

EPISTHEME: UM AMBIENTE DE GESTÃO DE CONHECIMENTO
CIENTÍFICO

Jonice de Oliveira Sampaio

TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DA COORDENAÇÃO DOS
PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS EM
ENGENHARIA DE SISTEMAS E COMPUTAÇÃO.

Aprovada por:

Prof. Jano Moreira de Souza, Ph.D.

Profª. Júlia Célia Mercedes Strauch, D.Sc.

Profª. Kira Maria Antonia Tarapanoff, Ph.D.

Prof. Alberto Sulaiman Sade Junior, D.Sc.

Prof. Sérgio Palma da Justa Medeiros, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL

JULHO DE 2003

Sampaio, Jonice de Oliveira

Epistheme: Um Ambiente de Gestão
de Conhecimento Científico [Rio de Janeiro]
2003

XVII, 148p., 29,7 cm (COPPE/UFRJ,
M.Sc., Engenharia de Sistemas e Computação,
2003)

Tese – Universidade Federal do Rio
de Janeiro, COPPE

1. Gestão do Conhecimento
2. Conhecimento Científico
3. Integração de Tecnologias
4. Base de Conhecimento
5. Colaboração

I. COPPE/UFRJ II. Título (série)

Aos meus pais, Wilson e Nelcy, verdadeiros doutores da vida, sempre me ensinando o melhor através de seus exemplos.

Aos meus sobrinhos, Daniel e Julia, que fazem qualquer sacrifício valer a pena e são a melhor recompensa para todos os esforços.

UM APÓLOGO (Machado de Assis)

Era uma vez uma agulha, que disse a um novelo de linha:

- Por que está você com esse ar, toda cheia de si, toda enrolada, para fingir que vale alguma coisa neste mundo?

- Deixe-me, senhora.

- Que a deixe? Que a deixe, por quê? Porque lhe digo que está com um ar insuportável? Repito que sim, e falarei sempre que me der na cabeça.

- Que cabeça, senhora? A senhora não é alfinete, é agulha. Agulha não tem cabeça. Que lhe importa o meu ar? Cada qual tem o ar que Deus lhe deu. Importe-se com a sua vida e deixe a dos outros.

- Mas você é orgulhosa.

- Decerto que sou.

- Mas por quê?

- É boa! Porque coso. Então os vestidos e enfeites de nossa ama, quem é que os cose, senão eu?

- Você? Esta agora é melhor. Você é que os cose? Você ignora que quem os cose sou eu, e muito eu?

- Você fura o pano, nada mais; eu é que coso, prendo um pedaço ao outro, dou feição aos babados...

- Sim, mas que vale isso? Eu é que furo o pano, vou adiante, puxando por você, que vem atrás, obedecendo ao que eu faço e mando...

- Também os batedores vão adiante do imperador.

- Você é imperador?

- Não digo isso. Mas a verdade é que você faz um papel subalterno, indo adiante; vai só mostrando o caminho, vai fazendo o trabalho obscuro e ínfimo. Eu é que prendo, ligo, ajunto...

Estavam nisto, quando a costureira chegou à casa da baronesa. Não sei se disse que isto se passava em casa de uma baronesa, que tinha a modista ao pé de si, para não andar atrás dela. Chegou a costureira, pegou do pano, pegou da agulha, pegou da linha, enfiou a linha na agulha, e entrou a coser. Uma e outra iam andando orgulhosas, pelo

pano adiante, que era a melhor das sedas, entre os dedos da costureira, ágeis como os galgos de Diana - para dar a isto uma cor poética. E dizia a agulha:

- Então, senhora linha, ainda teima no que dizia há pouco? Não repara que esta distinta costureira só se importa comigo; eu é que vou aqui entre os dedos dela, unidinha a eles, furando abaixo e acima.

A linha não respondia nada; ia andando. Buraco aberto pela agulha era logo enchido por ela, silenciosa e ativa como quem sabe o que faz, e não está para ouvir palavras loucas. A agulha vendo que ela não lhe dava resposta, calou-se também, e foi andando. E era tudo silêncio na saleta de costura; não se ouvia mais que o plic-plic plic-plic da agulha no pano. Caindo o sol, a costureira dobrou a costura, para o dia seguinte; continuou ainda nesse e no outro, até que no quarto acabou a obra, e ficou esperando o baile.

Veio a noite do baile, e a baronesa vestiu-se. A costureira, que a ajudou a vestir-se, levava a agulha espetada no corpinho, para dar algum ponto necessário. E quando compunha o vestido da bela dama, e puxava a um lado ou outro, arregaçava daqui ou dali, alisando, abotoando, acolchetando, a linha, para mofar da agulha, perguntou-lhe:

- Ora agora, diga-me quem é que vai ao baile, no corpo da baronesa, fazendo parte do vestido e da elegância? Quem é que vai dançar com ministros e diplomatas, enquanto você volta para a caixinha da costureira, antes de ir para o balaio das mucamas? Vamos, diga lá.

Parece que a agulha não disse nada; mas um alfinete, de cabeça grande e não menor experiência, murmurou à pobre agulha:

- Anda, aprende, tola. Cansas-te em abrir caminho para ela e ela é que vai gozar da vida, enquanto aí ficas na caixinha de costura. Faze como eu, que não abro caminho para ninguém. Onde me espetam, fico.

Contei esta história a um professor de melancolia, que me disse, abanando a cabeça: - Também eu tenho servido de agulha a muita linha ordinária!

Fonte: Contos Consagrados - Machado de Assis - Coleção Prestígio – Ediouro.

Agradecimentos

Ao entrar para o mestrado, ouvi que o trabalho de tese é um trabalho solitário e árduo. Árduo certamente o é (sem menor sombra de dúvida), mas de maneira alguma uma tese resulta de, exclusivamente, uma única pessoa. Ao se defender a tese, somente o autor é parabenizado e seu nome é mencionado, é destacado, é reconhecido, e muitas vezes todas as pessoas envolvidas no processo de ensino, pesquisa e no desenrolar do trabalho não são mencionadas. Ou seja, o autor é a “linha” do texto de Machado de Assis, enquanto os colaboradores, aqueles que abriram caminho para a “linha”, são muitas vezes esquecidos como a “agulha” na caixinha de costura.

Esta é a oportunidade de mostrar a minha eterna gratidão a todos que me ajudaram. Agradeço:

Aos meus pais Nelcy Oliveira Sampaio e Wilson Castro Sampaio pelo constante apoio. Todos os resultados vitoriosos da minha vida são frutos da dedicação, amor e compreensão dos meus pais, cujos princípios e exemplos são maior que qualquer Ciência.

Ao meu orientador Jano Moreira de Souza pela oportunidade de não apenas fazer uma tese. Por sempre tentar tirar o melhor do aluno, ao longo do processo aprende-se a ser pesquisador, ter uma visão mais ampla, trabalhar competências adormecidas e desenvolver outras inexistentes. Obrigada por me proporcionar este aprendizado acadêmico, profissional e pessoal. Obrigada também, pelas suas idéias originais e críticas, agregando imenso valor a este trabalho. Gostaria de agradecer mais, mas meu orientador não gosta de textos longos... ;O)

À minha co-orientadora Julia Strauch pelo constante carinho, atenção e acompanhamento.

A todos os meus ex-professores (Alberto Barth, Colégio Pedro II, UFRJ e COPPE), que tanto se empenharam em passar um pouco do seu conhecimento e incentivar-me, mesmo esbarrando com todas as dificuldades de recursos destinados ao ensino público brasileiro. Expresso os meus maiores agradecimentos e o meu profundo respeito, que sempre serão poucos diante do muito que me foi oferecido.

Aos professores Profª. Kira Tarapanoff, Prof. Alberto Sulaiman e Prof. Sergio Palma por aceitarem fazer parte da banca, mesmo diante de tantos compromissos e atividades. Agradeço ainda à Profª. Maria Luiza Machado Campos que apoiou-me nos

primeiros passos na “Gestão de Conhecimento” durante o projeto final de curso na graduação.

Aos amigos e colegas da turma de mestrado de 2001/1, cuja companhia tornou as aulas menos cansativas, os trabalhos mais interessantes e pelas palavras de incentivo durante a tese, mesmo quando o contato ficou menos freqüente. Em especial, aos meus grandes amigos Manuel Antônio de Castro Júnior (Manolo) e Pablo Vieira Florentino (Oxê, Rei!) pelo constante apoio, confiança, a grande disposição em ouvir meus desabafos, o carinho e conselhos com os quais me presentearam durante todo este tempo. Estão inclusas neste agradecimento as “brincas” mútuas, as eventuais “brigas” e as eternas discussões (meramente banais, geralmente por “pontos” ou “vírgulas”, e realizadas após as 3 horas da manhã de um dia anterior de muito trabalho) que solidificaram nossa amizade e nos fazem rir dos piores momentos acadêmicos vividos.

Ao corpo técnico-administrativo da COPPE, em especial a Patrícia Leal, pelo grande apoio e serviços prestados, tentando sempre fazer o melhor mesmo com as inúmeras dificuldades do dia-a-dia. Sem esquecer da Lourdes, cujo cafezinho “anarcompunk” me deixou acordada em momentos cruciais desta jornada...

Aos companheiros do SPeCS que tornam as reuniões de quintas-feiras mais alegres e pelo constante apoio.

Ao Prof. Blaschek pela oportunidade profissional e a todos os clientes dos projetos COPPETEC com os quais mantive e mantenho contato, proporcionando-me enriquecimento profissional e permitindo-me que não me afastasse do mercado.

Aos antigos e atuais participantes das equipes dos projetos GCC (Elder Bomfim, Margarete Araujo, Rodrigo Miranda), SGO (Gláucia, Vanessa Nunes, Luis Felipe Silva, Wanderson “Moringa” Araujo Silva e Jeann Marcell Andrade), SIGDEM (Pablo Vieira Florentino e Luiz Gibson) e SOFIM (Vaninha Vieira e Luciana) pela grande cooperação, profissionalismo, competência e bons momentos que passamos juntos. Meus agradecimentos especiais a Renata Araújo Mendes, cujo profissionalismo, dedicação, visão ética e bom senso muito me ensinaram sobre trabalho em equipe, colaboração e gerência de projetos. Uma grande sábia, sendo tão jovem... Renata, acho que nunca tive a oportunidade de agradecer os grandes ensinamentos que você me transmitiu no período que trabalhamos juntas, apenas pelas suas atitudes. Aqui deixo o meu eterno agradecimento.

Ao aluno Ricardo Freire, da UERJ, pela colaboração na construção da Ontologia para a Agrometeorologia.

Aos amigos Mariano Montoni, Mariella Montoni e Gleison Santos pelo agradável convívio, grande alto-astrol, discussões sobre Gestão do Conhecimento e outras coisas igualmente importantes, como o sempre presente sorriso animador de Mariella, as mensagens revigorantes de Mariano, a constante gentileza de Gleison e as risadas que os três sempre me arrancam.

À Lucietta Martorano, da Embrapa, pelo grande auxílio e por permitir aplicar a minha tese em sua área de pesquisa.

Aos autores referenciados nesta obra e aos demais cujo trabalho possibilitou-me aprendizado sobre o assunto.

Ao CNPQ e ao povo brasileiro, pela ajuda financeira em forma de bolsa de estudos.

Gostaria de agradecer também aos “alfinetes” que encontrei pelo caminho. Não apenas aqueles egoístas, que “não abrem caminho para ninguém. Onde o espetam, ficam”, mas também aqueles que espetam, ferem e machucam. O convívio com vocês me fez aprender muito, e o resultado deste trabalho possui maior sabor de vitória. Certamente, vocês me mostraram em como uma pessoa NÃO deve ser na vida...

E acima de tudo, gostaria de agradecer a “mão” que tudo provê, que amarra e une a “linha” à “agulha”, e conduz nossas vidas em um lindo bordado: Deus. Obrigada pelo dom da vida e por conduzi-la de maneira tão misteriosa. Entrego, confio, aceito e agradeço.

A todos vocês, meu **MUITO OBRIGADA!!!**

Carinhosamente,

Jonice Oliveira.

Resumo da Tese apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

EPISTHEME: UM AMBIENTE DE GESTÃO DE CONHECIMENTO
CIENTÍFICO

Jonice de Oliveira Sampaio

Julho/2003

Orientadores: Jano Moreira de Souza
Júlia Célia Mercedes Strauch

Programa: Engenharia de Sistemas e Computação

Atualmente, pesquisadores criam e trocam informações com mais rapidez e em um volume muito maior do que no passado. Embora grande parte desse intercâmbio se faça sob a forma documental, como relatórios técnicos, artigos, revistas e livros, há também uma grande troca de conhecimento informal ou tácito nas interações entre as pessoas, o qual é pouco documentado e não é gerenciado. O objetivo deste trabalho é o desenvolvimento de um ambiente computacional que auxilie a gestão de conhecimento científico, permitindo a propagação de informações para os pesquisadores executarem suas tarefas de maneira mais eficaz, auxiliando-os na tomada de decisões, provendo meios de colaboração, assistindo a gerência de competências e disseminando o conhecimento individual para que este seja parte significativa do conhecimento organizacional. Neste trabalho é utilizado o método de revisão bibliográfica nos conceitos de conhecimento e gestão de conhecimento, suas particularidades no meio científico e um comparativo entre os projetos atuais na área, criando a partir desses elementos o referencial teórico, ou concepção teórica. Para o seu desenvolvimento, foi realizada uma pesquisa experimental e aplicada a partir da criação e implementação da arquitetura do ambiente Epistheme e este trabalho foi validado no Processo de Zoneamento Agro-Climático Brasileiro, realizado na Embrapa/Solos. As principais conclusões são comparativas, tendo como referencial o projeto SPeCS e a sua aplicação no projeto AgroMet, as melhorias obtidas com o uso do ambiente e os processos de gestão de conhecimento suportados.

Abstract of Thesis presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

EPISTHEME: A SCIENTIFIC KNOWLEDGE MANAGEMENT
ENVIRONMENT

Jonice de Oliveira Sampaio

July/2003

Advisors: Jano Moreira de Souza
Júlia Célia Mercedes Strauch

Department: Systems and Computing Engineering

Nowadays, researchers create and exchange information faster and in much larger quantities than in the past. Although a great part consists of document exchanges, such as technical reports, papers, magazines and books, there is also much informal or tacit knowledge exchange in people's interactions, which is poorly documented and unmanaged. The objective of this work is the development of a computational environment to support scientific knowledge management, facilitating information dissemination among researchers and allowing them to execute their tasks in a more effective way, aiding them in the decision-making process, providing collaborative tools, supporting competence management and disseminating individual knowledge, so that it may become a significant part of the organizational knowledge. In this work, the method of bibliographical revision was applied to knowledge and knowledge management concepts, their peculiarities in the scientific environment and a comparative review of the current projects in the area. Those elements were used to create the theoretical reference, or theoretical conception. During development, experimental and applied research was undertaken, and Epistheme was designed and implemented. This work was validated through use in the Brazilian Agro-Climatic Zoning Project, by Embrapa/Solos. The main conclusions are comparative, having as reference the SPeCS project and its application in the AgroMet project, with the resulting improvements and knowledge management processes that were supported by Epistheme.

Sumário

UM APÓLOGO (Machado de Assis).....	iv
Agradecimentos	vi
Sumário.....	xi
Índice de Figuras.....	xiv
Índice de Tabelas	xvi
Capítulo 1 – Introdução	1
1.1 – Motivação	1
1.2 – Caracterização do Problema	3
1.3 – Objetivos da Tese	5
1.4 – Contexto da Tese	7
1.5 – Organização da Tese.....	8
Capítulo 2 – Conhecimento	10
2.1 – Definição.....	10
2.2 – Conhecimento Científico	15
2.3 – Teorias sobre Aquisição de Conhecimento	19
2.4 – Criação do Conhecimento Científico.....	25
2.5 – Conclusão	26
Capítulo 3 – Gestão do Conhecimento	28
3.1 – Definição.....	30
3.2 – Etapas de Gestão do Conhecimento	37
3.2.1 – Visão Alavi	38
3.2.2 – Visão Fayyad	40
3.2.3 – Visão Ruggles.....	41
3.2.4 – Visão Microsoft	42
3.2.5 – Visão Stollenwerk.....	43
3.3 – Sistemas de Gestão do Conhecimento.....	46
3.3.1 – Tecnologias empregadas.....	49
3.3.1.1 – Internet/ Intranet.....	51
3.3.1.2 – Workflow.....	52
3.3.1.3 – CSCW/ Groupware	52
3.3.1.4 – Data Warehouse	53

3.3.1.5 – <i>Data Mining</i>	54
3.3.1.6 – Agentes Inteligentes.....	54
3.3.1.7 – Ferramentas de Suporte à Decisão.....	54
3.3.1.8 – Algoritmos Genéticos	55
3.3.1.9 – Redes Neurais	56
3.3.1.10 – <i>Case Based Reasoning</i>	56
3.3.1.11 – Sistemas de Mapas de Conhecimento.....	56
3.3.2 – O papel da Tecnologia de Informação na Gestão do Conhecimento.	57
3.4 – Gestão do Conhecimento Científico	58
3.4.1 – Sistemas de Banco de Dados Distribuídos e Heterogêneos.....	61
3.4.2 – Padronização de dados científicos	62
3.4.3 – Sistemas Gerenciadores de Modelos	63
3.4.4 – Sistemas Gerenciadores de “Workflows” Científicos	65
3.4.5 – Bibliotecas Digitais.....	66
3.4.6 – Sistemas Integradores	70
3.4.7 – Ontologia	71
3.4.8 – Ferramentas de CSCW	72
3.4.9 – Comparação entre os Projetos	73
3.5 – Conclusão	75
Capítulo 4 – Epistheme.....	77
4.1 – Papel do Epistheme no Ambiente SPeCS.....	77
4.1.1 – XArc – Integração de Dados.....	79
4.1.2 – DOC – Gerência de Documentos	80
4.1.3 – Decisio – Apoio à Decisão Colaborativa.....	80
4.1.4 – BOE – Gerência do Experimento Científico	82
4.2 – Meta-Modelo de Conhecimento Científico	82
4.3 – Arquitetura e Definição dos Módulos.....	85
4.3.1 – Módulo de Aquisição.....	86
4.3.1.1 – Sub-Módulo de Centro de Melhores e Piores Práticas	86
4.3.1.2 – Sub-Módulo de Centro de Competências	88
4.3.1.3 – Sub-Módulo de Páginas Amarelas.....	91
4.3.1.4 – Sub-Módulo de Meta-Gerência de Modelos.....	92
4.3.2 – Módulo de Identificação	93

4.3.2.1 – Sub-Módulo de Identificação de Especialistas	93
4.3.2.2 – Sub-Módulo de Análise do “Log” da Entrevista	98
4.3.2.3 – Sub-Módulo de Ferramentas de Busca e Notificação.....	99
4.3.3 – Sub-Módulo de Criação	100
4.3.4 – Módulo de Validação.....	102
4.3.5 – Módulo de Integração	102
4.3.6 – Módulo de Disseminação	108
4.4 – Processos de Gestão de Conhecimento Suportados.....	109
4.5 – O protótipo.....	112
4.6 – Diferença entre as propostas já existentes	114
4.7 – Conclusão	117
Capítulo 5 – Estudo de Caso.....	119
5.1 – O Projeto AgroMet	119
5.2 – O Processo de Pesquisa Agro-Climático Brasileiro	120
5.3 – Principais dificuldades.....	123
5.4 – Aplicação do Epistheme na Melhoria do Processo.....	124
5.5 – Conclusão	126
Capítulo 6 – Conclusões e Trabalhos Futuros	128
6.1 – Contribuição	128
6.2 – Trabalhos Futuros	129
Referências	132
Anexo A – Esquema do Banco de Dados.....	143

Índice de Figuras

Figura 1 - Arquitetura SPeCS	8
Figura 2 - Hierarquia do Conhecimento (MOREY e FRANGIOSO, 1997)	11
Figura 3 - Matriz de Conhecimento (SVEIBY e LLOYD, 1987)	14
Figura 4 - Etapas do Conhecimento Científico	16
Figura 5 - Curso do Esquecimento (SCHERMER, 1991)	19
Figura 6 - Espiral do Conhecimento (NONAKA e TAKEUCHI, 1995)	24
Figura 8 - Processos de GC, segundo (ALAVI, 1997c)	38
Figura 9 – “Framework” da Gestão do Conhecimento (ALAVI, 1997b)	39
Figura 10 - TI e Processos de GC (ALAVI, 1997a)	40
Figura 11 - Processos de GC, segundo Fayyad (FAYYAD, 2000)	41
Figura 12 - Processos de GC (RUGGLES, 1995)	42
Figura 13 - Processos de GC, segundo Microsoft (MICROSOFT SOLUTIONS, 2000)	42
Figura 14 - Modelo Genérico de Gestão do Conhecimento (STOLLENWERK, 2001)	45
Figura 15 - Meta Componentes, segundo Tiwana (TIWANA, 2000)	49
Figura 16 - O Ambiente SPeCS	78
Figura 17 - Exemplo de dados gerados pelo XArc	80
Figura 18 integração Decisio-Epistheme (CASTRO, OLIVEIRA <i>et al.</i> , 2002)	81
Figura 19 - Modelo Conceitual do Conhecimento Científico	83
Figura 20 - Arquitetura do Epistheme	85
Figura 21 - Cadastro de Prática	88
Figura 22 - Busca e Seleção de Dúvidas Submetidas a Um Centro	91
Figura 23 - Ontologia Resumida na Área de Ciência da Computação	95
Figura 24 - Exemplo de Retorno da Busca de Especialistas	97

Figura 25 - Três visões da mesma árvore hiperbólica	98
Figura 26 - CBR Sintático	100
Figura 27 - Exemplo de Resultado do CBR Sintático	101
Figura 28 - CBR Semântico	102
Figura 29 - Inconsistências na Criação de Ontologias	105
Figura 30 - Ontologia e Espaço para Comentário	107
Figura 31 - Ontologia de domínio no formato XML.....	108
Figura 32 - Epistheme e o Processo de Criação de Conhecimento	109
Figura 33 – Atuação do Epistheme no Modelo Genérico de Gestão de Conhecimento.....	110
Figura 34 - Processos de Gestão de Conhecimento Científico e Epistheme	112
Figura 35 - Arquitetura de Implementação do Ambiente.....	113
Figura 36 – Estágio atual da implementação.....	114
Figura 37 - Processo de Zonemanto Agro-Climático.....	121
Figura 38 - Busca de Casos por Estado Brasileiro	126
Figura 42 - Criação e Validação	146
Figura 43 - Análise do “Log”	146

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Comparativo entre Ferramentas de TI	58
Tabela 2 - Projetos em GC Científico e os Processos que atende	73
Tabela 3 - Diferença do Epistheme para Propostas Correlatas	115
Tabela 4 - Ferramentas Epistheme para Solução dos Problemas de Zoneamento Agroclimático	124

Lista de Abreviaturas

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
API	Application Program Interface
BD	Bibliotecas Digitais
CBR	Case Based Reasoning
CSCL	Computer-Supported Cooperative Learning
CSCW	Computer-Supported Cooperative Work
DEPV	Diretoria de Eletrônica e Proteção ao Voo
FGDC	Federal Geographic Data Committee
GC	Gestão de Conhecimento
GCC	Gestão de Conhecimento Científico
HTML	Hyper Text Markup Language
IIS	Internet Information Server
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
JSP	Java Server Pages
LMPL	Linguagem de Marcação da Plataforma Lattes
ODMG	Object Data Management Group
OIM	Open Information Model
RDF	Resource Description Framework
SBDDH	Sistemas de Banco de Dados Distribuídos e Heterogêneos
SEML	Scientific Experiment Markup Language
SGBD	Sistema Gerenciador de Banco de Dados
SGM	Sistemas Gerenciadores de Modelos
SGWC	Sistemas Gerenciadores de “Workflows” Científicos
SI	Sistemas Integradores
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SpeCS	Spatial dEcision support Collaborative System
SQL	Structured Query Language
UDC	Universal Decimal Classification
VSM	Vector Space Model
XML	eXtensible Markup Language

Capítulo 1 – Introdução

1.1 – Motivação

As principais tendências que se definem no momento atual são o deslocamento do paradigma de sociedade industrial para sociedade da informação, de economia nacional para economia mundial, de centralização para descentralização, e nesta mudança, o principal recurso tem sido o conhecimento.

