhecimento e possuem 10 participações no Fórum, 20 em consultas e 40 participações em votações.

3. Não membros com pouca participação

membro = nao
ParticForum = 0
consultas = 1
votacoes = 0

Nesta categoria estão contidos as pessoas que não são membros do círculo de conhecimento, não tiveram participações no Fórum nem em votações e possuem somente uma consulta realizada.

4. Não membros com muitas participações

membro = nao
ParticForum = 30
consultas = 33
votacoes = 44

As pessoas que se enquadram neste grupo não são membros do círculo de conhecimento, mas possuem muitas participações no sistema MC2. Com 30 participações no Fórum, 33 consultas e 44 votações realizadas.

A. Pessoas com muitas atividades profissionais

ProjExec = 21
 Depto = marketing
 HExtras = mais que 10

Este grupo reúne as pessoas com muitas atividades profissionais, ou seja, possuem 21 projetos executados possuem uma média de mais de 10 horas extra por mês e são do departamento de marketing.

B. Pessoas com poucas atividades profissionais

ProjExec = 1
 Depto = marketing
 HExtras = 0

Este grupo reúne as pessoas que tiveram somente um projeto executado e não tiveram horas extras realizadas e são do departamento de marketing.

Uma vez definidos conceitualmente esses agrupamentos, analisa-se as possíveis correlações entre esses grupos: A1, A2, A3, A4, B1, B2, B3 e B4. As relações entre grupos, representadas pelas pontes da figura 32, significam, por exemplo, que o grupo A possui 100% de probabilidade de estar contido no grupo 1, ou seja, todos os exemplos do grupo A estão contidos no grupo 1.

Desse modo, apesar de, na figura constar apenas quatro relações, são relacionadas na Tabela 8 todas as possíveis relações que podem ser definidas, e como a descoberta delas pode vir a contribuir para os sistemas e para as pessoas.

Com base nesses grupos podem ser criadas as seguintes pontes (relações) e para cada tipo de relação pode-se obter uma contribuição:

Relação	Perfil	Contribuição
A1	Pessoas com intensas atividades profissionais e que são membros do grupo com poucas participações.	Teoricamente essas pessoas têm um alto grau de conhecimento. Então deve-se estimular essas pessoas a participarem do MC2 de modo a fazê-las contribuir com seu conhecimento.
A2	Pessoas com intensas atividades profissionais e membros do círculo	Reconhecidamente estas pessoas contribuem tanto para a organização

	com muita participação.	quanto para o sistema. Pessoas com esse perfil devem ser convidadas a serem articuladores ou multiplicadores.
A3	Pessoas com intensas atividades profissionais e que não são membros do círculo com poucas participações.	Um dos principais grupos a serem beneficiados. Primeiro por que como já tem muitas atividades, podem vir a contribuir muito com o círculo de conhecimento. Em segundo, neste caso elas seriam convidadas a participarem do círculo aumentando sua contribuição para o sistema.
A4	Pessoas com intensas atividades profissionais não membros com muita participação.	Pessoas com o perfil ideal para fazer parte do círculo.
B1	Pessoas com poucas atividades profissionais e que são membros do círculo com pouca participação.	Direcionar o conteúdo do sistema MC2 para as atividades dessas pessoas para que elas aumentem sua produtividade e conseqüentemente sua participação.
B2	Poucas atividades profissionais e membros do círculo com muita participação.	Fazer com que o sistema MC2 possa vir a contribuir para que estas pessoas aumentem sua produtividade.
B3	Poucas atividades profissionais não membro do círculo com pouca participação.	Convidar as pessoas com esse perfil a serem membros do círculo de conhecimento, aumentando sua participação, fazendo com que essa participação aumente sua produtividade.
B4	Poucas atividades profissionais e que são membros do círculo com muita participação.	Fazer com que o MC2 ajude em suas atividades.