Se a ideologia da produção em série, característica da era industrial, tinha como princípio fundamental a associação de terra, trabalho e capital como forma de criar riqueza, na sociedade do conhecimento, a informação, gerando ação (conhecimento aplicado), constitui o mais importante recurso de agregação de valor. A versatilidade do conhecimento permite atender às necessidades do consumidor de forma muito mais satisfatória. O conhecimento revoluciona o processo de produção, uma vez que ele torna economicamente viável a individualização e diversificação do produto, e a reutilização do conhecimento contido na empresa permite a realização de tarefas de maneira mais rápida. Conhecendo-se um processo ou caso que foi bem sucedido, e aplicando-se este conhecimento em um contexto parecido, reduz-se consideravelmente o número de erros. Podemos aperfeiçoar o que já sabemos, inovando-o. Cada dia mais será necessário a prática empreendedora, tanto quanto gerencial, baseada em regras e conhecimento específico. A inovação, que consiste em trabalho árduo e sistemático de análise periódica dos produtos, serviços, tecnologia, mercado e canais de distribuição, é o que determinará a sobrevivência das organizações.

Na sociedade do conhecimento, o real valor dos produtos está no conhecimento neles embutido, em que a economia adota uma estrutura mais diversa, alterando-se contínua e rapidamente. Nos países mais avançados, o acúmulo de informações e a sua reunião para estruturar esquemas de conhecimentos cada vez maiores e mais sofisticados permitiram mudanças qualitativas no setor econômico. Hoje, o poderio econômico internacional de um país está diretamente relacionado ao fator conhecimento.

Recentemente, um número cada vez maior de empresas percebeu o quanto é importante “saber o que elas sabem” e ser capaz de tirar o máximo proveito de seu conhecimento. A Gestão do Conhecimento foi considerada crítica por 97% dos

gerentes que participaram de uma pesquisa da Pricewaterhouse Coopers no Fórum Econômico Mundial (TELLES, 1999). Uma pesquisa recente sobre a implantação da Gestão do Conhecimento em empresas européias, publicada pela revista Information Strategy Online (STRATEGY ONLINE, 2001), ligada à conceituada The Economist, traz algumas informações interessantes para reflexão.

Para 73% das pessoas pesquisadas - entre gerentes e executivos - a Gestão do Conhecimento é vista como “uma coleção de processos que governa a criação, disseminação e utilização do conhecimento para atingir plenamente os objetivos da organização” (TEIXEIRA, 2001). Mesmo considerando o estado embrionário em que a Gestão do Conhecimento se encontra nas organizações em todo mundo, este percentual de concordância em torno de uma definição indica um amadurecimento em relação ao tema.

Diversas forças apontam nesse sentido. “Do lado das corporações, é cada vez maior o número de empresas com estruturas planas, divididas em poucos níveis hierárquicos e espalhadas pelo mundo”, conta Pedro Bravo, gerente Regional da América Latina da área de Serviços de Mensagens da Hewlett Packard (HP). Nessas companhias, o conhecimento tem de ser difundido para muitos e é preciso haver trabalho colaborativo (TELLES, 1999).

Já do ponto de vista da concorrência, o aumento da competição exige profissionais mais capacitados. “À medida que o mercado for ficando mais competitivo, a tendência é que o conhecimento individual passe a ser cada vez mais disponível à comunidade”, avalia Alexandre Wilson Bisson, gerente Corporativo da Votorantim Mineração e Metalurgia, braço da holding na área (COMPUTERWORLD, 2001).

As pessoas têm usado conhecimento nas organizações há muito tempo, pelo menos implicitamente. O conhecimento da empresa, da competição, dos processos, do ramo de negócio, enfim, têm estado por trás de milhões de decisões estratégicas e operacionais, ao longo dos anos. No entanto, o reconhecimento de que o conhecimento é um recurso que precisa ser gerenciado é relativamente recente. A Gestão do Conhecimento vista como uma coleção de processos que governa a criação, disseminação e utilização do conhecimento para atingir plenamente os objetivos da organização, é uma área nova, um novo campo entre estratégia, a cultura e os sistemas de informação de uma organização. Com o enfoque da Gestão do Conhecimento começa-se a rever a empresa, suas estratégias, sua estrutura e sua cultura.

Ao tentar-se praticar a Gestão do Conhecimento, deve-se primeiro entender como o conhecimento é obtido, quem o possui em uma organização e em que forma ele está e quais as barreiras físicas e culturais que devem ser transpostas para codificá-lo e distribuí-lo.

Isto conduz as instituições a um novo desafio que é o de implantar a Gestão do Conhecimento para facilitar a eficiência, melhorar o serviço para os clientes e, ainda, aumentar a competitividade, e a tecnologia de informação atua como facilitadora desta atividade, onde não é possível a transferência de conhecimento em condições comuns. Ou seja, a Gestão do Conhecimento utiliza a Tecnologia de Informação como um instrumento para auxiliar em algumas de suas etapas. Conforme TARAPANOFF(2000), a rotinização dos processos não foi possibilitada por máquinas, e os meios computacionais são apenas o gatilho que a desencadeou. O software é a reorganização do trabalho tradicional, baseado em séculos de experiência, por meio da aplicação do conhecimento e, especialmente, da análise lógica e sistemática.

Uma vez que a tecnologia de informação é parte contribuinte para a Gestão do Conhecimento, prover um ambiente computacional neste contexto pode implicar em melhorias na gerência do conhecimento em uma instituição. Cuidados devem ser tomados quando a organização em questão é uma instituição científica, devido as suas peculiaridades, tanto em relação aos processos, quanto aos seus profissionais e dados utilizados. As possibilidades de integração destas duas áreas, Gestão de Conhecimento e ambientes científicos, é a motivação principal deste trabalho de pesquisa, enfocando, em particular, o apoio computacional a gerência de metadados, processos e sua melhoria contínua através do uso da tecnologia de informação.

1.2 – Caracterização do Problema

Para administrar o conhecimento e seu contínuo desenvolvimento, surgiu a Gestão do Conhecimento. Sua finalidade é criar meios para que uma instituição responda de forma dinâmica e eficiente ao ambiente, valorizando os ativos intangíveis de uma organização e considerando como principal ativo intangível o conhecimento.

Mas a Gestão do Conhecimento não está sendo aplicada somente nas empresas. A própria ciência (do latim: “scientia”, conhecimento) está em busca constante por novos processos de Gestão de Conhecimento que auxiliem na manipulação da enorme quantidade de conhecimento e informação acumulada nos dias atuais. A comunidade

científica despertou para a necessidade de gerenciar e armazenar o intercâmbio realizado entre pesquisadores, seja feito sob a forma documental, como relatórios técnicos, artigos, revistas e livros, ou sob a forma interativa, através de aulas, seminários, experimentos e pesquisas de campo. Através deste intercâmbio é que novos conhecimentos são gerados e agregados à instituição de pesquisa.

O problema enfrentado atualmente na Gestão do Conhecimento é que grande parte do conhecimento disponível necessário encontra-se inacessível aos indivíduos durante um processo de tomada de decisão e planejamento. E este problema é agravado no meio científico tendo em vista a complexidade e volume dos dados utilizados, distância física dos pesquisadores de um mesmo domínio e o crescimento quase exponencial de informação científica. O uso da tecnologia como suporte à Gestão do Conhecimento facilita nas tarefas de registro, organização, transformação e busca desse conhecimento acumulado, e com isto surgiram alguns projetos computacionais de suporte à Gestão do Conhecimento Científico.

Mas apesar do surgimento crescente do apoio tecnológico, questionamentos sobre os sistemas de informação disponíveis surgiram, e são levantadas críticas quanto à sua suficiência para atender às novas necessidades individuais e coletivas no que se refere à troca, aquisição e disseminação de conhecimento.

Uma das críticas é que o foco tem sido muito mais sobre o desempenho de atuações individuais ou funcionais do que sobre a ação coletiva. A eficiência nas ações individuais não traz um grande retorno à instituição, seja esta pertencente a uma comunidade científica ou não, se a organização não for capaz de integrar completamente estas ações em um esforço único para os demais integrantes da equipe ou pessoas do mesmo domínio de conhecimento.

Outro fator é a forma de armazenamento de informações e dados. O conteúdo básico da maior parte dos sistemas existentes é o tratamento do fluxo de informações estruturadas. Por isso, tornam-se necessários esforços no reconhecimento e tratamento de dados não estruturados, que possuem como principal característica a imprevisibilidade de seu conteúdo e organização. Surge também a dificuldade de se registrar as informações tácitas, tendo em vista que as informações explícitas armazenadas não são suficientes para se tomar decisões adequadas. Ao se armazenar informações, sejam estas estruturadas ou não, existe sempre uma descontextualização, ou seja, alguma forma de conhecimento tácito que não é guardada. Além disso, mesmo tendo-se posse de muitas informações armazenadas que representem conhecimento,

para que um indivíduo possa acessá-las e utilizá-las no ambiente organizacional, deverá passar por um processo de aprendizado e recontextualização, podendo levar um tempo considerável, e pouca atenção tem sido dedicada ao aprendizado, seja no nível individual, seja no coletivo. Os sistemas foram projetados para tratar, na forma de fluxo de informações, os conhecimentos já existentes e já explicitados.

Assim sendo, o desafio para a área de Tecnologia de Informação e seus profissionais é identificar as tecnologias que apóiem a comunicação e a troca de idéias e experiências, facilitando e incentivando as pessoas a se unirem, a participarem, a tomarem parte em grupos e comunidades, e a renovarem seus conhecimentos. Desta forma, o desafio passa a ser migrar de uma posição de suporte a processos para o suporte a competências¹. O papel a ser desempenhado passa a ser estratégico: ajudar o desenvolvimento do conhecimento coletivo, e do aprendizado contínuo, tornando mais fácil para as pessoas na organização compartilharem problemas, perspectivas, idéias e soluções. As estratégias para desenvolvimento do conhecimento devem ser focadas na criação de mecanismos que permitam aos profissionais manterem contato, além de mapear e acompanhar a participação de cada profissional e não apenas na captura e disseminação centralizada de informação.

Embora algumas propostas de ferramentas computacionais para auxílio a Gestão do Conhecimento tenham sido aplicadas no meio científico, a maioria destas é focada apenas na gerência do dado científico e realizações de simulações e pouca atenção tem-se dado ao principal responsável pelo processo de criação de conhecimento organizacional: o profissional, o ser humano detentor do conhecimento, base de qualquer instituição científica.

1.3 – Objetivos da Tese

Dentro desse contexto, surgiu a proposta do ambiente gerenciador de conhecimento científico Epistheme, que possui como principal finalidade gerenciar o conhecimento científico organizacional.

Este sistema foi idealizado para que seja um sistema proativo, isto é, capaz de tomar iniciativas de acordo com o perfil e área de atuação do pesquisador, bem como

¹ Neste trabalho, entende-se por competência o conjunto de conhecimentos e habilidades de um profissional, sem levar em consideração a ética.

reativo, respondendo as requisições e mudanças do ambiente. Desta maneira, provê no tempo certo novos e relevantes conhecimentos para auxiliar os pesquisadores em suas tarefas. O Epistheme não armazena, nem gerencia a estrutura de armazenamento ou desempenho de consultas do dado científico. A sua principal funcionalidade é gerenciar metadados sobre os dados e os locais onde o pesquisador pode adquiri-los, a qualidade do dado fornecido, prover um meio para criar casos de práticas no meio científico e comunidades que sejam provedoras e disseminadoras de conhecimento, além de ferramentas para criação e edição de ontologias.

O principal enfoque do ambiente é a colaboração e gerência de competências, possibilitando a interação entre os pesquisadores, facilitando a comunicação de pessoas pertencentes a uma mesma área de pesquisa, reunindo em um único ambiente diferentes perspectivas e "expertises" presentes na organização. Este ambiente possui ainda uma nova abordagem de busca, baseada em ontologias de aplicação², para a localização de profissionais dentro de um grupo de pesquisa quando o ator responsável pela atividade é afastado ou um especialista é necessário para executar uma tarefa ou resolver, de uma maneira rápida, um problema. Uma outra nova abordagem é a possibilidade dos pesquisadores fazerem uma ontologia de domínio de maneira colaborativa, sem a obrigatoriedade de presença física, tendo em vista que o Epistheme é um ambiente "Web". Isto é especialmente útil quando o domínio de atuação é multidisciplinar e vários profissionais de conhecimentos e áreas de atuações diferentes necessitam interagir e formar um vocabulário comum.

Não é objetivo desta tese realizar análises filosóficas ou psicológicas sobre a criação do conhecimento, nem ao menos se aprofundar na Epistemologia. O principal enfoque deste trabalho é uma solução de cunho computacional, incorporada no ambiente SPeCS (a ser explicado a seguir), que auxilie a Gestão de Conhecimento em ambientes científicos.

² Ontologia de Domínio - refere-se ao vocabulário de um domínio genérico.

Ontologia de Aplicação - refinamento do conhecimento para atender a uma tarefa ou atividade, especializando assim os termos introduzidos na ontologia de domínio

1.4 – Contexto da Tese

O Epistheme está inserido no contexto do ambiente SPeCS (**S**patial **D**ecision **C**ollaborative **S**upport) (MEDEIROS, SOUZA et al., 2001; MEDEIROS, STRAUCH et al., 2000). O SPeCS, resultado da tese de doutorado de MEDEIROS(2000), é um projeto de ambiente de suporte ao processo decisório colaborativo, permitindo a interação dos tomadores de decisão em diversos ambientes heterogêneos e dispersos geograficamente.

A arquitetura inicial do SPeCS é composta por três camadas: Ferramentas de Decisão, Ferramentas de Conhecimento, Camada de Integração, conforme mostrado na Figura 1. Esta arquitetura evolui, e o estado atual dela é comentada na seção 3.

As ferramentas que compõe a primeira camada da arquitetura possuem a funcionalidade de auxiliar as atividades envolvidas no processo de tomada de decisão colaborativa, desde a fase de definição do problema até o controle de sua execução. Esta camada ainda possibilita aos membros do grupo trabalhar com a decisão multi-critério de maneira georeferenciada.

As ferramentas de conhecimento, na arquitetura inicial, contemplam mecanismos para o planejamento e medições de decisões, bate-papo visual, controle de questionários e gestão do conhecimento. A camada de serviços básicos do SPeCS permite a integração e o compartilhamento de bases de dados heterogêneas e distribuídas através de mediadores que possibilitam a interoperabilidade entre os diversos repositórios de dados espalhados através da *web*, mantendo a autonomia dos mesmos.

Com a evolução do trabalho de MEDEIROS(2000), o SPeCS passou a atuar também em atividades científicas. Com isto, sobreveio a necessidade de se gerenciar o conhecimento gerado por pesquisadores no ambiente SPeCS, no qual o Epistheme, tema desta tese, se aplica.

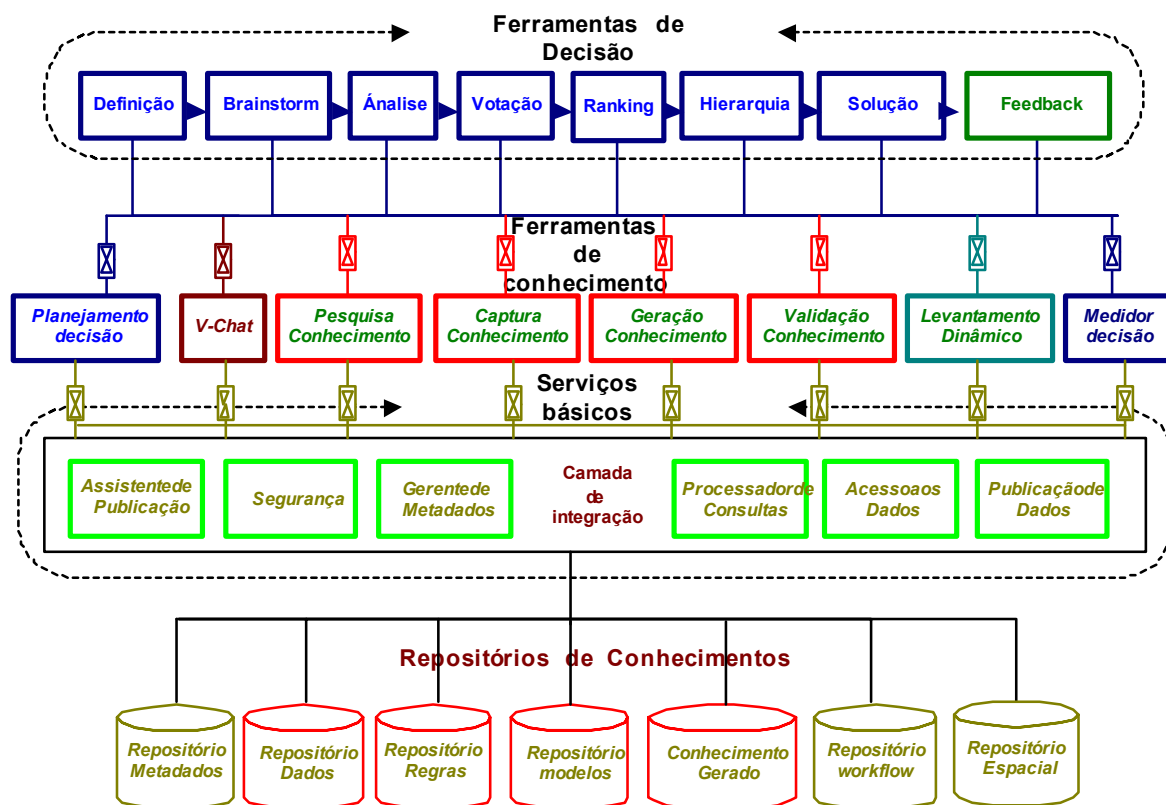


Figura 1 - Arquitetura SPeCS

1.5 – Organização da Tese

Este trabalho é uma proposta de ferramenta computacional para apoiar a captura, armazenamento e distribuição do conhecimento em ambientes científicos. Mas para basear conceitualmente este trabalho, tornou-se necessário mostrar alguns conceitos introdutórios para o entendimento da Gestão do Conhecimento Científico, conceitos estes mostrados na revisão de literatura, nos capítulos 1 e 2. Estes conceitos compõem-se da definição de conhecimento, as peculiaridades do conhecimento científico, as teorias sobre aquisição de conhecimento, e o processo de criação do conhecimento científico, todos no **capítulo 1**. Também são abordados, no **capítulo 2**, a definição e diferentes visões das etapas da Gestão do Conhecimento, bem como é explicado o que são sistemas de Gestão do Conhecimento e as tecnologias empregadas nestes, como “internet”, “workflow”, “groupware”, “data warehouse”, “data mining”, agentes inteligentes, ferramentas de suporte à decisão, algoritmos genéticos, redes neurais, “case based reasoning” e sistemas de mapas de conhecimento. Neste mesmo capítulo são

descritos os papéis da Tecnologia de Informação na Gestão do Conhecimento, como também o refinamento das necessidades quando a Gestão do Conhecimento é aplicada em meios científicos, e atuais projetos nesta área são mencionados e comparados.

O Epistheme é parte de um projeto maior chamado SPeCS. No capítulo seguinte, **capítulo 3**, é descrito o papel do Epistheme no ambiente SPeCS, bem como os demais módulos são integrados com o tema desta tese. O Epistheme trabalha sobre um meta-modelo de conhecimento científico, que é descrito também na seção corrente. Para alcançar seu objetivo, o Epistheme é composto pelos módulos de aquisição do conhecimento, identificação e busca, integração, criação e validação, os quais são descritos na arquitetura e definição dos módulos. Para mostrar como este trabalho auxilia os processos de Gestão de Conhecimento, são mapeadas as ferramentas do ambiente e sua utilização em três diferentes processos. Para validação do mesmo, foi criado um protótipo e a diferença do Epistheme com as propostas já existentes encerra este capítulo.

As ferramentas desenvolvidas estão em fase de implantação na COPPE para o projeto AgroMet, projeto de Gestão de Conhecimento na área de Agrometeorologia, resultado da parceria da COPPE/UFRJ com a Embrapa. No **capítulo 4** há uma breve descrição do projeto AgroMet, bem como o Epistheme auxilia no processo de zoneamento agroclimático brasileiro. No capítulo seguinte, **capítulo 5**, uma conclusão sobre o trabalho é feita bem como mencionados os passos futuros desta pesquisa.

Capítulo 2 – Conhecimento

Este trabalho é voltado para a gerência do conhecimento científico, e não se pode analisar esta atividade sem definir o que é conhecimento. Como ponto inicial é necessário entender o foco desta gerência: o conhecimento e como ele é criado, e qual o diferencial para torná-lo científico.

Neste capítulo serão discutidos alguns conceitos e definições a respeito do conhecimento, bem como sua criação e aquisição.

2.1 – Definição

Na prática, as palavras “informação” e “conhecimento” são freqüentemente utilizadas sem distinção por alguns autores, e muitas instituições que julgam estar praticando a gestão do conhecimento estão apenas gerenciando informação. Gestão do Conhecimento é, muitas vezes, discutida na literatura de negócios e dentro de um contexto de ferramentas comerciais, ignorando-se a questão da natureza do conhecimento e simplesmente tratando-se informação e conhecimento como sinônimos.

A distinção entre conhecimento e informação deve ser esclarecida, pois caso contrário não se consegue separar o que é Gestão de Conhecimento do ato de gerenciar informação. Informação é o resultado de uma pesquisa sobre um conjunto de dados, seguida de uma análise e de alguma forma explicitado, seja através de um comentário, da criação de gráfico, da criação de relatórios, dentre outras maneiras.

Se alguma coisa é tangível, o que quer dizer que você pode ler, tocar ou medir, então isto é um dado ou uma informação, e não conhecimento. A informação pode proporcionar conhecimento (como aquele corriqueiro exemplo das fraldas e da cerveja³, ou seja, aproximar as cervejas das fraldas, exemplo clássico de análise Mineração de Dados – “Datamining”), mas apenas isto. A essência é que o conhecimento reflete estados mentais que estão em constante transformação, cujos processos associados e

³ Este exemplo relata que um supermercado, após análises das vendas realizadas, descobriu que a maioria dos homens que comprava fraldas comprava também cerveja. A estratégia foi colocar os produtos próximos, o que ocasionou um sucesso de vendas.

inter-relacionados são inerentes à mente humana e ao seu saber. Portanto, a informação pode expressar ou representar os pensamentos, mas não a própria mente. Essa noção é, em parte, apresentada na definição de Peter F. Drucker em Realidades(DRUCKER *apud* (BARROSO e GOMES, 1999): “O conhecimento é a informação que muda algo ou alguém - tanto por transformar-se em base para ação (lembre-se da afinidade entre as fraldas e as cervejas, citado anteriormente) ou por fazer um indivíduo (ou uma instituição) ser capaz de ações diferentes e mais efetivas”. Ou seja, o conhecimento é a aplicação de informação para obtenção de resultados. Para DRUCKER(1998) esses resultados são vistos fora da pessoa – na sociedade e na economia, ou no avanço do próprio conhecimento.

Em outras palavras esta definição diz que uma informação torna-se um “item do conhecimento” quando muda o estado (mental) de conhecimento de um indivíduo ou organização, em relação à sua capacidade de ação. Por isso, o conhecimento deve ser definido em termos dos processos de sua incorporação.

Além de definir conhecimento, DRUCKER(1998)especifica três tipos de conhecimentos: i) aperfeiçoamento continuado do processo, produto ou serviço; ii) exploração continuada do conhecimento existente para desenvolver produtos, processos e iii) serviços diferentes e inovação genuína. O autor acredita que a inovação é a aplicação do conhecimento para a produção de novo conhecimento e que a inovação requer esforço sistemático e um alto grau de organização, mas também requer descentralização e diversidade, isto é, o oposto de planejamento central.

De maneira similar, o conhecimento é definido por DIXON(1937) como a “interligação dos significados que as pessoas fazem em suas mentes entre informação e sua aplicação em um conjunto de ações”. Outra definição é dada por MOREY e FRANGIOSO(1997), no qual apresenta o conhecimento em uma hierarquia de valores, mostrada a seguir, na Figura 2.



Figura 2 - Hierarquia do Conhecimento (MOREY e FRANGIOSO, 1997)

O conhecimento está no topo da escala, que começa com os dados. Para transformar dados em informações precisamos de ferramentas, sejam elas

computacionais ou não, de maneira que possamos filtrar dados e analisá-los. Mas para transformar informação em conhecimento precisamos de tempo para assimilar e vivenciar a informação. Conhecimento não é nem dado nem informação, mas está relacionado a ambos. Podemos pensar em informação como sendo dado que faz sentido, que faz diferença, e o conhecimento seria então um conjunto formado por experiências, valores, informação de contexto, criatividade aplicada à avaliação de novas experiências e informações.

As abordagens mencionadas acima identificam o conhecimento como algo inseparável das pessoas. Nas organizações o conhecimento se encontra não apenas nos documentos, bases de dados e sistemas de informação, mas também nos processos de negócio, nas práticas dos grupos e na experiência acumulada pelos seus empregados. No ambiente corporativo, dado, em geral, é o registro de uma transação. Já a informação é uma mensagem, está contextualizada. Conhecimento, por sua vez, é um conjunto de informações organizadas por julgamentos, experiências e regras.

Seguindo com as definições sobre conhecimento, há uma noção que perpassa os significados das definições acima, mas negligencia o conhecimento tácito. “Conhecimento é crença verdadeira e justificada” (MOREY e FRANGIOSO, 1997). Em outras palavras, conhecimento é opinião, idéia ou teoria que tenha sido verificada, de forma empírica, e aceita por uma comunidade.

“Podemos dizer que conhecimento tem um significado duplo. Está, em primeiro lugar, associado ao conceito de um corpo de informações que se constitui de fatos, opiniões, idéias, teorias, princípios e modelos. Mas também pode referir-se à situação ou estado de uma pessoa em relação àquele conjunto de informações. Este estado pode ser ignorância, consciência, familiaridade, entendimento, habilidade, etc” (BARCLAY e MURRAY, 1997).

Esta definição é, de alguma maneira, similar à distinção de Michael Polany's (POLANYI, 1983) entre conhecimento explícito e conhecimento tácito. Sendo o primeiro chamado de conhecimento codificado ou formal, o que pode ser articulado através da linguagem e transmitido a indivíduos; e o último (também, conhecimento informal) significando conhecimento pessoal enraizado na experiência individual e envolvendo crenças pessoais, perspectiva e valores.

Enfocando o papel do conhecimento em organizações de negócios, conhecimento tácito é, com frequência, visto como a verdadeira chave para resolver os

problemas e criar valores novos, enquanto conhecimento explícito é considerado apenas como suporte.

Assim, nós freqüentemente encontramos uma ênfase no aprendizado organizacional e outras abordagens que reforçam a internalização da informação (pela experiência e pela ação), além da criação de novos conhecimentos através da interação.

Segundo DIXON(1937), o único conhecimento que reside em uma organização, e conseqüentemente, o único conhecimento essencial para a prática da Gestão do Conhecimento, é o “conhecimento comum”, que pode ser definido como “o conhecimento que os empregados aprendem ao realizarem as tarefas na organização”, definição similar ao de “conhecimento embutido” citado por BOURDREAU e COUILLARD(1999) e o “saber o quê e como” de BROWN e DUGUID(1998). Este “conhecimento comum” surgiria da necessidade da organização melhorar ao máximo suas tarefas, e para isso necessitaria conhecer profundamente seus processos, seus produtos, clientes e parceiros, de maneira a melhorar e inovar todas as suas tarefas, e conseqüentemente, aumentar a competitividade em relação aos seus concorrentes.

O conhecimento comum (DIXON, 1937), muito se parece com a definição de conhecimento organizacional (FRAPPAOLO, 2000). FRAPPAOLO (2000) diferencia dois tipos de conhecimento organizacional: o conhecimento externo e o conhecimento interno.

O conhecimento externo reflete a consciência sobre os competidores, as normas e as tendências do mercado. O conhecimento interno inclui o entendimento das competências-chave, o acúmulo de lições aprendidas ao longo do tempo, “expertise” e o reconhecimento dos pontos fortes e fracos da empresa.

Uma outra definição de conhecimento, dada por SVEIBY e LLOYD(1987), é que em uma organização há dois tipos de conhecimento: o conhecimento profissional e o gerencial.

O conhecimento profissional é o centro de conhecimento de uma empresa, a essência do negócio na qual a companhia desenvolve suas atividades. Em uma firma jurídica ele é o conhecimento legal, em um laboratório é o conhecimento científico ou químico. O sucesso em uma empresa depende do conhecimento profissional de seus empregados e como estes a empregam na realização das tarefas. Podemos observar que a definição do conhecimento profissional (SVEIBY e LLOYD, 1987) é similar à definição de conhecimento comum (DIXON, 1937).

O conhecimento gerencial é o conhecimento em “marketing”, administração, finanças e na arte de auto gerenciar-se. Conhecimento gerencial é necessário, caso contrário a empresa não sobreviverá.

Se colocarmos os dois tipos de conhecimentos juntos, podemos construir uma matriz mostrando os quatro principais tipos de pessoal em uma companhia, como demonstrado na Figura 3.

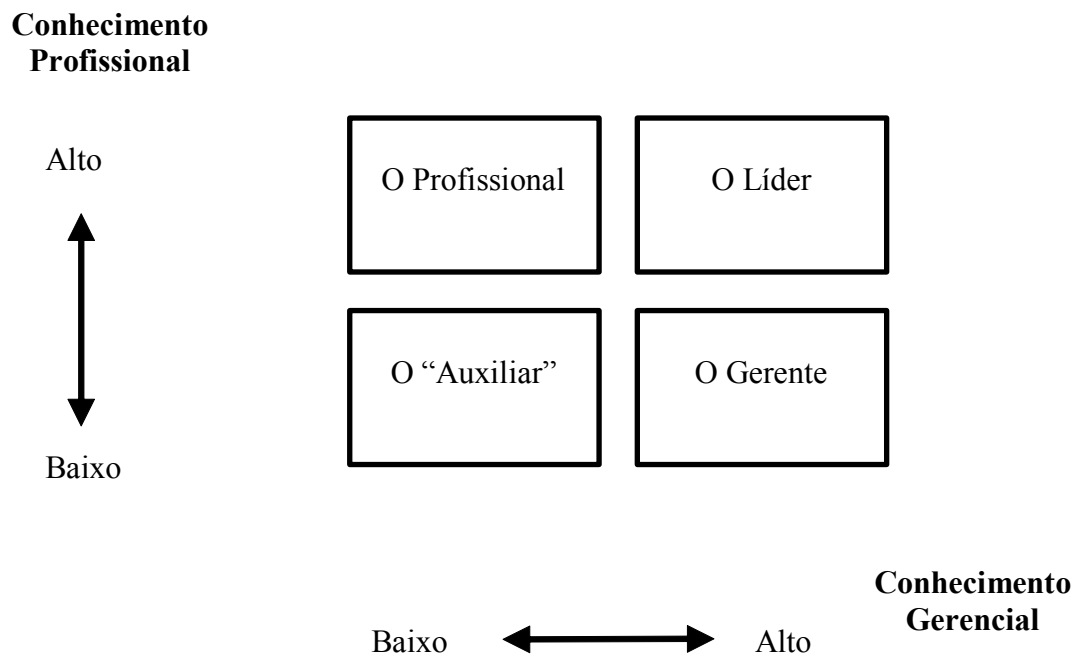


Figura 3 - Matriz de Conhecimento (SVEIBY e LLOYD, 1987)

Segundo SVEIBY e LLOYD(1987) os tipos de conhecimento em uma companhia são:

- ✓ O Profissional - Conhecedores do ramo de atuação da empresa. São os especialistas e geralmente não estão aptos a gerenciar outras pessoas. Estão interessados em sua própria liberdade para desenvolver suas próprias habilidades profissionais.
- ✓ O Gerente - Um gerente tradicional tem um alto nível de conhecimento organizacional e normalmente está liderando pequenos times.
- ✓ O Auxiliar - Este tipo de pessoa executa serviços de apoio e tarefas auxiliar-administrativas.

- ✓ O Líder - É geralmente um ex-profissional que desenvolveu a capacidade de organizar. É a força de uma companhia e geralmente é insubstituível.

Mais importante do que definir o conhecimento é saber como gerenciá-lo em uma organização, e proporcionar meios para a criação de novos conhecimentos, armazenamento e conseqüentemente sua distribuição. NONAKA e TAKEUCHI(1995) afirmam que as empresas lidam com ambientes incertos não através de adaptações passivas, mas através de interações ativas. De acordo com os autores, a organização que deseja lidar de forma dinâmica com as mudanças no ambiente precisa criar informação e conhecimento, não apenas processá-lo de forma eficiente.

Como apresentado, existem muitas definições sobre conhecimento. Este trabalho foi embasado na definição de conhecimento tácito e explícito (POLANYI, 1983). Vale lembrar, que este trabalho lida com uma especialização do conhecimento, o conhecimento científico. O que distingue este tipo de conhecimento dos demais, e o torna tão peculiar, será abordado na próxima sessão.

2.2 – Conhecimento Científico

Um dos primeiros a definir o conhecimento científico foi Sócrates (Sócrates *apud* CHAUÍ, 2002), para o qual conhecer um assunto ou conceito consistia em “reunir os componentes de uma coisa singular, ou de uma substância real, unir os semelhantes e separar os discordantes, para formar o conceito ou a definição dessa coisa singular”. Para isto, os dados dispersos da experiência – a sensação – eram passados por uma primeira síntese – o sentido comum e a imaginação auxiliada pela memória – resultando em uma primeira unidade racional que oferece os atributos ou predicados essenciais e acidentais desta coisa chamada razão. Assim, a razão, operando com princípios, axiomas, definições e demonstrações, formula juízos sobre as coisas gerando um conceito dito verdadeiro.

O conhecimento científico é o conhecimento resultante de atividades científicas e o seu objetivo é demonstrar, mediante argumentos, uma solução proposta para um problema, relativo a um determinado tema (SEVERINO, 2002), como visto na Figura 4.

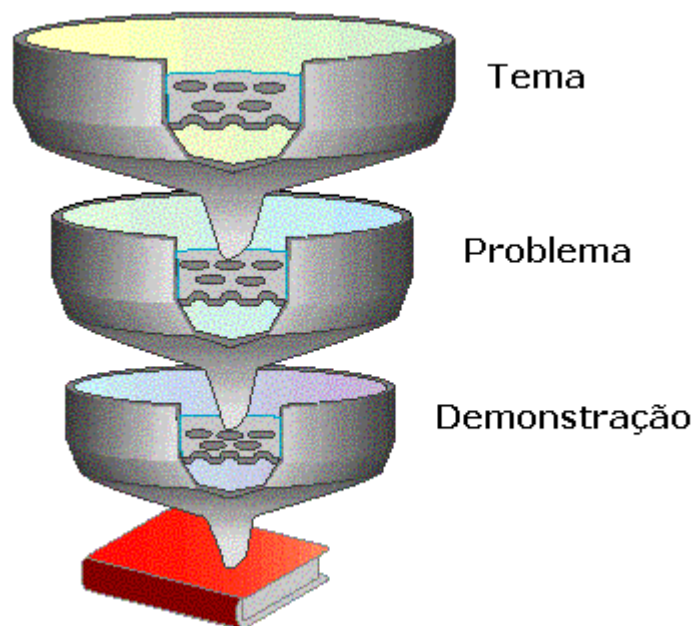


Figura 4 - Etapas do Conhecimento Científico

A demonstração baseia-se em um processo de reflexão por argumentação, ou seja, baseia-se na articulação de idéias e fatos, portadores de razões que comprovem aquilo que se quer demonstrar. Essa articulação é conseguida mediante a apresentação de argumentos. Esses argumentos fundam-se nas conclusões dos raciocínios e nas conclusões dos processos de levantamento e caracterização dos fatos.

O raciocínio é um processo de pensamento pelo qual conhecimentos são logicamente encadeados de maneira a produzirem novos conhecimentos. Tal processo lógico pode ser dedutivo ou indutivo. Dedução e indução são, pois, processos lógicos de raciocínio.

O levantamento e a caracterização de fatos são realizados mediante o processo de pesquisa, sobretudo da pesquisa experimental, de acordo com técnicas específicas.

Conforme exemplificado em (MEDEIROS, VOSSEN *et al.*, 1996), o desenvolvimento de um medicamento passa por várias fases. Primeiramente, é identificado um número de substâncias que podem ajudar na cura de uma doença. Esta escolha é baseada nos resultados de experiências anteriores, requisitos legais e outros aspectos, como custo. Para que a nova droga seja produzida, o laboratório conduzirá diversas experiências, eventualmente passará por testes com a aplicação do medicamento em animais, e conforme o resultado, serão realizadas experiências com humanos. Se bem sucedidas, o novo medicamento enfrentará rotinas de aprovação até chegar ao mercado.

Mas o que difere o conhecimento presente no meio empresarial de um conhecimento científico?

A primeira diferença é em relação aos dados utilizados para análise e construção do conhecimento. Um ambiente empresarial geralmente tem como referência dados administrativos e de produção, gerados através de um processo bem conhecido. Em atividades científicas, os dados geralmente são providos de simulações, experiências anteriores, cálculos e modelos matemáticos. Ou seja, enquanto atividades comerciais trabalham com dados facilmente estruturados, as atividades científicas trabalham, na maioria das vezes, com dados de maior complexidade e de muitas maneiras não-estruturados, que podem estar em bases distribuídas. Dados científicos são mais complexos que dados comerciais e operacionais, tanto em significado quanto em uso e manuseio, e seu gerenciamento necessita uma atenção maior em relação à semântica.

Em geral, as atividades executadas em um domínio comercial são bem definidas, bem como o conhecimento para a execução de cada uma dessas atividades, enquanto as atividades científicas, principalmente na fase da demonstração, são constituídas de seqüências de tentativas, pois o domínio de atuação não é totalmente conhecido. Ou seja, o conhecimento científico é construído gradativamente conforme os resultados de algumas atividades e pode sofrer constantes alterações.

Ou seja, conhecimento científico é real (factual), uma vez que lida com fatos, com "toda forma de existência que se manifesta de algum modo" (TRUJILLO FERRARI, 1974). Ele é contingente: suas hipóteses ou proposições têm sua veracidade ou falsidade conhecida pela experimentação, e não apenas pela razão. Ele é sistemático, pois é um saber ordenado logicamente, formado por um sistema de idéias (teoria), e não por conhecimentos dispersos e desconexos. Ele é verificável: as afirmações (hipóteses) que não podem ser comprovadas não pertencem ao âmbito da ciência. Embora seja baseado na experimentação e verificável, também é falível, pois não é um conhecimento definitivo. O conhecimento científico é aproximadamente exato, pois novas proposições e o desenvolvimento das técnicas podem reformular o acervo das teorias atuais.

Independente da complexidade dos dados manipulados, das informações analisadas e da maneira que é estruturado, tem-se um outro fator na construção do conhecimento científico: a colaboração. Conforme SCHUR, KEATING *et al.* (1998) a colaboração é a essência da ciência e podem ser classificadas em quatro tipos de colaboração em atividades científicas (SCHUR, KEATING *et al.*, 1998):

- ✓ Ponto-a-ponto→ pesquisadores empregam treinamentos e vocabulários comuns e trabalham próximos uns dos outros. Estes pesquisadores desejam ferramentas colaborativas que permitam controlar o compartilhamento de instrumentos, esboços e dados.
- ✓ Mentor-Estudante→ mentores utilizam materiais didaticamente preparados e executam demonstrações ao vivo para ensinar tópicos aos estudantes, como aquisição de dados e técnicas de análise. Mentores observam o desenvolvimento dos estudantes e os guiam conforme necessário. Este tipo de ajuda pode ser altamente interativo: falando, mostrando o quê necessita ser feito, e executando uma atividade em conjunto.
- ✓ Interdisciplinar→ pesquisadores não costumam compartilhar experiências, pois geralmente não são comuns. O tipo de colaboração é feito principalmente por troca de resultados de interesse para as comunidades em questão, que freqüentemente traduzem resultados para seus domínios de atuação.
- ✓ Produtor-Consumidor→ pesquisadores provêem dados para outros pesquisadores de diferentes disciplinas, que utilizam estes dados para alcançar diferentes objetivos. Os pesquisadores-fornecedores freqüentemente sabem pouco sobre o que outros fazem com os dados fornecidos.