Tabela 8: Perfis e contribuições das relações entre as perspectivas

Como pode-se observar, dependendo da relação, tem-se algumas contribuições que auxiliam, tanto os usuários em suas atividades profissionais, como possibilitam que o Sistema MC2 capte as pessoas com intensa atividades profissionais para vir a contribuir com suas experiências, como por exemplo, aquelas pessoas com intensas atividades profissionais e que não são membros do círculo com poucas participações (A3). Neste caso, as pessoas com esse perfil poderiam ser convidadas a participar do círculo de conhecimento ou, até mesmo de outro módulo do sistema, para que possam vir a contribuir, de alguma forma, com sua experiência no Sistema MC2.

O conhecimento dessas pessoas viria a ajudar àquelas pessoas com poucas atividades profissionais e membros do círculo com muita participação (B1), auxiliadas pelo conhecimento que, (A3) porventura, poderiam colocar no MC2.

4.7 Arquitetura Prática

4.7.1 Tecnologia de Implementação do sistema MC2

O sistema MC2 é um ambiente que tem seu funcionamento baseado na Internet. Em virtude disso, ele foi desenvolvido usando uma tecnologia que permitisse acesso a conteúdos dinâmicos, como banco de dados, por meio de um *browser*. Para realizar esse processamento de conteúdo dinâmico para estático, foi escolhida a tecnologia ASP (*Active Server Pages*) da *Microsoft*.

Para uma fácil compreensão de como a arquitetura descrita foi implementada, faz-se necessária uma rápida explanação da tecnologia ASP, na qual o sistema MC2 está apoiado onde os agentes também funcionarão. Quando um *browser* solicita uma página ASP (solicitação feita através de um *link* ou formulário de uma página), o servidor da *Web*, no caso o IIS (*Internet Information Server*) da *Microsoft*, sabe que esta é uma página com conteúdo dinâmico. Desse modo, seus processos são realizados no próprio servidor e as respostas deverão ser enviadas em um formato legível para o *browser*, ou seja, no formato HTML (*tag's*) e/ou *script's* que poderão ser executados no cliente. Os *script's* ASP são executados no mesmo processo do servidor pelo chamado *Script Engine*.

Se uma página ASP realizar acesso ao banco de dados, deverá, então, realizar a conexão com o servidor de banco de dados ou arquivos que o compõem, através de uma conexão que deve ser criada no servidor em que está localizado o servidor *Web*, o qual deverá apontar para o local do banco de dados (o local pode ser um diretório diferente para os arquivos e/ou uma máquina diferente da que executa o servidor *Web*). A figura 33 mostra o funcionamento de uma solicitação ASP realizada por um cliente.