Segundo CHIN e LEUNG (2002) o projeto e execução de atividades científicas têm certas tendências e características. Dentre essas, destaca-se:

- ✓ O processo é altamente repetitivo, e
- ✓ Cientistas geralmente mantêm o projeto e execução dos processos científicos em suas mentes e em notas não oficiais, como cadernos e papéis avulsos.

Tendo em vista que o conhecimento científico é gerado a partir de atividades de pesquisa, podemos dizer que o conhecimento científico é gerado a partir da análise de dados científicos, colaboração e cooperação entre pesquisadores e publicação dos resultados das pesquisas.

2.3 – Teorias sobre Aquisição de Conhecimento

Em uma visão mais objetiva, o que realmente importa é como o conhecimento é adquirido e como se pode usar este conhecimento - tanto explícito quanto tácito, tanto profissional, comum ou embutido, quanto gerencial - de maneira a alcançar resultados positivos que venham ao encontro das necessidades da organização. Há um ponto essencial acerca da natureza fugaz do conhecimento, que está muito bem caracterizada na lei de Bentov, cujo enunciado declara que “o nível da ignorância aumenta exponencialmente com o conhecimento acumulado” (BARROSO e GOMES, 1999). Isto é, cada nova informação adquirida gera questões que se acumulam a uma taxa muito maior do que o próprio conhecimento. Por isso, quanto mais uma pessoa aprende, maior é o seu nível de ignorância.

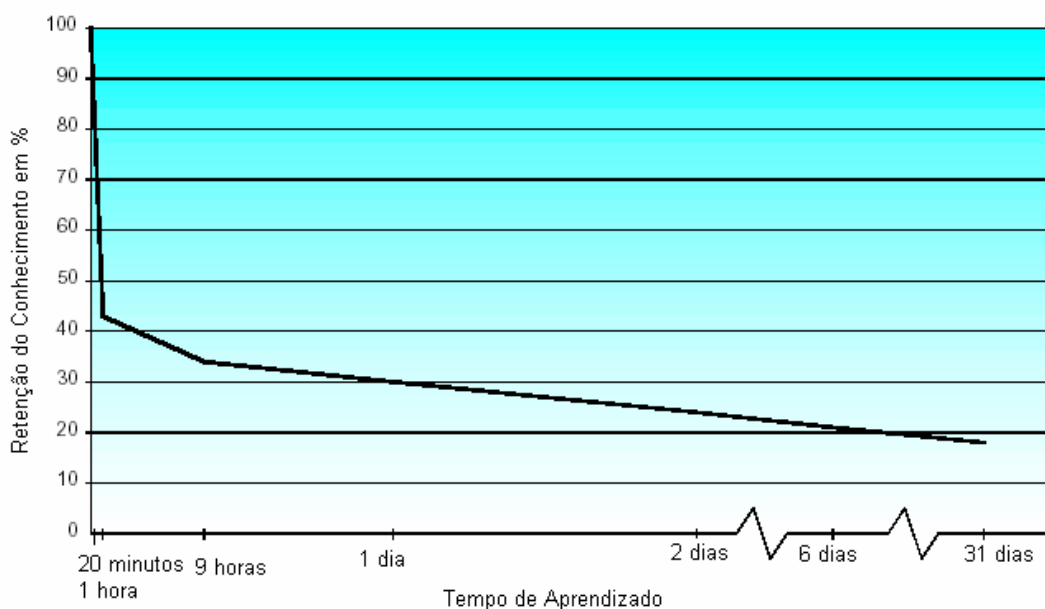


Figura 5 - Curso do Esquecimento (SCHERMER, 1991)

Outro fator preocupante, além da necessidade da aprendizagem pela ignorância em um domínio, é a necessidade da fixação do conhecimento adquirido, ou seja, enraizar os conceitos aprendidos. SCHERMER (1991) descreve o processo de esquecimento, mostrado na Figura 5. Embora o processo de esquecimento sistemático do que foi aprendido não seja tão rápido quanto o mostrado na Figura 5, o processo é o mesmo: em um curto espaço de tempo perde-se muito do que foi aprendido e pouco vivenciado. Devido a isto, torna-se necessário: i) o entendimento de como o conhecimento é criado, e ii) mecanismos que facilitem a constante atualização e re-

aprendizado, como a criação de repositórios de conhecimento, muitas vezes denominadas bases de conhecimento.

A criação do conhecimento sempre foi um tema de estudo por filósofos, psicólogos e mais recentemente por estudiosos em relações humanas nas empresas, para que as organizações possam gerenciar esse tão valioso ativo, resultando em diversas teorias sobre a criação do conhecimento.

Segundo Aristóteles (Aristóteles *apud* CHAUI, 2002), no início do processo de aquisição do conhecimento, somos como um pedaço de cera ao qual não foi dada forma e no qual nada foi gravado, e conhecer é apenas a potencialidade de nossa alma, ou seja, somos seres sensíveis e seres intelectuais em potência. As coisas sensíveis atualizam nossa sensibilidade e passamos ao ato da sensação; as imagens mentais atualizam nosso intelecto e passamos ao ato da inteligência. Assim, apoiando-se na experiência, nossa razão realiza nossa natureza, pois segundo a Metafísica⁴, somos seres que por natureza desejam saber. Este princípio deve ser entendido em três sentidos: i) como pura potência ou aptidão para conhecer, ligada à natureza humana; ii) como aptidão determinada para um certo conhecimento, ou seja, a modificação de uma aptidão geral num hábito determinado, adquirido por aprendizado; e iii) como exercício efetivo ou ato de saber. O exemplo oferecido por Aristóteles é o da leitura: temos a potencialidade de ler; adquirimos a capacidade ou hábito de ler, por aprendizado; e quando compreendemos a forma e o sentido dos símbolos escritos estamos na posse da ciência da leitura ou somos leitores em ato.

No início do século XIX, diversos psicólogos, filósofos e educadores tentaram desvendar como ocorre o processo de aprendizado, e conseqüentemente a criação do conhecimento. Teorias como a Teoria do Reforço (“reinforcement”) de Ivan Pavlov e a Teoria do Horário Intermitente de Reforço (“intermittent schedule of reinforcement”) de Skinner mostraram não ser produtivas ou eficientes. Já a Teoria de Piaget tornou-se proeminente e influente em meados dos anos 60, e continua sendo discutida até hoje (WOUD, 1981).

⁴ Metafísica – termo cunhado por Andrônico de Rodes (por volta de 50 a.C.) para designar os tratados de Aristóteles classificados após os tratados sobre a física. São os livros que Aristóteles designou como Filosofia Primeira e que se referem ao estudo do “ser enquanto ser”, isto é, antes que seja determinado como a forma dos seres físicos, matemáticos, psíquicos, artificiais ou técnicos. Esta obra também foi chamada de Ontologia por Jacobus Thomasius, filósofo alemão do século XVII.

A Teoria de Piaget atua no problema do aprendizado e desenvolvimento. Atuando e lidando com coisas no mundo ao seu redor, o aprendiz começa a descobrir como controlá-las. Nos seres humanos, aprendendo como agir no mundo e descobrindo as conseqüências das ações, formam a base do aprendizado individual. Esta teoria oferece um detalhado e específico número de passos do desenvolvimento humano, provendo uma explicação possível de como e quando o aprendiz está pronto para aprender ou desenvolver formas específicas de conhecimento e aprendizado.

De maneira contrária, alguns conceitos ensinados por AUSUBEL e NOVAK (1978), e posteriormente por BRAATHEN(1987) e MOREIRA(1983), enfatizam que qualquer pessoa instruída tem capacidade para entender a ciência, pois esta é composta de conceitos lógicos (SILVA, FARIAS *et al.*, 2001), ou seja, pessoas podem assimilar conceitos, desde que eles sejam bem explicados.

Segundo RANGANATHAN (Ranganathan *apud* CAMPOS, 2001), o homem deposita na memória perceptos puros, isto é, impressões produzidas por qualquer entidade através de um sentido primário simples. Por exemplo, a luz que vem das estrelas é o percepto produzido por uma entidade do mundo físico – as estrelas. As entidades correlatas de um percepto, que estão fora da mente, são denominadas por Ranganathan de percepção. Quando a impressão é depositada na memória, como resultado da associação de dois ou mais perceptos puros, formados simultaneamente ou numa sucessão rápida, não temos mais somente um percepto puro, mas um percepto composto. No momento em que são depositados na memória os perceptos puros e compostos, dá-se uma associação e os conceitos se formam. Em um momento posterior à formação dos conceitos, isto é, a partir da existência de um padrão conceitual já estabelecido, pode ocorrer a assimilação de novas experiências, o que leva ao processo que Ranganathan denomina de apercepção. O conjunto destas apercepções depositadas na memória se dá, então, a partir dos conceitos já presentes na memória, com o acréscimo da assimilação de perceptos recentemente recebidos e conceitos recentemente formados.

Ranganathan (Ranganathan *apud* CAMPOS, 2001) estabelece o processo de criação do conhecimento a partir da definição de “Universo de Conhecimento”. Antes de introduzir-se o conceito de “Universo de Conhecimento” é preciso analisar os conceitos de idéia, informação, conhecimento e assunto, dados pelo mesmo autor. Idéia é um produto do pensamento, da reflexão, da imaginação, que passou pelo intelecto, integrando com a ajuda da Lógica uma seleção de conjuntos de apercepção, e/ou

diretamente apreendida pela intuição e depositada na memória. A informação se daria no momento em que uma idéia é comunicada por outros ou obtida a partir do estudo pessoal e da investigação. Conhecimento é definido como a totalidade de idéias conservadas pela Humanidade; assim, neste sentido, conhecimento pode ser sinônimo de Universo de Idéias ou Universo de Conhecimento. Assunto é um corpo de idéias organizadas e sistematizadas, por extensão e intensão, que incide de forma coerente no campo de interesse, de competência intelectual e de especialização inevitável de uma pessoa normal.

A criação do conhecimento por Ranganathan (Ranganathan *apud* CAMPOS, 2001) se faz através da Espiral do Universo do Conhecimento, que possui várias fases no seu desenvolvimento, descritas abaixo, e apresentando um movimento contínuo e infinito.

Os quadrantes da espiral são (CAMPOS, 2001):

Quadrante 1 – Corresponde ao estágio do desenvolvimento do domínio do Universo do Conhecimento, onde os fatos são encontrados e registrados. Nele estão inseridos os seguintes conceitos: experimentação, observação, concretude e particularização.

Quadrante 2 – Corresponde ao momento em que as leis empíricas ou indutivas são formuladas e registradas. São os seguintes os conceitos nele inseridos: intelecto, indução, abstração, generalização.

Quadrante 3 – Corresponde ao estágio em que as leis fundamentais são entendidas e registradas. Intuição, abstração e generalização são conceitos inseridos.

Quadrante 4 – Corresponde ao momento em que as leis dedutivas são derivadas e registradas. Os conceitos inseridos são intelecto, particularização, dedução e concretude.

NONAKA e KONNO(1999) estabelecem o conceito de “Ba”⁵ relativo aos processos de aprendizagem em contextos organizacionais. Ba é um espaço compartilhado para criação de relacionamentos, espaço que pode ser físico (como um escritório), virtual (e-mail, teleconferência), mental (idéias, experiências compartilhadas) ou qualquer combinação. Os autores associam o conhecimento como

⁵ O conceito de Ba foi originalmente proposto pelo filósofo japonês Kitaro Nishida e posteriormente desenvolvido por Shimizu. Este relata o conhecimento como algo intangível e residindo em “Ba”, e informação como tangível e independente de Ba.

intangível e residente em Ba e informação como tangível e independente em Ba. O conhecimento está embutido em Ba, onde é adquirido por experiência própria ou experiências de outras pessoas.

Os autores em (NONAKA e TAKEUCHI, 1995) aprofundam o estudo dos fundamentos do conhecimento (epistemologia) identificando o racionalismo e empirismo como as duas principais tradições epistemológicas.

Segundo NONAKA e TAKEUCHI (1995), o racionalismo enfatiza a aquisição do conhecimento por dedução, através do raciocínio e do uso de construtores mentais como conceitos, leis ou teorias. De acordo com a visão do racionalismo, o conhecimento pode ser definido como a crença verdadeira justificada. Já o empirismo, enfatiza que o conhecimento é obtido por indução, a partir de experiências sensoriais. Os autores afirmam que a epistemologia ocidental tende a valorizar teorias e hipóteses abstratas, enfatizando o conhecimento preciso e conceitual e as ciências sistemáticas ao contrário da epistemologia oriental segue a linha do empirismo e valoriza a incorporação de experiência pessoal direta.

Os autores (NONAKA e TAKEUCHI, 1995) sintetizam o “processo de criação de conhecimento” como um processo centrado na criação do conhecimento tanto na forma tácita quanto na explícita, e mais importante, como é o intercâmbio entre esses dois domínios. A proposta da pesquisa de NONAKA e TAKEUCHI(1995) é estabelecer um caminho para a conversão do conhecimento nas organizações através da interação contínua no tempo entre o conhecimento tácito e o conhecimento explícito, do nível individual até o interorganizacional. Este processo de criação do conhecimento é dinâmico, infinito, iterativo e ocorre em espiral, representado como um processo sequencial de socialização, externalização, combinação e internalização, como apresentado na Figura 6 .

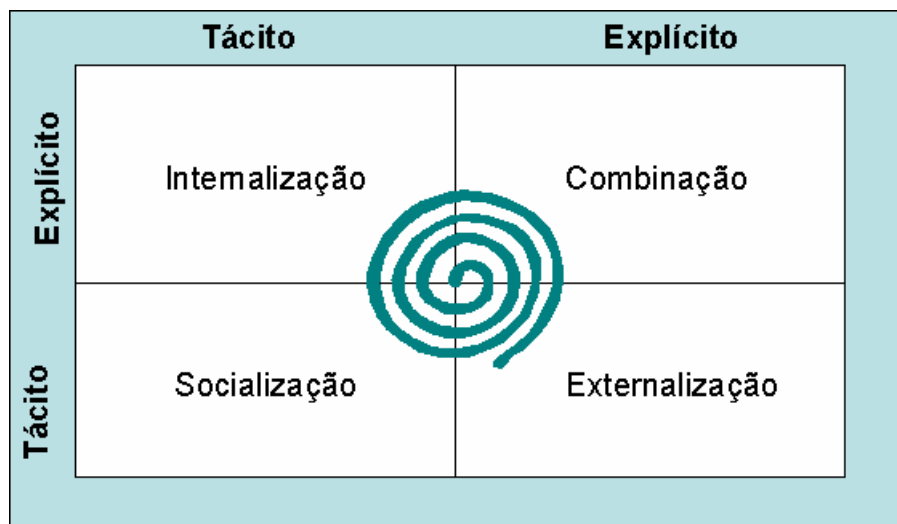


Figura 6 - Espiral do Conhecimento (NONAKA e TAKEUCHI, 1995)

Na **internalização** ocorre a captação individual do conhecimento que foi extraído da base de conhecimento da organização. É o modo pelo qual o conhecimento explícito se torna ferramenta de aprendizagem através de livros, relatórios, manuais ou documentos e volta a assumir um contexto abstrato e subjetivo para um indivíduo.

No processo de **combinação** são identificados os conceitos que foram extraídos no processo de externalização, aqueles que possuem alguma relação entre si e agrupá-los em conjuntos, podendo ainda ser estruturados para ser aplicados em um outro contexto diferente do original. Este trabalho de criação de conjuntos de conhecimento pode ser considerado a união das seguintes etapas: classificação dos conceitos, acréscimo de informações relevantes, divisão em categorias e a possível combinação conforme fatores em comum.

No processo de **socialização** ocorre a interação entre os indivíduos da organização, havendo assim o compartilhamento de experiências. Desta forma é possível que se consiga a transferência do conhecimento tácito entre estes indivíduos e a associação de um mesmo tipo de conhecimento a diferentes contextos. Neste modo de conversão do conhecimento, a observação, a imitação e a experimentação assistida são aliadas ao compartilhamento de experiências, funcionando como meio de captura dos conceitos embutidos em determinadas práticas e auxiliando na transformação dos mesmos em ativos para a organização.

O modo pelo qual o conhecimento tácito se traduz em novos conceitos capazes de serem justificados, categorizados e contextualizados na organização é chamado **externalização**. Diante da dificuldade em se formalizar a experiência e conteúdo

encontrados no conhecimento tácito, é nesta parte do processo de criação do conhecimento onde estão concentrados os maiores esforços. Ao se expressar este conteúdo, observa-se além do uso da própria linguagem, também o uso de artifícios como metáforas, analogias e modelos. Tais artifícios são importantes na extração de idéias que não podem ser facilmente expressas pela linguagem pura e simples.

2.4 – Criação do Conhecimento Científico

O trabalho científico é inerentemente um ato colaborativo de criação de conhecimento e solução de problemas, como mostrado na Figura 7. Novos conhecimentos são criados pela consulta e análise de dados e informações científicas, ou através de interações pessoais, ações individuais, experimentos e comunicações assíncronas, como as realizadas através de e-mails, listas de discussão, FAQs, etc. Desta maneira, a solução de problemas ocorre no contexto das atividades que os cientistas executam e com o uso do conhecimento pertencente a eles. Estas atividades tendem a ocorrer em um dado domínio, e os resultados de um processo influenciam ou restringem o comportamento das atividades sucessoras.



Figura 7 - Etapas do Trabalho Científico (OLIVEIRA, SOUZA et al., 2003)

A primeira atividade envolve a “Formulação do Problema”. Nesta etapa, o estudo é planejado e procedimentos e valores de parâmetros são definidos.

A segunda atividade é a “Coleta de Dados” do domínio onde o estudo será aplicado. Os dados coletados por cientistas podem apresentar-se um pouco esparsos, com a falta de certos valores, ou terem valores deturpados, e muitas vezes devem ser reparados antes da análise. O cientista pode melhorar a qualidade desses dados manualmente, ou utilizando técnicas como interpolação, inferência, ou através de cálculos de médias e estas atividades são feitas na etapa de “Manipulação de Dados”.

Na próxima etapa, chamada de “Filtragem e Interpretação”, o cientista analisará todas as informações já obtidas. Dependendo dos resultados, o estudo pode ser abortado, modificado ou concluído. Se os resultados forem satisfatórios, as conclusões podem ser disseminadas através de algum meio formal da comunidade científica (como

relatórios técnicos, jornais ou artigos, por exemplo), ou caso contrário, o problema deverá ser reformulado.

Cada uma dessas atividades está relacionada a uma ou mais etapas da “Teoria da Criação do Conhecimento” proposta por NONAKA e TAKEUCHI (1995). Na primeira fase, chamada “Formulação do Problema”, o pesquisador (ou grupo de pesquisadores) necessita estudar mais sobre o problema e seu domínio, e algumas vezes, torna-se necessário acessar informações em relatórios técnicos, livros, artigos ou outras fontes de informação. Assim, este processo é similar ao processo de Internalização, onde o conhecimento explícito é adquirido e pode ser transformado em conhecimento tácito. Eventualmente, o conhecimento explícito não é suficiente e outros cientistas do domínio do problema são consultados. Nesta interação podem ser criados novos conhecimentos, similar ao processo de Socialização.

Dados serão coletados, analisados e tratados nas fases de “Coleta” e “Manipulação de Dados”. Neste processo, dados podem ser classificados, categorizados e utilizados em um novo contexto, análogo ao processo de Combinação. Na próxima etapa, chamada de Filtragem e Interpretação, a Internalização ocorre porque os dados analisados transmitem um novo significado ao cientista. Após esta, um novo conhecimento será explicado e disseminado, na fase de Disseminação, no processo de Externalização.

2.5 – Conclusão

Diversas visões de conhecimento são exploradas na literatura. Conceitos como o conhecimento tácito e explícito (POLANYI, 1983), conhecimento comum (DIXON, 1937), conhecimento embutido (BOURDREAU e COUILLARD, 1999), conhecimento gerencial e profissional (SVEIBY e LLOYD, 1987), saber “o que” e “saber como” (BROWN e DUGUID, 1998), cognitivista e construtivista (KROGH, 1998), o conhecimento como o topo de uma hierarquia de valores (MOREY e FRANGIOSO, 1997) dentre outros, como os descritos no início deste capítulo, são muitas vezes apresentadas de maneiras opostas.

Este trabalho é baseado na definição de conhecimento dada por POLANYI (1983) entre conhecimento explícito e conhecimento tácito, bem como no processo de criação de conhecimento proposto por NONAKA e TAKEUCHI(1995). Sendo a primeira definição de conhecimento também chamado de conhecimento codificado ou

formal, o que pode ser articulado através da linguagem e transmitido a indivíduos; e a segunda (também, conhecimento informal) significando conhecimento pessoal enraizado na experiência individual e envolvendo crenças pessoais, perspectiva e valores. A proposta da pesquisa de NONAKA e TAKEUCHI(1995) é estabelecer um caminho para a conversão do conhecimento nas organizações através da interação contínua no tempo entre o conhecimento tácito e o conhecimento explícito, do nível individual até o interorganizacional. Este processo de criação do conhecimento é dinâmico, infinito, iterativo e ocorre em espiral.

O conhecimento possui um conceito bastante abrangente, podendo ser obtido em diversas fontes dentro de uma organização, principalmente em instituições de pesquisa. Mais importante de saber qual é o conhecimento (ou conjunto de conhecimentos) que uma organização possui, é saber gerenciá-lo, permitindo assim a captura, armazenamento, disseminação e criação de novos conhecimentos dentro da instituição. Para gerenciar este bem intangível, é necessário saber as etapas ou fases necessárias para realizar este gerenciamento.

Além da necessidade de etapas bem definidas para o gerenciamento do conhecimento, surgem novas dificuldades em relação a recursos tangíveis adotar como suporte desta atividade. Diante da complexidade dos problemas enfrentados, volume crescente de dados e necessidade de uma comunicação mais eficaz e mais rápida, as organizações apóiam-se em ferramentas computacionais como recursos para a Gestão do Conhecimento.

No próximo capítulo, serão discutidas algumas fases de gestão de conhecimento, bem como a função da tecnologia de informação como suporte a esta atividade, sistemas computacionais de gestão de conhecimento, a gestão de conhecimento científico e projetos já desenvolvidos nesta área.

Capítulo 3 – Gestão do Conhecimento

Em muitas empresas, a importância dos seus ativos intangíveis supera o de seus ativos contábeis. Mais ainda, a relação de valor entre os ativos intangíveis e os ativos contábeis tem se tornado cada vez maior (BARROSO e GOMES, 1999). É fácil concordar com a importância destes ativos, no entanto não é fácil entender como lidar com esta riqueza tão recentemente “descoberta”. Por outro lado, a intuição nos leva a crer que o conhecimento é a base comum a todos estes ativos e como tal deveria ser administrada. A dimensão do problema é entendida com facilidade se observarmos que o conhecimento detido por uma empresa vem crescendo exponencialmente e torna-se crucial a necessidade de melhor administrá-lo.

Funcionários criam e trocam informações com mais rapidez e num volume muito maior do que se poderia imaginar no passado. Embora grande parte desse intercâmbio se faça sob a forma documental, há também uma grande troca de conhecimento informal ou tácito nas interações entre as pessoas, e é neste ponto que se encaixa a Gestão do Conhecimento. Seu objetivo principal é fazer com que a organização responda de forma dinâmica e eficiente às mudanças em um ambiente externo altamente imprevisível, e fazendo com que os indivíduos troquem conhecimento entre si e contribuam com o conhecimento organizacional.

Por que algumas companhias estão interessadas em aplicar a Gestão do Conhecimento? De acordo com MAHE e RIEU (1998), as empresas eventualmente perdem conhecimento, precisam preservar conhecimento, necessitam de uma grande quantidade de conhecimento ou necessitam perder algum conhecimento. A preservação do conhecimento é necessária em setores de alta tecnologia para evitar o perigo que a perda do domínio dessas tecnologias possam representar. O problema da perda de conhecimento é tipicamente representado quando o indivíduo, ou conjunto de indivíduos, com um determinado domínio vital de conhecimento, sai da empresa. Perder conhecimento às vezes torna-se necessário para aumentar a capacidade inovadora da organização, isto é, omite-se o que se sabia até então criar um novo produto ou um novo processo.

Essa gestão ganha nova importância com a atual realidade econômica em que o conhecimento é um fator competitivo diferenciador para os indivíduos, as empresas e as

nações. Esta realidade é a força que impulsiona a adoção ampla de métodos e instrumentos poderosos para se administrar o conhecimento e seu contínuo desenvolvimento. Mas se a idéia de que o conhecimento é o maior capital de uma empresa, por que só agora está sendo tão difundida?

Talvez a resposta disso seja que o mercado está cada vez mais exigente em relação aos produtos e serviços. Os clientes experimentam novas idéias, tecnologias e produtos diariamente, esperando inovação e melhoria de qualidade em todos os produtos e serviços que utilizam.

Além disso, o fator tempo tem sido muito importante. Os clientes não podem e não querem esperar por soluções se estas podem ser encontradas mais rapidamente por um outro concorrente. A fidelidade acabou, agora se opta pelo melhor serviço em menos tempo. E para que a agilidade no atendimento seja possível, os empregados de uma organização devem ser munidos de todo o conhecimento possível para executar suas tarefas e tomar decisões, colaborando entre si e disseminando o conhecimento individual para que este seja parte significativa do conhecimento organizacional.

Outro fator é que os concorrentes adquirem rapidamente conhecimento de processos e idéias através da engenharia reversa e tentam re-utilizar o conhecimento adquirido. As patentes são pouca garantia de exclusividade. Desta maneira, o conhecimento, e a constante renovação deste, é necessário para estar à frente do mercado.

Para atingir tais metas, as companhias precisam construir, transformar, organizar e utilizar os ativos de conhecimento de modo eficiente. Enfim, o propósito global é maximizar a eficiência da empresa relacionada com o conhecimento, bem como os retornos sobre seus ativos nesta área, renovando-os constantemente.

Mas a Gestão do Conhecimento não está sendo aplicada somente nas empresas. Centros de pesquisas, conhecidas como principais organizações criadoras e disseminadoras de conhecimento, estão percebendo a importância de se gerenciar seu principal ativo.

Nesta seção serão apresentadas algumas definições de Gestão de Conhecimento, bem como algumas etapas obrigatórias desta atividade propostas por alguns autores. Do ponto de vista computacional, a tecnologia de informação apresenta-se como auxiliadora nesta atividade através dos Sistemas de Gestão de Conhecimento. A seguir, as diferenças entre a Gestão de Conhecimento aplicada no meio empresarial e no meio

científico serão mostradas, bem como alguns projetos existentes e aplicados em instituições de pesquisa.

3.1 – Definição

Nenhuma abordagem geral da Gestão do Conhecimento foi aceita de forma pacífica, embora diversas noções, isoladamente (e até de maneira divergente), estejam avançando. Uma dessas noções diz respeito à Gestão do Conhecimento explícito usando-se abordagens técnicas. Elas focalizam o conhecimento adquirido pelo pessoal pelo uso de banco de dados ou sistemas de informação computadorizados, “*groupware*”, ferramentas de apoio à decisão e outros instrumentos, como podemos observar nas definições abaixo.

“... seria possível definir Gestão do Conhecimento como o trabalho de gerenciar documentos e outros veículos de informação e de conhecimento, com o objetivo de facilitar a aprendizagem da organização” (BARROSO e GOMES, 1999).

“Gestão de Conhecimento é a abordagem sistemática de capturar, organizar, e usar os recursos de informação de uma instituição para somar valor e alcançar vantagens estratégicas de mercado” (META DATA COALITION, 1999b).

“Gestão do Conhecimento é um conjunto de ferramentas para a automação de relacionamentos dedutivos ou inerentes entre informação, usuários e processos”(FRAPPAOLO e TOMS, 2000).

O que podemos notar nestas definições é a ênfase dada à tecnologia, como se esta fosse a única ferramenta capaz de realizar a Gestão do Conhecimento. Já há alguns anos, muita atenção vem sendo dada à forma de se coletar e armazenar os dados, em oposição ao uso da informação já tratada como recurso. É o que FORTIN(1998) define como "abordagem centrada em tecnologia". As empresas geralmente mantêm um grande grupo de pessoas dedicadas aos tradicionais sistemas de informação, enquanto poucas pessoas são alocadas a tarefas em que a informação é utilizada como matéria-prima para análises de diversos tipos. É interessante ressaltar que esta ênfase é maior na definição dada pelo *Delphi Group* (DELPHI GROUP, 2000), como se a Gestão do Conhecimento fosse unicamente a atividade de automatizar a entrega de informação aos

usuários, disponibilizar esta informação de forma automática aos processos e relacionar processos a seus usuários.

Embora as outras definições dadas por BARROSO e GOMES(1999) e META DATA COALITION(1999b)também sejam de caráter fortemente tecnológico, elas ressaltam os objetivos principais da Gestão do Conhecimento, sendo estas a aprendizagem organizacional e vantagens estratégicas no mercado, respectivamente. Mas será que conseguimos alcançar as vantagens estratégicas de uma organização e estimular o aprendizado apenas utilizando tecnologia? Acredita-se que não. Ferramentas tecnológicas são facilitadores neste trabalho, mas não são vitais para a prática da Gestão do Conhecimento. A Gestão do Conhecimento não é um sistema ou um conjunto de ferramentas computacionais, é um conjunto de ações que promove o gerenciamento do conhecimento. Mais importante que ferramentas são os processos envolvidos na prática da Gestão do Conhecimento, conforme dito pelo Departamento de Defesa Canadense (DND/CF) abaixo.

“Gestão do Conhecimento é a coleção de processos que governam a criação, disseminação e utilização do conhecimento” (FORTIN, 1998).

Antes da utilização de qualquer tecnologia é necessária uma alteração na cultura empresarial. Essa idéia é de alguma forma sugerida na definição de Gestão do Conhecimento dada pela Microsoft, conforme podemos verificar abaixo.

“A Gestão do Conhecimento é, acima de tudo, uma disciplina administrativa que encara o capital intelectual como um ativo gerenciável. As “ferramentas” básicas aplicáveis à prática da Gestão do Conhecimento são a dinâmica organizacional, a engenharia de processo e a tecnologia. Esses três fatores trabalham em conjunto para facilitar e aperfeiçoar a captura e o envio de dados, informações e conhecimento de uma organização, e colocá-los à disposição de pessoas e grupos empenhados em executar uma tarefa de trabalho específica. Essas pessoas, ou profissionais do conhecimento, são, inequivocamente, o recurso mais vital da empresa do século XXI. O objetivo básico da Gestão do Conhecimento é fornecer a capacidade intelectual da empresa para as pessoas que tomam diariamente as decisões que, em conjuntos, determinam o sucesso ou o fracasso de um negócio”(MICROSOFT SOLUTIONS, 2000).

Podemos entender o que é Gestão do Conhecimento com mais facilidade se observarmos os conceitos de ativos intangíveis, introduzidos por SVEIBY e LLOYD(1987). Segundo os autores, todos os ativos e estruturas, sejam eles tangíveis ou intangíveis, são resultantes da atividade humana. Os resultados das ações de pessoas como meio de apresentarem-se ao mundo podem ser tangíveis (cultivar jardins, um carro novo, etc.) ou intangíveis (idéias, relacionamentos com outras pessoas, etc.). Para tal, pode-se dizer que os indivíduos criam estruturas externas e internas para se expressarem (SVEIBY e LLOYD, 1987).

Por outro lado, como são as pessoas os verdadeiros agentes nos negócios, as empresas também criam estruturas externas e internas. Como as pessoas têm capacidade de agir em uma grande variedade de possíveis situações na empresa, elas aumentam o seu valor, por isso, a competência do funcionário é também um ativo intangível.

Então, conforme enunciado em (SVEIBY e LLOYD, 1987), são três as famílias de ativos intangíveis que deveriam ser incluídos numa folha de balanço da companhia: estruturas externas, estruturas internas e a competência dos funcionários.

Estrutura externa diz respeito ao cliente, relações com os fornecedores e imagem da empresa. Estrutura interna inclui patentes, conceitos, modelos, programas de computadores e sistemas de administração que são parte da empresa. A competência dos funcionários se refere a sua capacidade de ação em situações distintas.

Já que capital é um termo da era industrial e o mundo está entrando na era do conhecimento, Sveiby atualmente têm preferido usar estrutura externa no lugar de capital do cliente, estrutura interna em vez de capital estrutural e competência individual no lugar de capital humano. Isto se explica pelo fato de que o conhecimento é, em alguns aspectos, em oposto ao capital, porque o conhecimento compartilhado cresce enquanto o conhecimento não utilizado se deteriora.

De fato, o conhecimento cresce ao ser compartilhado e ao ser utilizado. Quando se doa um “real”, o receptor ganha, mas o doador perde. Quando o conhecimento é transferido, o receptor ganha, mas o doador continua com ele também. O conhecimento é duplicado. Atualmente, acostumou-se com a depreciação dos ativos tangíveis, como carros e computadores. No entanto, se um ativo intangível não é utilizado (como, por exemplo, a habilidade de falar um outro idioma) ele também se deteriora. O conhecimento perde seu valor quando não é utilizado. Se as empresas são constituídas de mais ativos intangíveis do que tangíveis, então os intangíveis constituem um fator determinante para a economia.

Desta forma, uma definição de Gestão do Conhecimento surgida dos pensamentos de SVEIBY e LLOYD(1987) pode ser descrita de maneira concisa, como se segue:

“Gestão do conhecimento é a arte de criar valor alavancando os ativos intangíveis. Para conseguir isso, é preciso ser capaz de visualizar a empresa apenas em termos de conhecimento e fluxos de conhecimento” (SVEIBY e LLOYD, 1987).

Nesta definição fica claro que o fator principal para a realização da Gestão do Conhecimento não é a tecnologia, mas os ativos intangíveis, inerentes ao ser humano, e assemelha-se muito as definições dadas por LIEBOWITZ(2000) e SNOWDEN(2000), apresentadas a seguir.

“Gestão do Conhecimento é a ação de criar um processo de valoração dos ativos intangíveis da organização de maneira a melhor alavancar conhecimento interno e externo. A Gestão do Conhecimento é responsável por criar, segurar, capturar, coordenar, combinar, recuperar e distribuir conhecimento” (LIEBOWITZ, 2000).

“Gestão do Conhecimento pode ser definida como a identificação, otimização e gerência dos ativos intelectuais, tanto nas formas de conhecimento explícito contido em artefatos ou conhecimento tácito pertencente aos indivíduos ou comunidades. A otimização do conhecimento explícito é alcançada através da consolidação e disponibilização dos artefatos. A otimização do conhecimento tácito é obtida através da criação de comunidades para capturar, compartilhar e disseminar este tipo de conhecimento. A gerência dos ativos intelectuais se dá através do gerenciamento de processos e da infra-estrutura para interligar artefatos e comunidades em uma ecologia comum que sustentará a criação, utilização e retenção do capital intelectual”(SNOWDEN, 2000).

Vale ressaltar os trechos das citações acima “... fluxos de conhecimento” (SVEIBY e LLOYD, 1987), “distribuir conhecimento” (LIEBOWITZ, 2000) e “...disseminar conhecimento” (SNOWDEN, 2000) representando a ação da transferência do conhecimento, conceito não mostrado de forma tão direta nas definições anteriores. Esse “fluxo”, “distribuição” ou “disseminação” é a própria troca, compartilhamento e criação de conhecimento, ou seja, seria o “processo de criação de

conhecimento” sintetizado por NONAKA e TAKEUCHI(1995). Esse “fluxo de conhecimento” foi bem definido por FRAPPAOLO e TOMS(2000)em:

“O papel da Gestão do Conhecimento é conectar os possuidores do conhecimento e os que procuram por conhecimento. O conhecimento de um é transferido para a mente do outro, assim uma nova decisão pode ser feita ou uma situação tomada. A Gestão do Conhecimento provê uma maneira de capturar e armazenar o conhecimento transitório e particioná-lo conforme a necessidade individual” (FRAPPAOLO e TOMS, 2000).

Liebowitz apesar de enfatizar o valor dos ativos intangíveis como Sveiby, complementa este pensamento com “... a melhor alavancar conhecimento interno e externo“ (LIEBOWITZ, 2000). Ou seja, para o autor o conhecimento não está apenas relacionado à empresa, mas também no ambiente externo a esta, como fornecedores, parceiros empresariais, cliente dentre outros, como pode ser vista na definição de Gestão do Conhecimento da ERNST&YOUNG (Ernst & Young *apud* BARROSO e GOMES, 1999).

“Gestão do Conhecimento baseia-se na premissa de que o conhecimento é capacidade para criar laços mais estreitos com os clientes; capacidade para analisar informações corporativas e atribuir-lhes novos usos; capacidade para criar processos capazes que habilitem seus funcionários em qualquer local acessar e utilizar informações para conquistar novos mercados; e finalmente, capacidade para desenvolver e distribuir produtos e serviços para estes novos mercados de forma mais rápida e eficiente do que os concorrentes. Aliado aos processos de Gestão do Conhecimento e suas ferramentas, é importante que haja transformações culturais e iniciativas gerenciais com o intuito de obter, cultivar, transferir e renovar o conhecimento que a empresa precisa para tomar decisões melhores e com maior rapidez. Sem esta base não haverá incentivo, em todos os níveis da empresa para as pessoas compartilharem e capitalizarem em seus ativos de conhecimento” (Ernst & Young *apud* BARROSO e GOMES, 1999).

Voltando às referências de LIEBOWITZ(2000) e SNOWDEN(2000), SNOWDEN(2000) nos traz o conceito de comunidade. Antes, tinha-se visto apenas a importância do conhecimento do indivíduo na organização. Mas SNOWDEN(2000) ressalta que em um grupo de pessoas que realizam as mesmas tarefas e com o mesmo domínio de conhecimento, o conhecimento individual pode ser útil aos outros

integrantes deste grupo, o que ele chama de comunidade. E ainda enfatiza que a captura, compartilhamento e disseminação deste conhecimento deve ser feito através das comunidades.

Outra noção é a de que o “corpo de conhecimento” dentro da empresa é comparável a um organismo vivo com todos os seus fluxos e funções que energiza, motiva e revitaliza a empresa, possibilitando-lhe o funcionamento. Sua saúde afeta diretamente a habilidade de operar de modo eficiente e de competir. Possibilita a qualquer um o “agir de maneira inteligente”, conforme seja necessário. O papel da Gestão do Conhecimento é manter vivo e vibrante este corpo, para assegurar à empresa seu bem-estar e viabilidade em longo prazo (WIIG, 2003).

Outra definição sobre Gestão do Conhecimento foi dada por RUGGLES(1998), embora nesta não se comente a perda do conhecimento que MAHE e RIEU(1998) enfatizam ser importante, conforme descrito anteriormente, mas igualmente a LIEBOWITZ(2000)fala da importância do conhecimento exterior.

“Gestão do Conhecimento é uma abordagem para a adição ou criação de valor para melhor alavancar um domínio de conhecimento, experiência e decisão residente em uma organização, ou em muitos casos, fora dela.”(RUGGLES, 1998)

Uma meta importante para a prática da Gestão do Conhecimento e até agora não mencionada é a inovação, conforme citado em NEEF(1997).

“Gestão do Conhecimento é a habilidade de capturar e disseminar o que os empregados sabem de forma a compartilhar eficiências ou inovar serviços ou produtos” (NEEF, 1997)

Através da inovação podemos criar melhores produtos, serviços, regras de negócios e processos que irão interferir diretamente no lucro da empresa.

Embora todas as definições encontradas concordem que o papel da Gestão do Conhecimento seja capturar, armazenar e disseminar o conhecimento são poucos os autores que ressaltam a importância na gerência dessa disseminação. O fluxo desordenado de conhecimento pode gerar complicações, como a falta do conhecimento específico para uma comunidade e o envio de informações sem sentido para outros grupos. A disseminação do conhecimento deve ser coordenada de maneira que as pessoas certas devam adquirir um conhecimento específico, conforme dito em (MACINTOSH, 2001).

“Gestão do Conhecimento envolve a identificação e análise do conhecimento disponível e requerido, e o subsequente planejamento e controle de ações para desenvolver os ativos de conhecimento para satisfazer os objetivos organizacionais” (MACINTOSH, 2001).

Uma definição mais completa que engloba os processos principais da Gestão do Conhecimento (captura e compartilhamento do conhecimento especializado) com os objetivos principais da empresa como inovação, colaboração e ênfase no aprendizado organizacional, foi dada pela Federal Highway Administration.

“Gestão do Conhecimento é o processo de captura e compartilhamento do conhecimento especializado (“expertise”) de uma comunidade para realizar a missão da organização. A Gestão do Conhecimento dá à comunidade uma oportunidade de continuar a construir uma cultura colaborativa, inovadora, que compartilhe conhecimento e que esteja sempre empenhada no aprendizado”(BURK, 2000).

Sem usar o termo Gestão do Conhecimento, mas referindo-se a tal atividade, DRUCKER(1998) constata a necessidade de uma abordagem organizada para gerenciar o conhecimento. Segundo o autor, um dos desafios mais importantes impostos às organizações é desenvolver práticas sistemáticas para administrar a autotransformação, e assim, a organização tem que estar preparada para abandonar o conhecimento que se tornou obsoleto e aprender a criar o novo. Para isto, DRUCKER(1998) enfatiza os seguintes pontos:

- ✓ Melhoria contínua de todas as atividades;
- ✓ Desenvolvimento de novas aplicações a partir de seus próprios sucessos;
- ✓ Inovação contínua como um processo organizado.

Para DRUCKER(1998), a especialização em conhecimentos proporcionou um enorme potencial de desempenho em cada área, mas como os conhecimentos são muito especializados, precisa-se também de uma metodologia, uma disciplina, um processo para transformar esse potencial em desempenho, caso contrário a maior parte do conhecimento disponível não se tornará produtiva; ela permanecerá como mera informação. Torna-se claro, que a “disciplina” citada por DRUCKER(1998) é a Gestão de Conhecimento.