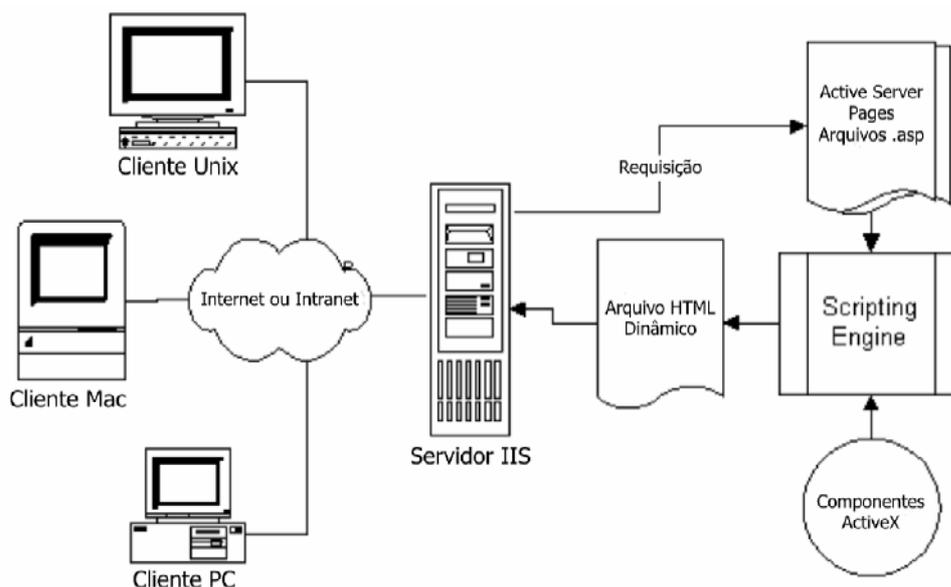


Figura 33: Tecnologia ASP

Observando a figura, pode-se ver que, do lado cliente pode, ser usado qualquer *browser*, desde que entenda o HTML, independente de seu sistema operacional. Do lado servidor, é necessário, obrigatoriamente, o uso de um *software* servidor *Web Microsoft*, compatível com a tecnologia ASP (como por exemplo, o IIS da microsoft). Ele vai receber as requisições dos clientes e, através do *Script Engine*, retornar uma página HTML que será interpretada pelo *browser* do cliente.

4.7.2 Agentes

Com relação aos agentes, eles são encaixados nesta arquitetura como sendo programas ActiveX. A tecnologia ActiveX permite que programas escritos em qualquer linguagem de programação sejam compilados como programas executáveis (EXE) ou bibliotecas dinâmicas (DLL), para serem acessados remotamente, como em uma aplicação que use a tecnologias ASP, por exemplo.

A tecnologia ActiveX permite que esses executáveis ou DLL's, possam ser executados diretamente no *browser* do cliente (componentes ActiveX) ou no servidor (aplicativos

ActiveX). Os agentes descritos neste trabalho foram implementados em nossa arquitetura como aplicativos ActiveX (DLL's), por trabalharem diretamente com o *Script Engine* do ASP. Dessa forma, todo o processamento é realizado no servidor. Isso significa que esses aplicativos ActiveX são executados no mesmo processo do servidor WEB (IIS) reduzindo bastante o tempo de processamento, pois a tecnologia Active Server Pages permite a criação dinâmica de objetos na memória do servidor, o que traz benefícios e amplia o alcance das páginas dinâmicas.

4.8 Considerações Finais

Apresentou-se, neste capítulo, exemplos de aplicação da arquitetura aqui proposta, enfocando os três agentes de descoberta de conhecimento: agente gerador de árvore de decisão, agente de classificação e agente de perspectivas.

Cada um desses agentes foi aplicado em exemplos específicos que ilustram a funcionalidade e utilidade de nossa arquitetura. Acredita-se que o resultado das ações do processo de descoberta de conhecimento e dos agentes implementados nesta arquitetura possam colaborar, de fato, com decisões e tarefas dentro do sistema MC2.

CONCLUSÃO

O uso de agentes em um SIGC, mais especificamente o MC2, permite automatizar funções pertinentes à gestão do conhecimento e descoberta de conhecimento em base de dados. Em nossa arquitetura, na gestão do conhecimento, os agentes possuem tarefas de captação de informações no ambiente, e distribuição do conhecimento com base nessas informações captadas.

Sobre o escopo de um SIGC desenvolveu-se uma arquitetura que reúne tecnologias, tais como multi-agentes inteligentes e *data-mining*, que visa agregar valor ao sistema, através da descoberta de conhecimento em banco de dados. O resultado dessa descoberta gera conhecimentos que auxiliam aos usuários em suas tarefas, além de permitir um melhor entendimento sobre os processos da organização e dos usuários do sistema, abrindo a possibilidade, ainda, de perceber como o uso do SIGC pode estar influenciando as atividades profissionais e vice-versa.

Em nosso trabalho apresentou-se um SIGC, o Sistema MC2. Este sistema reúne instrumentos para auxiliar a captação e disseminação do conhecimento através dos conceitos de gestão do conhecimento, aprendizagem organizacional e memória organizacional e foi com este sistema foi aplicado o estudo de caso. Este trabalho foi realizado em parceria com a empresa idealizadora do sistema MC2, SECREL, o que facilitou seu estudo e a aplicação de nossa proposta.

No que diz respeito a tarefas de descoberta de conhecimento, os agentes permitem uma preparação de dados para seja realizado um processo de descoberta de conhecimento utilizando um algoritmo que mais se adapte à situação encontrada no MC2.