Não é proposta deste trabalho criar uma nova definição sobre Gestão de Conhecimento, tão menos escolher a melhor. Baseando-se nas definições

selecionadas, pode-se dizer que a Gestão do Conhecimento compreende quatro áreas de ênfase que se concentram em:

- ✓ Monitoração de informações transacionais e gerenciais de alto a baixo e facilitação de atividades relacionadas ao conhecimento;
- ✓ Criação e manutenção da infra-estrutura do conhecimento;
- ✓ Renovar, organizar e transformar ativos de conhecimentos; e
- ✓ Utilizar os ativos de conhecimentos para compreender o seu valor

E os objetivos da Gestão do Conhecimento são:

- ✓ Fazer com que as organizações ajam tão inteligentemente quanto possível para assegurar sua própria viabilidade e sucesso global
- ✓ Compreender o melhor valor de seus ativos de conhecimento

Atingir essas metas na prática - com o envolvimento de todas as áreas de atividades da empresa - não é fácil. Torna-se mais complexo ainda quando a administração decide integrar e gerir sistematicamente as importantes atividades relativas à Gestão do Conhecimento. Cada empresa tende a ser única e as opções para gerir o conhecimento são inúmeras. Além disso, uma vez que a Gestão do Conhecimento é ainda relativamente nova, a disponibilidade de modelos padronizados ou praticados ainda é limitada. Assim, abordagens por encomenda são frequentemente planejadas para assegurar à empresa as melhores e mais aplicáveis soluções, e isto aumenta a complexidade. Mesmo com todas essas dificuldades, estão surgindo estratégias bem estabelecidas, modelos de prática e opções técnicas para minimizar a dificuldade de fazer a Gestão do Conhecimento. Afinal, a alta administração concentra o foco nesse rumo. É neste contexto que surge o profissional do conhecimento, responsável pela organização e contextualização do conhecimento empresarial.

3.2 – Etapas de Gestão do Conhecimento

Diversos autores têm procurado definir e categorizar as diversas atividades relativas à Gestão do Conhecimento, atividade difícil devido às diferenças culturais, geográficas e práticas encontradas nas empresas, como também pelo fato da Gestão do Conhecimento ser considerada ainda uma novidade, dificultando assim a disponibilidade de modelos padronizados ou práticas com sucesso bem documentadas.

Mesmo assim, têm-se procurado fixar parâmetros pelos quais a Gestão de Conhecimento possa ser definida para que seja possível especificar, desenvolver e implantar processos atuando em cada um desses parâmetros.

A seguir são descritos cinco tipos de categorização da Gestão do Conhecimento que são: Visão Alavi, Visão Fayyad, Visão Ruggles , Visão Tiwana, Visão Microsoft e Visão Stollenwerk

3.2.1 – Visão Alavi

Segundo ALAVI(1997c) existem quatro processos pelos quais a Gestão do Conhecimento passa. São eles: Criação e Aquisição do Conhecimento, Organização e Armazenamento do Conhecimento, Distribuição, e Aplicação do Conhecimento, conforme mostrado na Figura 8.

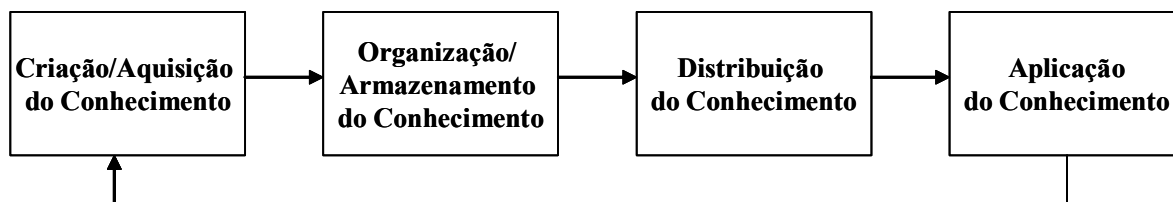


Figura 8 - Processos de GC, segundo (ALAVI, 1997c)

Entende-se por:

- ✓ Criar/Adquirir Conhecimento – Ato de prospectar, visualizar, avaliar, qualificar, triar, selecionar, filtrar, coletar, identificar, evoluir e inovar o conhecimento.
- ✓ Organizar/Armazenar Conhecimento – É o ato de explicitar, analisar, customizar, contextualizar e documentar o conhecimento.
- ✓ Distribuir Conhecimento - É o ato de disseminar, dividir e distribuir conhecimento.
- ✓ Aplicar - É o ato de usar o conhecimento.

Neste caso, a Gestão do Conhecimento seria uma seqüência de processos iniciando-se com a criação e conseqüente aquisição do conhecimento, seguida pela organização (pode-se entender categorização) e armazenamento do mesmo. Depois de organizado e armazenado, pode-se distribuir o conhecimento, que logo será aplicado. Com a aplicação de um conhecimento, pode-se gerar novos conhecimentos o que faz estes processos serem cíclicos.

Conforme a autora, esse processos poderiam representar o “framework” da Gestão do Conhecimento, mostrado na Figura 9.

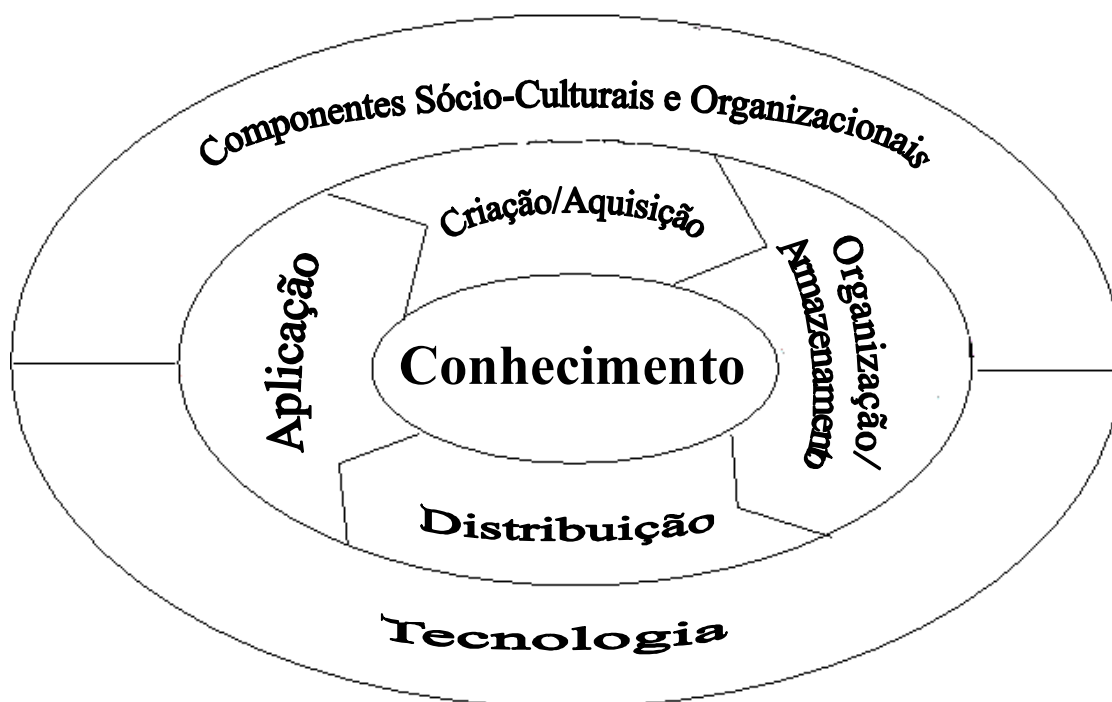


Figura 9 – “Framework” da Gestão do Conhecimento (ALAVI, 1997b)

Os processos de Aplicação, Criação/Aquisição e Organização/Armazenamento são influenciados diretamente pelos componentes sócio-culturais de uma organização, enquanto os processos de Aplicação, Distribuição e Organização/Armazenamento são auxiliados pela tecnologia. Pode-se notar que os processos de Aplicação e de Organização são influenciados diretamente tanto pelos componentes culturais como pelos fatores tecnológicos, pois como discutimos no primeiro capítulo desta dissertação, não adianta possuir uma tecnologia que suporte a aplicação, organização e armazenamento do conhecimento se na organização não há nenhum incentivo e práticas para a difusão do conhecimento organizacional.

Existem tecnologias que auxiliam melhor cada processo, conforme ALAVI (1997a) enfatiza na Figura 10:

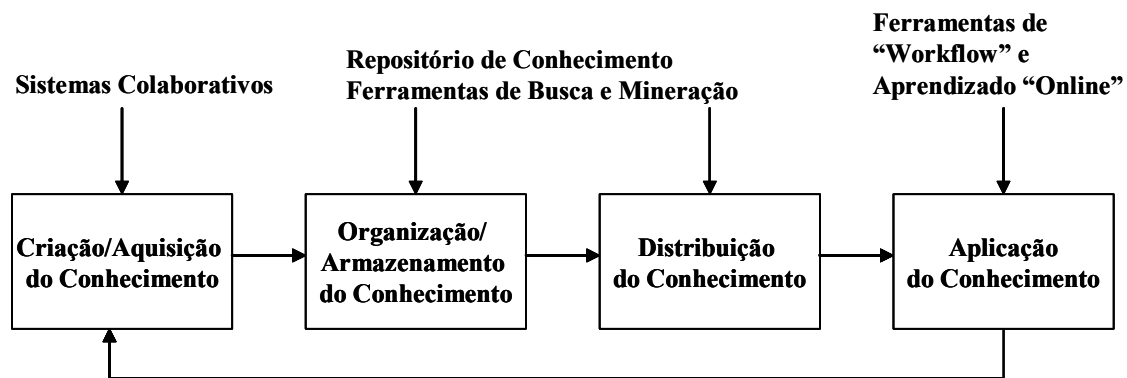


Figura 10 - TI e Processos de GC (ALAVI, 1997a)

3.2.2 – Visão Fayyad

Os cinco processos de Gestão do Conhecimento definidos por FAYYAD(2000), como mostrado na Figura 11, são Síntese, Comunicação, Armazenamento, Coleta e Disseminação, e entende-se por :

- ✓ Síntese do Conhecimento – Análise do conhecimento, podendo esta análise gerar a criação de um novo conhecimento seguindo um novo contexto;
- ✓ Comunicação – É o compartilhamento do conhecimento, podendo haver colaboração e decisão grupal;
- ✓ Armazenamento – É a vinculação, indexação e filtragem das informações;
- ✓ Coleta – É entrada de dados, procura e levantamento de dados úteis ao usuário; e
- ✓ Disseminação – É realizar a população dos dados, publicá-los e notificar ao usuário novos conhecimentos.

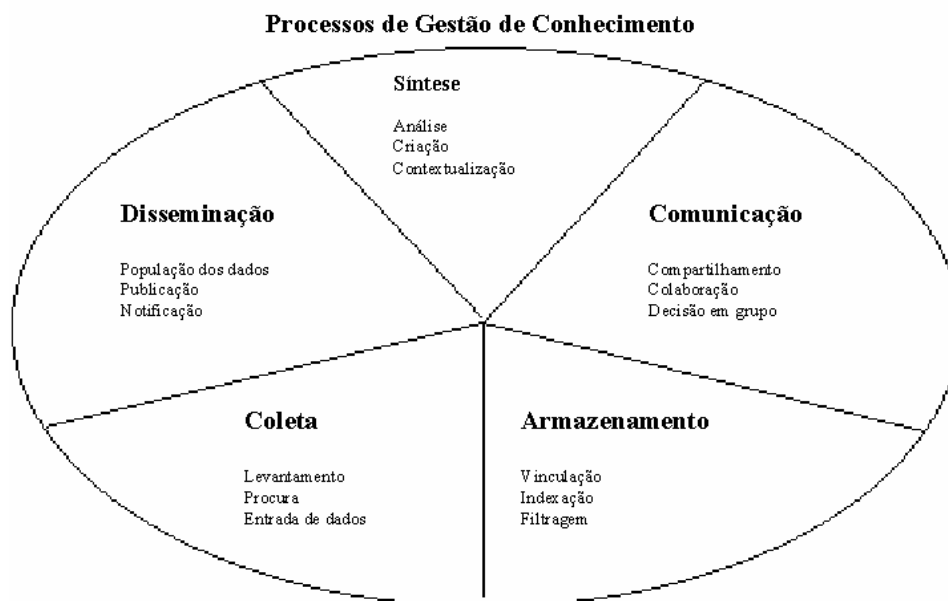


Figura 11 - Processos de GC, segundo Fayyad (FAYYAD, 2000)

Neste caso, como mostrado na Figura 11, a Gestão do Conhecimento não seria uma seqüência de processos que se iniciaria com a criação do conhecimento, conforme a visão anterior de Alavi, mas um conjunto de cinco processos que não são seqüenciais, mas complementares.

3.2.3 – Visão Ruggles

Segundo RUGGLES(1995) a Gestão do Conhecimento divide-se em apenas três processos seqüenciais: Geração, Codificação e Transferência do conhecimento, como mostrado na Figura 12. Podemos interpretar cada um desses três processos como:

- ✓ Geração – criação, aquisição, síntese e adaptação de conceitos;
- ✓ Codificação - captura e representação de conceitos; e
- ✓ Transferência – movimentação do conhecimento com sua conseqüente absorção.

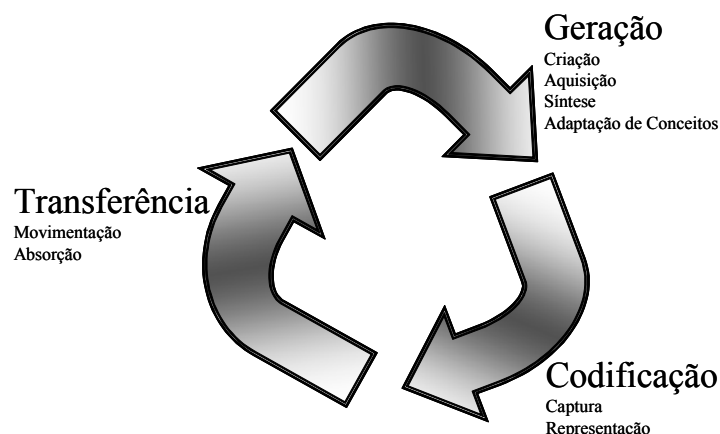


Figura 12 - Processos de GC (RUGGLES, 1995)

3.2.4 – Visão Microsoft

Em (MICROSOFT SOLUTIONS, 2000), a Microsoft define seis processos de Gestão do Conhecimento que são: Colaboração, Controle & Fluxo de Trabalho, Captura, Pesquisa e Distribuição de Informações, Gerenciamento de Conteúdo, Inteligência Empresarial e Aprendizado “Online”, como mostrado na Figura 13.



Figura 13 - Processos de GC, segundo Microsoft (MICROSOFT SOLUTIONS, 2000)

Conforme descrito em MICROSOFT SOLUTIONS(2000), os processos podem ser entendidos como:

- ✓ Colaboração – Compartilhar conhecimento tácito através do tempo e espaço;

- ✓ Gerenciamento de Conteúdo – Captura, codificação e organização de experiências e idéias;
- ✓ Inteligência empresarial/ Portal corporativo – Converter os dados do negócio em conhecimento, podendo identificar tendências em dados financeiros e da linha de negócios, permitindo assim que tomadores de decisão planejem estratégias melhores;
- ✓ Captura, pesquisa e distribuição – Levar o conhecimento às equipes e comunidades;
- ✓ Controle e Fluxo de Trabalho – Os serviços de acompanhamento permitem que as empresas identifiquem as melhores práticas, avaliando os casos de sucesso, enquanto que as ferramentas de fluxo de trabalho facilitam a criação de aplicativos baseados no processo, para assegurar que as práticas sejam seguidas e medidas; e
- ✓ Aprendizado “Online” – Disseminação do conhecimento.

3.2.5 – Visão Stollenwerk

STOLLENWERK(2001) analisou os principais modelos de Gestão de Conhecimento e de planejamento estratégico, permitindo à autora identificar e agrupar os processos por afinidades de conceitos e estabelecer um modelo genérico para esta atividade, como mostrado na Figura 14

Para a composição do modelo genérico, foram identificados sete processos que devem ser considerados na gestão do conhecimento, que são: identificação, captura, seleção e validação, organização e armazenamento, compartilhamento, aplicação e criação.

Entende-se por:

- ✓ Identificação – é o primeiro processo do modelo genérico, no qual são identificadas as competências críticas para o sucesso da organização (competências essenciais). Segundo STOLLENWERK(2001), o processo de identificação pode ser desdobrado nas seguintes etapas:
 - Criação de uma agenda de competências essenciais voltadas tanto para os negócios existentes quanto para os novos negócios, tanto as existentes quanto as necessárias;
 - Identificação das diferenças existentes entre as competências existentes e as necessárias;

- Desdobramento das competências essenciais existentes e necessárias nas áreas de conhecimento que as sustentam (mapeamento de conhecimento);
 - Identificação das fontes internas e externas associadas às áreas de conhecimento mapeadas (páginas amarelas, diretório de especialistas internos e externos, acervo bibliográfico, memória técnica, procedimentos e normas, etc.); e
 - Proposição de soluções para eliminar ou reduzir as diferenças entre as competências existentes e as necessárias.
- ✓ **Captura** – O processo de captura é a aquisição de conhecimentos, habilidades e experiências necessárias para criar e manter as competências essenciais e áreas de conhecimento selecionadas e mapeadas. As etapas deste processo são:
- Identificação das fontes internas e externas;
 - Seleção das estratégias de aquisição;
 - Aquisição; e
 - Formalização e recuperação do conhecimento
- ✓ **Seleção e Validação** – Esta etapa visa filtrar o conhecimento, avaliar sua qualidade e sintetizá-lo para fins de aplicação futura, pois nem todo conhecimento gerado, recuperado ou desenvolvido deve ser armazenado na organização.
- ✓ **Organização e Armazenamento** – Este processo é responsável por garantir a recuperação rápida, fácil e correta do conhecimento, por meio da utilização de sistemas de armazenagem efetivos.
- ✓ **Compartilhamento: Acesso e Distribuição** – A prática das organizações demonstra que muitas informações e conhecimentos permanecem restritos a um grupo pequeno de indivíduos. Além disso, mesmo quando disponíveis, não o estão em um tempo hábil, nem no local apropriado, tornando a facilidade de acesso um ponto crítico do processo de compartilhamento. No que diz respeito à distribuição do conhecimento, ocorre a necessidade da implantação de algum mecanismo capaz de disseminar o conhecimento automaticamente para os

diversos interessados, de forma que um novo conhecimento ou informação seja rapidamente notificado a quem necessite.

- ✓ Aplicação – Ainda que os conhecimentos, as experiências e as informações estejam disponíveis e sejam compartilhados, é fundamental que sejam utilizados, e, além disso, aplicados a situações reais da organização, de modo a produzir benefícios concretos como melhoria de desempenho, lançamento de novos produtos e conquista de novos mercados.
- ✓ Criação – O processo de criação de um novo conhecimento envolve dimensões como: aprendizagem, externalização do conhecimento, lições aprendidas, pensamento criativo, pesquisa, experimentação descoberta e inovação. Uma questão discutida na literatura é se há uma diferença significativa entre as ações de captura do conhecimento já existente na organização e as de criar novo conhecimento. Ao analisar-se tal questão, constata-se que a aprendizagem de novos conhecimentos, habilidades e experiências é uma excelente maneira de mudar os comportamentos, os pensamentos, as atitudes e as crenças no âmbito das organizações. Dentre as principais fontes para criação de novos conhecimentos, apontam-se: auto-aprendizagem; aprendizagem por meio de especialistas, relacionamento com clientes, fornecedores e concorrentes, aprendizagem por meio da experimentação e a adoção do pensamento sistêmico e criativo.

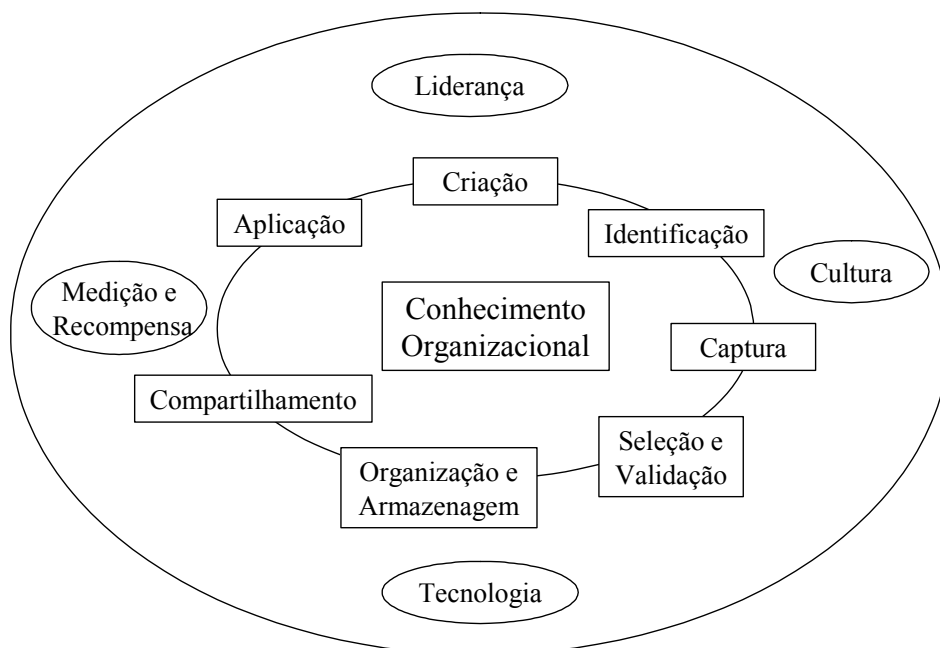


Figura 14 - Modelo Genérico de Gestão do Conhecimento (STOLLENWERK, 2001)

Ainda há os fatores facilitadores da gestão do conhecimento, como liderança, cultura organizacional, medição e avaliação e a tecnologia da informação.

Os processos de gestão do conhecimento foram mostrados conforme a visão dos autores. Deste ponto em diante usaremos os processos definidos por STOLLENWERK(2001) devido ser um modelo genérico de gestão do conhecimento com alto potencial de aplicabilidade, fruto de uma análise comparativa de conceitos e modelos de gestão do conhecimento.

3.3 – Sistemas de Gestão do Conhecimento.

Um dos principais indicadores do desenvolvimento da sociedade da informação é a penetrabilidade das tecnologias de informação na vida diária das pessoas e no funcionamento e transformação da sociedade como um todo (TARAPANOFF, 2000). Desta maneira, sistemas que auxiliam a Gestão do Conhecimento têm sido desenvolvidos e implantados em organizações, visando auxiliar no processo de captura e armazenamento de conhecimento, disponibilizando o conhecimento adquirido e explicitado em uma base compartilhada acessível a todos os membros de uma organização(CARVALHO e FERREIRA, 2000).

Diante dos rumos atuais, quando o conhecimento passa a assumir, cada vez mais, uma posição estratégica, questionam-se os sistemas de informação disponíveis quanto à sua suficiência para atender às novas necessidades individuais e coletivas no que se refere à troca, aquisição e disseminação de conhecimento.

Uma das críticas é que o foco tem sido muito mais sobre o desempenho de atuações individuais ou funcionais do que sobre a ação coletiva. A eficiência nas ações individuais não traz um grande retorno à instituição, seja esta pertencente a uma comunidade científica ou não, se a organização não for capaz de integrar completamente estas ações em um esforço único para os demais integrantes da equipe ou pessoas do mesmo domínio de conhecimento.

Outro fator é a forma de armazenamento de informações e dados. O conteúdo básico da maior parte dos sistemas existentes é o tratamento do fluxo de informações estruturadas. O tempo tem sido pródigo em nos mostrar que as informações estruturadas são as mais simples de serem armazenadas e recuperadas, mas nas empresas apenas 10% das informações são do tipo estruturadas, conforme TUCKER(1999). Por isso, torna-se necessário esforços no sentido do reconhecimento e

tratamento de dados não estruturados, que possuem como principal característica a imprevisibilidade de seu conteúdo e organização. Surge também a dificuldade de se registrar as informações tácitas, tendo em vista que as informações explícitas armazenadas não são suficientes para se tomar decisões adequadas. Ao se armazenar informações, sejam estas estruturadas ou não, existe sempre uma descontextualização, ou seja, alguma forma de conhecimento tácito que não é guardada. Além disso, mesmo tendo-se posse de muitas informações armazenadas que representem conhecimento, para que um indivíduo possa acessá-las e utilizá-las no ambiente organizacional, deverá passar por um processo de aprendizado e recontextualização, podendo levar um tempo considerável, e pouca atenção tem sido dedicada ao aprendizado, seja no nível individual, seja no coletivo. Os sistemas foram projetados para tratar, na forma de fluxo de informações, os conhecimentos já existentes e já explicitados.

Ferramentas de Gestão do Conhecimento são tecnologias que estimulam e permitem a geração, codificação e transferência do conhecimento. Como quaisquer ferramentas, elas são projetadas para serem facilmente utilizadas e permitir recursos a serem aplicados de maneira eficiente na execução de tarefas para as quais são mais apropriadas. É importante notar que nem todas as ferramentas para Gestão do Conhecimento são ferramentas computacionais, como por exemplo, papel e lápis podem ser utilizados para gerar, codificar e transferir conhecimento.

Mas afinal o que é geração, codificação e transferência de conhecimento? Geração do conhecimento inclui todas as atividades que trazem novo conhecimento, seja ele para um indivíduo ou para um grupo. Isto inclui atividades como criação, aquisição, síntese, fusão e adaptação dos novos conceitos. Codificação do conhecimento é a captura e representação do mesmo, desta maneira, ele pode tornar-se reutilizável por outra pessoa ou organização. Transferência do conhecimento envolve o movimento do conhecimento de um local ao outro, e conseqüentemente sua absorção. Geração, codificação e transferência ocorrem constantemente, desta maneira, uma ferramenta de Gestão de Conhecimento é eficiente quando permite organizações a aumentar a produtividade de suas atividades e estender seus valores para o grupo de trabalho de maneira tão eficiente quando para um único indivíduo.

Desta maneira, podemos definir um sistema de Gestão de Conhecimento com sendo:

“Um sistema com a finalidade de administrar a coleta, organização, refinamento, análise, e disseminação de conhecimento em todas as suas formas

dentro de uma organização. Esta ferramenta apóia funções organizacionais enquanto auxilia as necessidades do indivíduo dentro de um determinado contexto” (BRINT, 2001).

Ou ainda:

“Sistemas de Gestão do Conhecimento são tecnologias que estimulam e permitem a geração, codificação e transferência do conhecimento” (RUGGLES, 1995).

Outras definições ainda são encontradas na literatura, como a de CORMICAN e O’SULLIVAN(2000)que enfatizam que um sistema de Gestão de Conhecimento, além da funcionalidade de gerenciar o conhecimento adquirido, possui a tarefa de facilitar a automação e implementação de elementos no processo do conhecimento como um todo, tendo como principal foco a inovação produtiva.

TIWANA(2000) define cinco meta-componentes que fazem parte de qualquer arquitetura de sistema de apoio à Gestão do Conhecimento, conforme descrito na Figura 15. Os meta-componentes são: Fluxo do Conhecimento, Mapeamento de Informação, Origem da Informação, Troca de Informação e Conhecimento, Agentes Inteligentes e Mineradores de Informação. As principais funcionalidades destes meta-componentes são:

- ✓ Fluxo do Conhecimento – facilita o fluxo de conhecimento dentro de um sistema de Gestão do Conhecimento.
- ✓ Mapeamento de Informação – tem por finalidade vincular informações e mapeá-las para que depois possa ser convertido em conhecimento empresarial.
- ✓ Origem da Informação – origem de dados alimentam dados únicos e simples, e informação para sistemas de Gestão do Conhecimento.
- ✓ Troca de Informação e Conhecimento – ferramentas e facilitadores não-tecnológicos que disponibilizam a troca de informação tácita e explícita, ajuda a criar e compartilhar contexto e facilitar a adaptação do conhecimento sob um novo contexto.
- ✓ Agentes Inteligentes e Mineradores de Informação – têm por finalidade minerar informação, buscar e encontrar conhecimento.

Assim sendo, o desafio para a área de Tecnologia de Informação e seus profissionais é identificar as tecnologias que apóiem a comunicação e a troca de idéias e experiências, facilitando e incentivando as pessoas a se unirem, a participarem, a

tomarem parte em grupos e comunidades, e a renovarem seus conhecimentos. Desta forma, o desafio passa a ser migrar de uma posição de suporte a processos para o suporte a competências. O papel a ser desempenhado passa a ser estratégico: ajudar o desenvolvimento do conhecimento coletivo, e do aprendizado contínuo, tornando mais fácil para as pessoas na organização compartilharem problemas, perspectivas, idéias e soluções. As estratégias para desenvolvimento do conhecimento devem ser focadas na criação de mecanismos que permitam aos profissionais manterem contato, e não apenas na captura e disseminação centralizada de informação, além de mapear e acompanhar a participação de cada um.

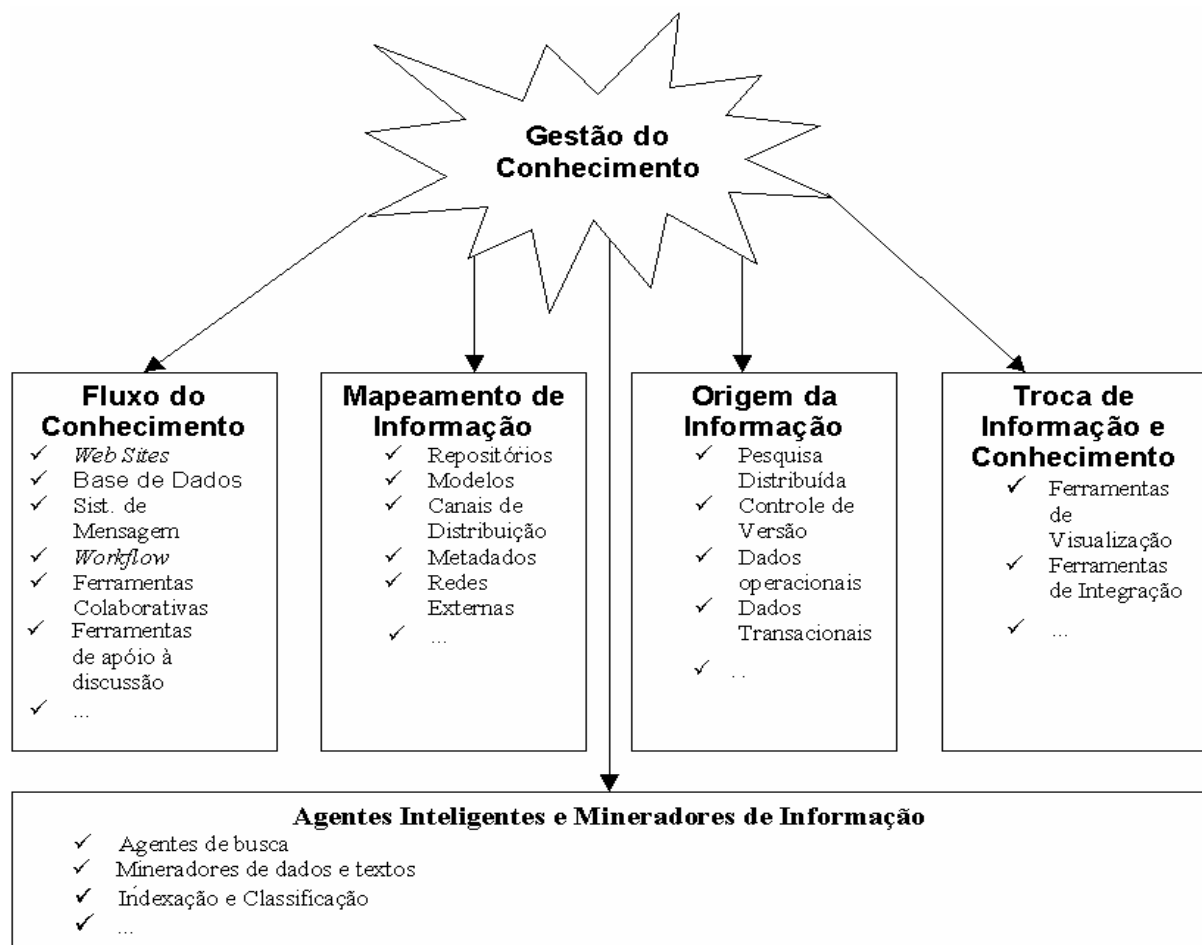


Figura 15 - Meta Componentes, segundo Tiwana (TIWANA, 2000)

3.3.1 – Tecnologias empregadas

Uma pesquisa realizada pela Ernest & Young Center for Business Innovation and Business Intelligence (THE ERNEST & YOUNG CENTER FOR BUSINESS INNOVATION AND BUSINESS INTELLIGENCE, 1997) indica que 51% dos entrevistados concordam que o foco no desenvolvimento de estratégias para se colocar

em prática a Gestão do Conhecimento deve ser em pessoas, mas em se tratando da ênfase atual, 31% dos executivos entrevistados responderam que estão investindo pesado em tecnologia. Dessas tecnologias, as que são vistas com grande potencial para auxiliar a Gestão do Conhecimento são Intranet (51%), Ferramentas de Apoio à Decisão (43%), “Data Warehouse” (40%) e “Groupware” (38%).

Apesar da tecnologia servir como um impulso para a Gestão do Conhecimento, por permitir agilidade na comunicação, confiabilidade no tráfego de dados e melhor organização documentária, é incorreto assegurar que ela sozinha consiga executar os processos referentes à Gestão de Conhecimento sem que haja interferência humana, como nos diz DIXON(1937), ressaltando dois dos três grandes mitos em se aplicar a Gestão do Conhecimento.

O primeiro mito, chamado de “Construa que ele aparece”, refere-se aos sistemas de apoio à Gestão do Conhecimento. Este mito representa a crença dos administradores de que se construindo um repositório de conhecimento todos os problemas da organização estarão resolvidos, pois basta consultar à Base de Conhecimento que qualquer empregado poderá conseguir a informação necessária. Neste caso, os administradores esquecem de esquematizar como será a população desta base, bem como deverá a empresa incentivar seus funcionários a contribuir com seus conhecimentos e utilizar tal sistema.

O segundo mito, que a autora chama de “Tecnologia pode substituir o Face-a-Face”, trata da impossibilidade de se substituir a interação humana, pois esta interação é que promoverá geração e conseqüente compartilhamento do conhecimento, fortificando os laços da cultura corporativa.

O valor do conhecimento aumenta com o seu grau de acessibilidade, talvez seja esse o motivo de uma procura desenfreada por soluções tecnológicas nos processos de Gestão do Conhecimento. Como diz Doroty Leonard, professora da Harvard Business School (THE ERNEST & YOUNG CENTER FOR BUSINESS INNOVATION AND BUSINESS INTELLIGENCE, 1997).

“Quando discutimos as dificuldades na transferência do conhecimento, as organizações não devem encarar imediatamente tecnologia como uma solução. Devem primeiro pensar como o conhecimento é conseguido, quem o possui, e qual é a forma que ele está. Depois devem considerar: Como posso codificá-lo. Devo realmente codificá-lo? Como deve ser estruturado? De que maneira pode ser esquematizado para que pessoas com diferentes perspectivas possam acessá-lo?”

(THE ERNEST & YOUNG CENTER FOR BUSINESS INNOVATION AND BUSINESS INTELLIGENCE, 1997).

Empresas de grande porte podem encontrar uma maior dificuldade em disponibilizar seus conhecimentos devido à sua dispersão geográfica, à grande hierarquização e ao grande número de empregados realizando diversas funções, dificultando não só a localização do conhecimento, como a sua transferência. A tecnologia pode ser de grande ajuda para minimizar tais problemas, caso seja utilizada com uma eficiente mudança comportamental e cultural na empresa, nas quais seja enfatizado o valor de se renovar e compartilhar o conhecimento, bem como o incentivo aos funcionários a colaborarem entre si.

Atualmente, como alguns dos representantes dos fatores que facilitam a Gestão do Conhecimento, podem-se citar as tecnologias de: “Internet/Intranet”, “Workflow”, CSCW, “Data Warehouse”, “Data Mining”, Agentes Inteligentes, Ferramentas de Suporte à Decisão, Algoritmos Genéticos, Redes Neurais, “Case Based Reasoning” e Sistemas de Mapas de Conhecimento.

3.3.1.1 – Internet/ Intranet

As “Intranets” expandiram-se pelas organizações e atualmente apresentam-se como uma solução de disseminação e aquisição de conhecimento fácil de ser utilizada, padronizada e acessível. Esta tecnologia contribui para o processo de Gestão do Conhecimento principalmente por prover ferramentas que auxiliem a formação e o gerenciamento de grupos de discussão e repositórios de conhecimento; possibilidade de interação entre pessoas, através de reuniões eletrônicas, vídeo-conferências e ambientes virtuais; treinamento *on-line* com a possibilidade de utilização de documentos dos mais variados formatos, inclusive os de origem multimídia e pesquisa e acesso à informação.

As “Intranets” possibilitam ainda a “quebra” de barreiras geográficas e de integração além da padronização de plataformas e sistemas na organização, transformando-as em ambientes mais adequados à realização do processo de gestão.

Seguindo a classificação proposta por STOLLENWERK(2001), pode-se dizer que a “Internet” atua no processo de compartilhamento de conhecimento, podendo ainda contribuir para os processos de seleção e validação. Esta tecnologia pode atuar como facilitadora da aprendizagem a distância, agindo diretamente no processo de criação do conhecimento. A “Internet” lida com o conhecimento explícito.

3.3.1.2 – Workflow

De acordo com AMARAL(1997), uma das tecnologias desenvolvidas com o propósito de minimizar os problemas na coordenação do trabalho nos processos de negócio é o “workflow”. Esta tecnologia baseia-se na modelagem e no suporte computacional ao comportamento dinâmico do processo e oferece recursos para representação do fluxo de trabalho ao longo do procedimento modelado. Um “workflow” é definido com uma coleção de tarefas organizadas para realizar um processo de negócios, definindo também a ordem de execução e as condições pelas quais cada tarefa é iniciada, além de ser capaz de representar a sincronização das tarefas e fluxo de informações.

O “workflow” é um tipo de tecnologia que auxilia na Gestão do Conhecimento por disponibilizar conhecimento sobre os processos e tarefas em uma organização. Podemos interpretar o “workflow” como uma maneira de explicitar o conhecimento tácito de processos e tarefas.

Seguindo a classificação proposta por STOLLENWERK(2001), pode-se dizer que sistemas de “workflow” atuam nos processos de compartilhamento de conhecimento e organização e armazenagem, lidando unicamente com o conhecimento explícito.

3.3.1.3 – CSCW/ Groupware

As tecnologias de “Computer Supported Collaborative Work” (CSCW) e “Groupware” podem ser citadas, com grande destaque, como ferramentas para a Gestão do Conhecimento. O termo CSCW refere-se à área de pesquisa que examina o projeto, a construção e o uso de ferramentas de “Groupware”.

Alguns dos benefícios trazidos pelo uso de ferramentas de “Groupware”, tais como facilidade de comunicação, categorização de assuntos, ambientes de grupos de discussão, servem como explicação para o crescente interesse das organizações em adotarem tais tecnologias, pois tais ferramentas estão se mostrando um eficaz produto para a disseminação de conhecimento tácito.

“Os processos de criação, compartilhamento e aplicação do conhecimento envolvem colaboração” (TIWANA, 2000). Tarefas nas quais sejam necessários uma geração de idéia ou solução de um problema, como sessões de “brainstorm” e reuniões de planejamento, envolvem muitas pessoas, que freqüentemente estão em locais

diferentes. A tecnologia que dá auxílio para atividades que envolvem um grande nível de colaboração são as ferramentas de “groupware”, provendo um repositório de documentos, integração remota e uma base para trabalho colaborativo e tratando diretamente com o conhecimento tácito gerado pela interação entre pessoas. Tais ferramentas englobam parte do universo de ferramentas de Gestão do Conhecimento, mas segundo TIWANA(2000) diferenciam-se destas por seu foco estar concentrado principalmente por funções desempenhadas na empresa (enquanto ferramentas de Gestão do Conhecimento estariam centradas em conteúdo) e está submetida a origens internas de informações (enquanto ferramentas de GC teriam origens internas e externas).

Seguindo a classificação proposta por STOLLENWERK(2001), pode-se dizer que ferramentas de “groupware” atuam nos processos de compartilhamento, captura, aplicação e criação de conhecimento, lidando com o conhecimento explícito e tácito.

3.3.1.4 – Data Warehouse

Os “Data Warehouses” aparecem como poderosas fontes de dados que contribuem para a Gestão do Conhecimento à medida que possibilitam a aquisição de conhecimento pelo fornecimento de informações estruturadas e integradas para as ferramentas de apoio à tomada de decisão.

Embora o “Data Warehouse” seja uma ferramenta que fortemente contribui para o processo de internalização, este não pode ser confundido como a “própria ferramenta de Gestão do Conhecimento”, pois possui foco principal em conteúdo altamente estruturado, enquanto sistemas de apoio a Gestão do Conhecimento necessitam tratar conteúdos estruturados e não-estruturados (TIWANA, 2000). Outra diferença seria o caráter afirmativo das informações obtidas através de um “Data Warehouse”, ou seja, qualquer informação obtida através desta tecnologia é precisa e categorizada. Quando um dado é obtido e interpretado, ele produz valor, mas a necessidade de interpretação é uma experiência “fuzzy”, sem limites fixos estabelecidos, não se enquadrando muito a um “Data Warehouse”.

Seguindo a classificação proposta por STOLLENWERK(2001), pode-se dizer que o “Data Warehouse” atua no processo de organização e armazenagem, lidando unicamente com o conhecimento explícito.

3.3.1.5 – Data Mining

Ferramentas de “Data Mining” auxiliam no processo de criação de conhecimentos, contribuindo na elaboração de modelos estatísticos e na derivação de tendências a partir dos mesmos. Com este tipo de informação a organização pode desenvolver estratégias que auxiliem na captura e retenção dos clientes e ainda no aumento de sua satisfação, podendo ser ainda possível descobrir novos fatores que contribuam no aumento de seus lucros.

Por ter como principal função descobrir os relacionamentos entre os dados, ferramentas de “Data Mining” são muito importantes no processo de internalização, permitindo ao analista da informação disponibilizada prever algumas tendências futuras.

Seguindo a classificação proposta por STOLLENWERK(2001), pode-se dizer que o “Data Mining” atua no processo de identificação, lidando unicamente com o conhecimento explícito.

3.3.1.6 – Agentes Inteligentes

Um agente inteligente pode executar tarefas computacionais delegadas pelo usuário, simular características humanas e desta maneira automatizar processos. Frequentemente, tendo como base o campo da inteligência artificial, agentes inteligentes ajudam a transformar vastas quantidades de dados em informação útil de apoio a decisão, direcionando automaticamente a informação útil para um funcionário que executa uma determinada função ou operando simultaneamente com o usuário, pois como já foram instruídos por este sobre o que deve ser realizado, podem reunir recursos que o ajudará a completar estes objetivos, bem como registrar os pontos que o usuário encontrou maior dificuldade na execução de uma tarefa.

Seguindo a classificação proposta por STOLLENWERK(2001), pode-se dizer que agentes inteligentes atuam nos processos de identificação, seleção e validação e compartilhamento de conhecimento, lidando unicamente com o conhecimento explícito.