Acredita-se que as principais contribuições de nosso trabalho, além de adicionar essas funcionalidades ao sistema são: contribuir com a gestão do conhecimento, no que diz respeito

à captação, descoberta e disseminação do conhecimento, aproximar as pessoas da organização do sistema MC2, fornecendo meios de se perceber o quanto suas atividades são influenciadas pela utilização do sistema e introduzir tecnologia capaz de auxiliar os usuários em algumas tomadas de decisões.

Mostrou-se, através de três exemplos práticos aplicados na CAGECE (Companhia de Águas e Esgotos do Estado do Ceará), como cada um dos diferentes algoritmos (C4.5, COBWEB e FORMVIEW) pode auxiliar nos aspectos que tomou-se como contribuição deste trabalho. No aspecto de criação do conhecimento, possibilitou-se que os algoritmos de aprendizagem implementados na arquitetura realizassem descoberta de conhecimento, não só na base de dados do sistema MC2, como também no banco de dados da organização, auxiliado pela camada de meta-conhecimento.

A criação das perspectivas profissional e participativa faz com que as pessoas possam observar como as atividades profissionais se relacionam com a participação no sistema. Isso permite que sejam tomadas iniciativas para promover a participação no sistema e que esta participação permita um crescimento profissional.

O auxílio à tomada de decisões é outra contribuição que permite aos articuladores e consultores observar, através de regras de produção, como e sob que critérios deve-se basear uma decisão, como por exemplo, aprovação de uma atividade profissional ou nomeação de multiplicador.

Pode-se citar também como contribuição a análise do sistema MC2 sob as diferentes óticas de gestão do conhecimento, permitindo identificar suas vantagens e deficiências o que facilitará futuras melhorias.

Como trabalho futuros acredita-se abrir a possibilidade de implementação de outros algoritmos de descoberta de conhecimento e novas tecnologias como *text mining*. Além disso, uma metodologia que pudesse avaliar e indicar automaticamente quais os eventos que poderiam disparar um processo de descoberta de conhecimento e que permitisse descobrir onde estão os pontos de maior demanda do conhecimento, complementaria a arquitetura aqui proposta.

Outra perspectiva de trabalhos futuros refere-se à preparação de dados. Na arquitetura o processo de mapeamento de atributos ainda requer intervenção humana, tornando difícil a completa automação. A integração com outros agentes ou a criação de mecanismos que permitissem uma associação automática entre as informações captadas no SIGC e os atributos de banco de dados é um outro aspecto a ser tratado em trabalhos futuros.

Por fim, acredita-se que outro aspecto que poderia ser explorado futuramente é o desenvolvimento da arquitetura em JAVA. Por ser uma linguagem, multi-plataforma ou seja, sistemas escritos nessa linguagem pode ser executados que qualquer plataforma computacional, permite que esta arquitetura possa ser implementada em outros SIGCs.

BIBLIOGRAFIA

[Abecker 1998] ABECKER, A. *Toward a technology for organizational memories*. IEEE Intelligent Systems, Los Angeles: v. 13, n. 3, p. 40-48, May 1998.

[Abecker 1999] ABECKER, A., BERNARDI, A., & SINTEK, M. *Proactive knowledge delivery for enterprise knowledge management*. In *SEKE-99: Proceedings of the 11th Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering*. Kaiserslautern, Germany: June 17-19 1999.

[Abecker et al. 2000] ABECKER, TSCHAITTSCHIAN, HECKSTEIN, ZAKRAOUI. *Internet-Enable Corporate Knowledge Sharing and Utilization, Internet-Based Organizational Memory and Knowledge Management*. Idea Group Publishing, 2000.

[Beckman & Liebowitz 1998] BECKMAN, T., LIEBOWITZ, A. *Knowledge Organization: What Every Manager Should Know*. St. Luice Publications, 1998.

[Biggs 1991] BIGGS, D., B. de VILLE, and SUEN, E. *A method of choosing multiway partitions for classification and decision trees*, Journal of Applied Statistics, 18,1991, pp49-62

[Brown & Gray 1995] BROWN, J. S., and GRAY, E. S. *The people are the company*. *Fast Company* 1: 78-82.1995. Disponível em <http://www.fastcompany.com/online/01/people.html>. Acessado em março de 2003.

[Brachman 1988] BRACHMAN, R.J. *The Basics of Knowledge Representation and Reasoning*, *AT&T Technical Journal*, Vol.67, N.1, p. 15, 1988.

[Brieman 1984] BREIMAN, L, FRIEDMAN, J, OLSHEN, R, STONE, C. *Classification of Regression Trees*. Wadsworth, p. 49-62. 1984

- [Brown & Gray 1995] BROWN, J. S., GRAY, E. S. *The people are the company*. Fast Company 1: 78-82.1995. Disponível em <http://www.fastcompany.com/online/01/people.html>. Acessado em março de 2003.
- [Cohen 1989] COHEN, P.R. e Feigenbaum, E.A., *The Handbook of Artificial Intelligence - Vol. III*, Addison-Wesley Publishing Company, Inc., 1989.
- [Davenport & Prusak 1998] DAVENPORT, T., PRUSAK, L. *Conhecimento empresarial*. Rio de Janeiro: Campus, 1998
- [Devedzic 2001] DEVEDZIC, V., *Knowledge Modeling. State of the Art*, Integrated Computer-Aided Engineering, Vol.8, No.3, 2001, pp. 257-281
- [Druker 1998] DRUCKER, P. *A quarta revolução da informação*. Revista Exame, Agosto, 1998
- [Duvigneau 2002] DUVIGNEAU, M, MOLDT, D. *Concurrent Architecture for a Multi-agent Platform*. AOSE Workshop at AAMAS 2002 (forthcoming in Springer book)
- [Engelmore 1988] ENGELMORE, R., MORGAN, T. (eds.), *Blackboard Systems*, Addison-Wesley, Wokingham, England, 1988.
- [Farquhar 97] FARQUHAR, A.; FIKES, R.; and RICE, J. P. *A Collaborative Tool for Ontology Construction*. International Journal of Human Computer Studies 46, 1997
- [Fayyad 1996] FAYYAD, U. M., PIATETSKY, Shapiro, G., SMYTH, P., UTHURUSAMY, R.: *Advances in Knowledge Discovery and Data Mining*. AAAI/The MIT Press, Cambridge: Massachusetts, 1996.
- [FIPA 2001] FIPA. *Foundation for intelligent physical agents*, FIPA ACL Message Structure Specification - RFC, 2001, *online*: <http://www.fipa.org/rfcs>
- [Fisher 1987] FISHER, D. *Knowledge Acquisition via Incremental Conceptual Clustering*. Machine Learning, v.2,n.2,1987.

[Furtado 1997] FURTADO, J.J.V: *Formation des Concepts dans les langages de Schémas*. Thèse de Doctorat, Université d'Aix- Marseille III, 1997.

[Furtado 1996] FURTADO, J.J.V, FAUCHER, C., CHOURAQUI, E. *Knowledge Acquisition via Multi-perspective Concept Formation*. Journal of Brazilian Computer Society, Vol. 3, 1996.

[Furtado 2000] FURTADO, J.J.V, COLERA, C. *Integrating Information Systems and Knowledge Engineering to Improve Learning Organization*. Americas Conference on Information Systems, AMCIS 2000, Long Beach, 2000.

[Furtado 2001a] FURTADO, J.J.V., GOMES JÚNIOR., J. A. S., REBOUÇAS, R. B.: *Descoberta de Conhecimento em Múltiplas Perspectivas em Base de Dados do ICMS*. III Encontro Nacional de Inteligência Artificial (III ENIA), Anais do XXI Congresso da Sociedade Brasileira de Computação - SBC2001 Pág. 209, Fortaleza, 2001.

[Furtado 2001b] FURTADO, E., SILVA, W., ALVES, F. J., PEREIRA, F., GONZÁLEZ, O. *Ampliando a Noção de Colaboração num Ambiente de Aprendizagem a Distância para Gestão do Conhecimento*. Anais do XV EPENN - Encontro de Pesquisa Educacional do Nordeste: Educação, Desenvolvimento Humano e Cidadania, vol. Único. São Luís (MA): jun/2001, p594. (CDD: 370.981).

[Garvin 1993] GARVIN, David A. *Building a Learning Organization*. Harvard Business Review. July-August 1993

[Garvin 1998] GARVIN, David A, NAYAK, P Ranganaght, MAIRA, Arun N, BRAGAR, Joan Z. *Aprender a Aprender*. HSM Managenement No. 9. p. 58-64. São Paulo. Julho-Agosto 1998.

[Gluck 1985] GLUCK, M. A., CORTER, J. E.: *Information, Uncertainty, and the Utility of Categories*. Proceedings of the Seventh Annual Conference of the Cognitive Science Society. Irvine, CA, Lawrence Erlbaum Associates, 1985.

[Gomes 2002] GOMES JÚNIOR, José Aguilberto Silveira. *Descoberta de Conhecimento em Múltiplas Perspectivas: Aplicação em Bases de Dados do ICMS*. Fortaleza. Dissertação (Mestrado) - UNIFOR, 2002.

[Gunther, 1997] GUNTHER, B. *SPACE 2 as a Reconfigurable Stream Processor*. In *4th Australasian Conference on Parallel and Realtime Systems (PART'97)*, pp 286-297, Singapore, September 1997.

[Harris et. al. 1999] HARRIS, K. et. al. 1999. *The Knowledge Management Scenario: Trends and Directions for 1998-2003*. Strategics Analysis Report #R-07-7706, 18 March 1999, The Gartner Group

[Hijst at al 1996] HIJST, SPEK, KRUIZING, B., MUSEN, M., UTHURUSAMY, *Organizing Corporate Memories*. Knowledge Acquisition Workshops and Archives KAW96, Alberta, Canada: 1996.

[Holsheimer 1994] HOLSHEIMER M. and Siebes A. (1994). *Data Mining: The Search for Knowledge in Databases*. TR CS-R9406, CWI (The Netherlands).

[Imhoff et al. 2001] IMHOFF, C.; LOFTIS, L.; GEIGER, J. *Building a costomer centric enterprise*. John Wiley & Sons. 2001.

[Ingargiola 1996] INGARGIOLA, Giorgio. *Building Classification Models: ID3 and C4.5*. Disponível por WWW em: <http://www.cis.temple.edu/~ingargio/cis587/readings/id3-c45.html>, 1996.

[Kargupta 1997] KARGUPTA, H., HAMZAOGLU, I. & STAFFORD, B. SCALABLE. *Distribueted Data Mining Using An Agent Based Architecture*. Proceedings of Knowledge Discovery And Data Mining. Eds: D. Heckerman, H. Mannila, D. Pregibon and R. Uthurusamy. AAAI Press. 1997, 211-214.

[Kargupta 1999] KARGUPTA, H., PARK, B., HERSHBERGER, D. and JOHNSON, E., *Collective Data Mining: A New Perspective Toward Distributed Data Mining*. Advances in

Distributed and Parallel Knowledge Discovery, Eds: Hillol Kargupta and Philip Chan. MIT/AAAI Press, 1999.

[Knapik e Johnson 1998] KANPIK, M, J. JONHSON. *Developing Intelligent Agents for Distributed Systems: Exploring Architecture, Technologies, and Applications*. McGraw-Hill, 1998

[Koch 1998] KOCH, Michael. *Knowledge Management and Knowledge Agents in Campiello* Proc. Workshop on Intelligent Agents in CSCW (B. Lees, H. J. Müller, C. Branki eds.), Fachbereich Informatik, Universität Dortmund, Dortmund, Germany: pp. 44-52, Dortmund, Germany, Sep. 1998.

[Lévy 1999] LÉVY, Pierre. *Cibercultura*. São Paulo: Ed. 34, 1999

[Louçã 2003] LOUÇÃ, Jorge. *Modeling Context-Aware Distributed Knowledge*. Stanford University. Agent-Mediated Knowledge Management 2003 (AMKM-03). Palo Alto, California: 2003.

[Nagao 1990] NAGAO, M., *Knowledge and Inference*, Academic Press Inc., 1990.

[Nodine et al. 1999] NODINE, M, FOWER, J, PERRY, B. *Active information gathering in InfoSleuth*. In Proc. Internat. Symposium on Cooperative DataBase System for Advanced Application, 1999

[Nonaka & Takeuchi 1997] NONAKA, I., TAKEUCHI, H. *Criação de Conhecimento na Empresa*. Rio de Janeiro: Campus 1997.

[Novak et al 2003] NOVAK, J., WURST M., FLEISCHMANN M., STRAUSS, W. *Discovering, Visualizing and Sharing Knowledge through Personalized Learning Knowledge Maps*. Stanford University. Agent-Mediated Knowledge Management (AMKM-03). Palo Alto, California: 2003.

[Ontology.Org 2002] ONTOLOGY.ORG 2002 <http://www.ontology.org>

[Pereira 2002] PEREIRA, Felipe. FURTADO, Elizabeth. *Integrando Ferramentas De Gestão Do Conhecimento A Um Ambiente De Aprendizagem A Distância*. Anais do IX Congresso Internacional de Educação a Distância. São Paulo: Setembro de 2002.

[Quillian 1968] QUINLAN, J.R. *Learning Inductions of decision trees*. Machine Learning, 1986.

[Quinlan 1983] QUINLAN, J.R. *C4.5: Programs for Machine Learning*. Morgan Kaufmann, 1993.

[Rocha 2002] ROCHA, Rafael da, D'ORNELLAS, Marcos Cordeiro. *Uma Arquitetura de Metadados para Descrever e Organizar Informações de um Sistema de Saúde*. CBIS'2002 - VIII Congresso Brasileiro de Informática em Saúde – Natal: 2002

[Russel & Norvig 1995] RUSSEL, Stuart; NORVIG, Peter. *Artificial Intellince: A modern Approach*. New Jersey: Prentice-Hall 1995

[Sabbag 2000] SABBAG, P. Y. *A inovação e a gestão do conhecimento*. XXI Simpósio de gestão da inovação tecnológica. São Paulo: 2000.

[Serafim 1999] SERAFIM FILHO, P. *A gestão do conhecimento e a motivação nas organizações*. Revista Decidir, Janeiro: 1999.

[Shastri 1991] SHASTRI, L., *Why Semantic Networks?* In: SOWA, J.F., Principles of Semantic Networks-Explorations in the Representation of Knowledge, Morgan Kaufmann Publishers, Inc., 1991.

[Sichman 1995] SICHMAN, J.; Y. DEMAZEU; O. BOISSIER. *How can knowledge-based systems be called agents?* In: IX Simpósio Brasileiro de Inteligência Artificial. Canela-RS: Agosto de 1995.

[Smith & Farquhar 2000] SMITH, R. G. & FARQUHAR, A. (2000) *The Road Ahead for Knowledge Management -- An AI Perspective*, AI Magazine, 21(4), pp. 17-40

[Soemarmo 2002] SOEMARMO, Marmo. *Introduction to Semantics - Intensive Course*, 2002, *online*: <http://www.ohiou.edu/dlcds>

[Stewart 1998] STEWART, Thomas A. *Capital Intelectual: a nova vantagem competitiva das empresas*. 2ª. Ed. Rio de Janeiro: Campos, 1998.

[Sumpter 1994] SUMPTER, R., Whitepaper on Data Management. Lawrence Livermore National Laboratory, *The IEEE Metadata Workshop*, 1994

[Sveiby 1999] Sveiby, K. 1999 *What is knowledge management?*
<http://www.sveiby.com.au/knowledgemanagement.html>

[Tomasic 1997] TOMASIC, Anthony, SIMON, Eric: *Improving Access to Environmental Data Using Context Information*. SIGMOD Record 26 (1): 11-15 ,1997.

[Van Burem 1999] VAN BUREN, M. *A Yardstick for Knowledge Management*. Training and Development. p. 71-78, 1999

[Viccari 94] VICCARI, R.M., *Inteligência Artificial e Educação - Indagações Básicas*, Anais do IV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, Recife: 1994.

[Wagner 2002] WAGNER, Gerd. *A UML Profile for Agent-Oriented Modeling*. Technical Report. Eindhoven Univ.of Technology, 2002.

[Wooldridge & Jennings 1995] WOOLDRIDGE, M. E JENNINGS, N. *Intelligent Agent: Theory and Practice*, (1995) *The Knowledge Engineering Review*, 10 (2), 115-152

Trabalhos publicados:

[Furtado 2001] FURTADO, J.J.V., MACHADO, V. P. *Enriquecendo a Memória Organizacional Através da Descoberta de Conhecimento em Base de Dados*. Simpósio Internacional de Gestão do Conhecimento e Gestão de Documentos, Curitiba; 2001. Anais. Curitiba: PUC-PR/CITS.

[Furtado 2003] FURTADO, J.J.V., MACHADO, V. P. *Improving Organizational Memory through Agents for Knowledge Discovery in Database*. Stanford University. Agent-Mediated Knowledge Management (AMKM-03). Palo Alto: California: 2003.

ANEXO I

Algoritmo C4.5

1. Seleciona um atributo como sendo o nodo raiz
2. Cria galhos para todos os diferentes valores do atributo selecionado no item 1;
3. Se todos os exemplos de treinamento sobre uma folha pertencerem a uma mesma classe, esta folha recebe o nome da classe. Se todas as folhas possuem uma classe, o algoritmo termina;
4. Senão, o nodo é determinado com um atributo que não ocorra no trajeto da raiz, e galhos são criados para todos os valores. O algoritmo retorna ao passo 3.

Função C4.5 (R: atributos não categóricos, C: atributo categórico, S: conjunto de treinamento)

Início

```
Se S está vazio
  retorna falha;
Se S contém exemplos da mesma classe
  retorna folha com a classe;
Se R está vazio
  retorna folha com a classe mais freqüente;
Senão
  calcula o atributo D com maior ganho de informação
  acrescenta nodo D
  divide S em subconjuntos Si pelos valores de D
  chama novamente a Função para cada Si,
```

Fim

Ganho (S,A) = Info (S) - Info (S,A)

$$\mathbf{Info (S)} = - \sum_{i=1}^k \frac{freq(C_i, S)}{|S|} \times \log_2 \left(\frac{freq(C_i, S)}{|S|} \right)$$

Algoritmo COBWEB

1. Introduza o exemplo em cada nó sucessor. Calcule a 'Category Utility' para cada nó inserido, sendo observada os dois de maior valor.
2. Crie uma folha nova para o exemplo e faça-lhe um sucessor do nó real e calcule a 'Category Utility' para ele (SPLIT).
3. Gere um novo nó, que seja predecessor dos dois melhores sucessores do nó real (encontrado na etapa 1) e introduza o exemplo (MERGE) e calcule a 'Category Utility' para ele.
4. É escolhida a operação com o maior valor de 'Category Utility'

```

Função cobweb( N: Nó a ser avaliado, X: Exemplo a ser inserido )
  se N é um nó terminal então
    T ← criaFilho( N, X )           /*cria T com X */
  atualizar( N, X )
  Para cada filho F de N
    calcular valor da função ao colocar X em F
  P ← nó com maior valor
  S ← nó com o 2º maior valor
  A ← maior valor da função de 'Category Utility'
  B ← valor da função ao colocar X num novo nó Q      /* criar */
  C ← valor da função ao juntar P e S num único nó M /* merge */
  D ← valor da função ao substituir P pelos seus filhos/* split */
  se A é o maior valor então
    cobweb( P, X )           /*incorpora X em P */
  senão se B é o maior valor então
    Q ← criaFilho( N, X )   /* cria Q com X */
  senão se C é o maior valor então
    M ← merge( N, P, S ); cobweb( M, X )           /*incorpora X em
M */
  senão
    split( N, P ); cobweb( N, X )
fim função

```

Category Utility: Mede a qualidade global de uma partição de um conjunto de observações

$$U(C_1, C_2, \dots, C_k) = \frac{1}{k} \sum_l \Pr(C_l) \sum_i \sum_j \left(\Pr(a_i = v_{ij} | C_l)^2 - \Pr(a_i = v_{ij})^2 \right)$$

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)