3.3.1.7 – Ferramentas de Suporte à Decisão

O processo de tomada de decisão frequentemente pode ser traduzido como uma sequência complexa de tarefas que envolvem uma grande quantidade de dados com relações complexas entre si. O uso de ferramentas computacionais para viabilizar este processo geralmente resulta na implementação de um Sistema de Suporte à Decisão -

SSD. Segundo MAKOWSKI(2003), Sistemas de Apoio à Decisão são ferramentas computacionais que auxiliam na tarefa de avaliação das conseqüências de determinadas decisões, podendo inclusive sugerir qual é a melhor decisão a ser tomada. Embora sejam de grande valia para a Gestão do Conhecimento durante o processo de internalização, essas ferramentas não armazenam nenhum tipo de informação tácita de seus usuários, tais como a interpretação do executivo em relação à informação apresentada por tais ferramentas, nem disponibiliza ao usuário possíveis soluções encontradas por outros executivos ao tratarem dados e situações semelhantes à que ele está tratando.

Seguindo a classificação proposta por STOLLENWERK(2001), pode-se dizer que sistemas de suporte à decisão atuam no processo de seleção e validação, lidando unicamente com o conhecimento explícito.

3.3.1.8 – Algoritmos Genéticos

Problemas de otimização envolvem a busca de um conjunto de séries de soluções ótimas obtidas de um grande número de possíveis soluções. Para certos problemas, poderosos algoritmos existem para encontrar estas soluções usando técnicas matemáticas. Entretanto, em muitos casos, técnicas matemáticas podem não ser eficientes.

Um algoritmo genético soluciona problemas pelo uso de uma técnica similar aos princípios básicos de Darwin de sobrevivência, como adaptação ao meio, mutação e procriação.

A otimização de problemas envolve tomada de decisão e formulação de planos em situações onde o usuário possui algum tipo de restrição: tempo, dinheiro, equipamento, pessoal, etc. O objetivo de técnicas de otimização é tentar fazer a melhor escolha dentre situações imperfeitas para se adquirir as maiores vantagens com os recursos disponíveis, ajudando assim a análise de informações e o processo de internalização.

Seguindo a classificação proposta por STOLLENWERK(2001), pode-se dizer que sistemas baseados em algoritmos genéticos atuam no processo de identificação, lidando unicamente com o conhecimento explícito.

3.3.1.9 – Redes Neurais

Uma rede neural, ou neuronal, artificial constrói modelos pelo uso de uma simples emulação de um sistema neural biológico. Redes neurais tentam aprender padrões de dados diretamente, pela análise repetida dos dados, procurando por relacionamentos, automaticamente construindo modelos, corrigindo e aperfeiçoando os erros encontrados no modelo. Esta técnica pode derivar bons modelos mesmo quando os dados estão incompletos ou deturpados, sem a necessidade da entrada direta de dados de especialistas do domínio.

Seguindo a classificação proposta por STOLLENWERK(2001), pode-se dizer que sistemas baseados em redes neurais atuam no processo de identificação, lidando unicamente com o conhecimento explícito.

3.3.1.10 – Case Based Reasoning

CBR é um paradigma de resolução de problemas que propõe soluções através da comparação do caso atual com experiências passadas que mais se assemelham à atual situação. Neste paradigma, sucessos e fracassos são considerados na busca da nova solução. Situações semelhantes já enfrentadas anteriormente não precisam ser totalmente recalculadas.

Este tipo de ferramenta auxilia na Gestão do Conhecimento, pois permite ao usuário aprender sobre casos passados, auxiliando-o na tomada de decisão.

Seguindo a classificação proposta por STOLLENWERK(2001), pode-se dizer que CBR atua no processo de identificação, lidando unicamente com o conhecimento explícito.

3.3.1.11 – Sistemas de Mapas de Conhecimento

Diferentemente das ferramentas apresentadas anteriormente cujo foco está na tentativa de estocar ou criar automaticamente conhecimento, os mapas de conhecimentos surgem como uma alternativa que permite associar pessoas com um determinado conhecimento, permitindo assim descobrir e contatar especialistas em um determinado assunto, permitindo assim a troca de conhecimento tácito.

Vale ressaltar que um mapa de conhecimento indica o conhecimento, mas não o contém (DAVENPORT e PRUSAK, 1998), servindo como um guia, uma meta-informação, e não sendo uma base de conhecimento. Segundo DAVENPORT e PRUSAK(1998), o desenvolvimento de um mapa de conhecimento envolve localizar

conhecimentos importantes dentro da organização e depois publicar algum tipo de lista ou quadro que mostre onde encontrá-los, apontando para pessoas, documentos e bancos de dados.

Seguindo a classificação proposta por STOLLENWERK(2001), pode-se dizer que sistemas de mapas de conhecimento atuam no processo de identificação, seleção e validação, e compartilhamento do conhecimento, lidando com o conhecimento explícito, mas permitindo uma troca de conhecimento tácito.

3.3.2 – O papel da Tecnologia de Informação na Gestão do Conhecimento.

A tecnologia tem importante papel na Gestão do Conhecimento, porém é relevante observar uma série de limitações a ela associadas neste processo, pois desempenha apenas um papel de infra-estrutura, pois a Gestão do Conhecimento envolve também aspectos humanos e gerenciais. Na Tabela 1 tem-se uma comparação entre as ferramentas de TI discutidas na seção anterior. Para DAVENPORT e PRUSAK(1998), o objetivo das ferramentas de TI é modelar parte do conhecimento incorporado nas pessoas e encontrado nos documentos corporativos, disponibilizando-o para toda a organização. A existência do conhecimento na organização é de pouco valor se não estiver acessível.

A Tecnologia da Informação não pode ser considerada uma fonte sustentável de vantagem competitiva, uma vez que está disponível e pode ser obtida por todos, e desta maneira não pode manter diferenciais ao longo prazo. A Tecnologia da Informação é o condutor e o armazenador do sistema de troca de conhecimento, não cria conhecimento nem pode garantir ou promover a geração do conhecimento em uma cultura organizacional que não favoreça estas atividades. Ou seja, ferramentas de TI apenas empacotam e disseminam conhecimento, não sendo do seu escopo garantir que o usuário adquira este conhecimento.

DRUCKER(1999) de certa forma analisa o papel da Tecnologia da Informação (TI) abaixo.

“Por 50 anos, a TI tem se centrado em dados – coleta, armazenamento, transmissão, apresentação – e focalizado apenas o T da TI. As novas revoluções da informação focalizam o I, ao questionar o significado e a finalidade da informação. Isto está conduzindo rapidamente à redefinição das tarefas a serem executadas com o auxílio da informação, e com ela, à redefinição das instituições que as executam” (DRUCKER, 1999).

Tabela 1 - Comparativo entre Ferramentas de TI

Tecnologias	Processos							Tipo de Conhecimento	
	Identificação	Captura	Seleção e Validação	Organização e Armazenagem	Compartilhamento	Aplicação	Criação	Tácito	Explícito
“Internet”			X		X		X		X
“Workflow”				X	X				X
CSCW		X			X	X	X	X	X
“Data Warehouse”				X					X
“Data Mining”	X								X
Agentes Inteligentes	X		X		X				X
Algoritmos Genéticos	X								X
Redes Neurais	X								X
CBR	X								X
Mapas de Conhecimento	X		X		X			X	X

O maior valor da tecnologia na gerência do conhecimento é o de estender o alcance e aumentar a velocidade da transferência de conhecimento. A Tecnologia da Informação permite que o conhecimento de um indivíduo ou de um grupo seja utilizado por outros membros da organização ou por seus parceiros de negócio distribuídos geograficamente. A Tecnologia também contribui na codificação do conhecimento, e muitas vezes, na sua geração, uma vez que facilita a interação entre pessoas.

3.4 – Gestão do Conhecimento Científico

Para administrar o conhecimento e seu contínuo desenvolvimento, surgiu a Gestão do Conhecimento. Sua finalidade é criar meios para que uma instituição responda de forma dinâmica e eficiente ao ambiente. As organizações que se voltam

para a Gestão do Conhecimento necessitam de uma abordagem que veja a organização como uma comunidade humana, cujo conhecimento coletivo representa um diferencial competitivo em relação à concorrência.

Mas a Gestão do Conhecimento não está sendo aplicada somente nas empresas. A comunidade científica despertou para a necessidade de gerenciar e armazenar o intercâmbio realizado entre pesquisadores, seja feito sob a forma documental, como relatórios técnicos, artigos, revistas e livros, ou sob a forma interativa, através de aulas, seminários, experimentos e pesquisas de campo. Através deste intercâmbio é que novos conhecimentos são gerados e agregados à instituição de pesquisa.

Devido à sua particularidade e maneira de como o conhecimento científico é criado, as ferramentas de suporte à Gestão de Conhecimento Científico tornam-se diferentes das encontradas em meios empresarias.

Dados científicos são mais complexos que dados comerciais e operacionais, tanto em significado – pois um dado científico está relacionado com múltiplas variáveis ou dimensões, como latitude, longitude, profundidade e tempo - quanto em uso e manuseio, e seu gerenciamento necessita uma atenção maior em relação à semântica. Além do mais, ambientes científicos não compreendem apenas dados. Um conjunto de programas é usado para realizar sofisticadas simulações de processos físicos, químicos e biológicos ou implementar funções e rotinas de processamento de dados. Diferentemente das aplicações transacionais convencionais, estes programas são extremamente complexos, usualmente são executados em plataformas (conjunto de “hardware” e “software”) específicas e consomem um longo tempo de execução, e muitos desses ambientes foram customizados para se adequar a cada organização, dificultando a integração com outros sistemas. Esta integração ainda é dificultada porque cada sistema compreende sua própria sintaxe, descrição semântica e um conjunto de operações que possuem diferentes requisitos e tempo de resposta.

Em relação ao nível de colaboração inter-pessoal, a colaboração em ambientes científicos é mais restrita e ocorre entre um pequeno número de pessoas que atuam em um mesmo grupo, tratando ou pesquisando itens mais específicos do domínio de atuação. Dados e informações científicas normalmente encontram-se distribuídos em bases de dados pertencentes a diferentes instituições, e o processo responsável pela geração do dado ou informação científica é um processo custoso, o que eleva o preço da disponibilização dos mesmos.

Pelos motivos citados acima, projetos de gerência de dados, informações e conhecimentos científicos estão surgindo para o controle e uso de tais elementos. Além disso, torna-se necessário implantar a Gestão do Conhecimento para que:

- ✓ O capital intelectual da instituição não fique associado exclusivamente a pessoas que detêm o conhecimento crítico, mas que seja distribuído entre os membros de uma equipe de pesquisa;
- ✓ Seja possível a identificação de áreas de conhecimento com escassez de profissionais e assim planejar uma forma de adquirir este conhecimento, seja por treinamento ou contratação de pesquisadores externos; e
- ✓ Torne-se possível o constante acompanhamento do nível de conhecimentos de cada pesquisador.

Atualmente, os projetos e ferramentas de Gestão do Conhecimento dividem-se conforme sua área de atuação, como Sistemas de Banco de Dados Distribuídos e Heterogêneos (SBDDH), linguagens para padronização de dados científicos, Sistemas Gerenciadores de Modelos (SGM), Sistemas Gerenciadores de “Workflows” Científicos (SGWC), Bibliotecas Digitais (BD), Sistemas Integradores e Ontologias. Alguns projetos integram mais de um tipo de solução e ainda pode-se observar a utilização de ferramentas de CSCW para auxiliar o trabalho científico cooperativo.

Alguns desses projetos que foram aplicados no meio científico serão mostrados a seguir, bem como suas diferenças e principais finalidades.

Referente a sistemas gerenciadores de dados científicos, trabalhos como CHEN e MARKOWITZ(1995) e JOHNSON, FOTOUHI *et al.*(1994) relatam a alta complexidade envolvida na utilização de modelos de dados convencionais, tais como o relacional ou hierárquico, para representação de dados e experimentos científicos, ou até modelos mais ricos semanticamente, como o modelo Orientado a Objetos, pois não conseguem mapear todas as fases de um trabalho científico (CHEN e MARKOWITZ, 1995). Dificuldades em: i)como lidar com a representação do dado em vários formatos digitais e formas; ii)como descrever modelos; iii)como monitorar o uso dos dados, modelos e programas e iv)acompanhar a dinâmica evolução do dado conforme aplicação e conceitualização estão parcialmente sendo resolvidas por tecnologias como Sistemas de Banco de Dados Distribuídos e Heterogêneos (SBDDH), Sistemas Gerenciados de Modelos (SGM) e Sistemas Gerenciadores de “Workflows” Científicos

(SGWC), Padronização de Dados Científicos, Bibliotecas Digitais, Sistemas Integradores, Ontologia e Ferramentas de CSCW.

3.4.1 – Sistemas de Banco de Dados Distribuídos e Heterogêneos

Os problemas referentes a como lidar com multi-representações e acompanhar a evolução dos dados, está sendo parcialmente resolvido pelo uso de SBDDHs, como enfatizado por (SHETH e LARSON, 1990) e (ELMAGARMID, RUSINKIEWICZ *et al.*, 1999). Como exemplos de SBDDH podemos citar o LabBase (BONNER, SHRUFU *et al.*, 1996), Chimera (FOSTER, VÖCKLER *et al.*, 2003), DODS (GALLAGHER e MILKOWSKI, 1995), Morpho (HIGGINS, BERKLEY *et al.*, 2003), HORSE (AILAMAKI, IOANNIDIS *et al.*, 1998), Ausvit (COOPERATIVE RESEARCH CENTRE FOR VITICULTURE, 2003) e o XBio System (KAMEL, SONG *et al.*, 1993).

O LabBase é um SGBD especializado para ser utilizado em laboratórios de genoma e o LabFlow-1 é um banco de dados de “benchmark” que testa a usabilidade de gerenciadores de bases de dados, servindo como base para a criação de sistemas de workflows sobre estas bases.

O XBio System utiliza intensamente a tecnologia de banco de dados federados para prover um ambiente integrado para auxiliar as consultas de seqüências de DNA na área de biologia molecular. Neste sistema, cada usuário está relacionado a uma visão federada.

O Distributed Oceanographic Data System (DODS) também lida com diversas bases heterogêneas de dados. Essencialmente, ele define um protocolo de acesso a dados que inclui tanto uma interface funcional para sistemas de dados quanto um modelo para representação dos dados. Ele foi projetado para integrar aplicações científicas existentes e sistemas gerenciadores de recursos (“workflows”). Os programas de modelos de análises de dados são ligados a um ou mais programas através de bibliotecas de API e suporta comunicação ponto-a-ponto entre aplicativos e repositórios de dados, sendo assim, a agregação e consolidação dos dados é feita pelo aplicativo ao invés dos mediadores. Entretanto, o principal objetivo de DODS é a reutilização de análises e dados que já foram criados localmente.

O Chimera é um sistema gerenciador de dados virtuais, como os próprios autores o intitulam, que combina um catálogo de dados virtuais, para representar procedimentos

de derivação de dados científicos e dados derivados, com um interpretador de linguagem de dados virtual que traduz as requisições do usuário em definição de dados e operações de consulta no banco de dados. O ambiente monitora todo o ciclo de vida do dado, suas alterações, os tipos de correções realizadas a um conjunto de dados ao conjunto de dados, bem como tenta rastrear as possíveis consequências de um erro no dado utilizado. Em resumo, é importante rastrear como dados experimentais são derivados. Um grau de precisão elevado é requerido para que se possa reproduzir e eventualmente reconstruir resultados experimentais através deste conhecimento. O Chimera utiliza serviços distribuídos de “Data Grid” para possibilitar a execução de consultas agendadas.

O principal objetivo do Morpho é facilitar o gerenciamento de dados científicos e melhorar o acesso e documentação de dados ecológicos. Esta ferramenta possibilita aos pesquisadores descreverem seus dados utilizando uma especificação de metadados, e compartilhar e publicar dados na “Knowledge Network for Biocomplexity” (KNB). Suas principais funcionalidades incluem: criação e edição de metadados utilizando uma sintaxe para troca de metadados em XML, extração automática de metadados enquanto importa dados, um editor XML que é configurado utilizando DTDs, compatibilidade com a “Ecological Metadata Language” e ferramentas de buscas.

No ambiente ZOO (AILAMAKI, IOANNIDIS *et al.*, 1998), um sistema de “workflow” científico que será explicado mais adiante, é utilizado um banco de dados orientado a objeto, o HORSE, implementado e utilizado no projeto. Este banco utiliza um modelo de dados próprio denominado MOOSE e uma linguagem de consulta própria chamada FOX.

Ausvit (COOPERATIVE RESEARCH CENTRE FOR VITICULTURE, 2003) é um sistema de suporte a decisão que auxilia os viticultores a alcançar altos índices de eficiência no plantio, auxiliando-os na escolha da terra, época do plantio, cultura a ser feita, reduzindo assim a perda na colheita e aumentando a qualidade da mesma. Para isto, utiliza em larga escala banco de dados geográficos para o controle das regiões plantadas.

3.4.2 – Padronização de dados científicos

Referente aos problemas descritos no início desta seção, esforços sobre uma padronização para a representação de dados científicos têm sido intensificados para tornar possível uma troca eficaz destes tipos de dados. A NSF tem exposto e

mencionado padrões como NSSDC(CDF, 2003), Unidata NetCDF (NETCDF, 2003) ou NCSA HDF (HDF, 2003), como mostrado pelas conferências organizados pela NSF sobre gerenciamento de dados científicos (FRENCH, JONES *et al.*, 1990). Mas a procura por padronização não se restringe somente aos dados e está estendendo-se aos metadados, pois a disponibilidade de metadados possibilita melhores resultados de busca.

Dublin Core e Warwick Framework (DC, 2003) foram os primeiros passos na classificação de metadados. Eles definem uma estrutura que não é difícil de manter e possibilita bons resultados na busca. Padrões como FGDC (FGDC, 2003); (NATIONAL SPATIAL DATA INFRASTRUCTURE (NSDI), 2003) e UDC (UDC, 2003) surgiram no intuito de categorizar informação e organizar os metadados. Entretanto, o XML (XML, 2003) está altamente sendo adotado como uma sintaxe comum para expressar estrutura para dados, e o Resource Description Framework (RDF) (RDF, 2003) é utilizado como uma camada sobre o XML, provendo semântica aos dados XML.

O ESP2NET (Earth Science Partners' Private Network) propõe uma linguagem para descrever experimentos científicos, o SEML - “Scientific Experiment Markup Language” (ESP2NET, 2003). Esta linguagem é baseada em XML e permite capturar experimentos científicos e documentos hipermídia como uma unidade básica de informação a ser compartilhada. Uma coleção de documentos SEML pode ser vista como uma coleção de experimentos no formato de “blogs”, que capturam um experimento inteiro pela descrição do processo e seus inter-relacionamentos, como dados de entrada e saída bem como todo o histórico do experimento para o caso de recriá-lo.

3.4.3 – Sistemas Gerenciadores de Modelos

Os SGMs surgiram com o intuito de solucionar os problemas relativos de como representar e gerenciar modelos (GUARISO, HITZ *et al.*, 1996), (BANERJEE e BASU, 1993) e (BENZ e HOCH, 2003).

Um dos padrões que poderia ser utilizado para descrever modelos, apesar de não ter sido especificado com este objetivo, é o OIM (Open Information Model) (META DATA COALITION, 1999a). Este é um padrão de metadados cujo principal objetivo é prover um meio de compartilhar informações entre ferramentas. Para isto, este padrão utiliza orientação a objeto, pois com o uso dos seus conceitos como herança,

polimorfismo, composição e especialização, pode-se garantir uma maior facilidade na utilização e expansão dos sub-modelos de metadados especificados pelo OIM. Existem vários sub-modelos, onde cada um destes define um modo específico de descrever metadados para a área a que diz respeito.

O ECOBAS–MIF (BENZ e HOCH, 1999) é um padrão de modelo ligado à área ecológica e de proteção do meio ambiente, cujo objetivo é estabelecer uma estrutura e uma sintaxe para a documentação de “processos” ecológicos, garantindo assim a compatibilidade entre sistemas e portabilidade de código.

A documentação feita através do ECOBAS–MIF é dividida em três arquivos diferentes. O ECOBAS–MIF–Type define as declarações das equações e variáveis referentes ao modelo em questão. O ECOBAS–MIF–Specification armazena os dados que serão utilizadas por um modelo, ou seja, os dados que o arquivo ECOBAS–MIF–Type necessitará. E por último, o ECOBAS–MIF–Domain, que armazena os dados sobre o ambiente ao qual o modelo pertence.

O ECOBAS (BENZ e HOCH, 2003) é um exemplo de SGM, responsável por prover um sistema de documentação da descrição matemática de processos ecológicos. Este SGM é uma ferramenta “Web”, e possui como objetivo proporcionar um ambiente para que a declaração completa e detalhada da parte matemática de um modelo possa ser armazenada. Para isto, trabalha com o formato padrão de descrição de modelos ECOBAS_MIF; um sistema de cadastro Web capaz de armazenar a parte matemática dos modelos no formato ECOBAS_MIF, auxiliando a criação de novos modelos e seleção dos já existentes no formato em questão; conversores e geradores de códigos que permitam transferir os arquivos ECOBAS_MIF em formato texto e em arquivos utilizados por sistemas de simulação.

O trabalho de (CAVALCANTI, MATTOSO *et al.*, 2002) propõe uma arquitetura para que cientistas possam trocar dados, programas e modelos, utilizando um banco de dados orientado a objetos servindo como gerenciador de metadados.

O Environmental Decision Support System (EDSS) (FINE e AMBROSIANO, 1996) é um sistema destinado a modelagem e gerenciamento da qualidade do ar. O principal componente é a realização de simulações sobre reações químicas ocorridas entre espécies químicas encontradas na atmosfera. Este componente não é apenas um modelo, mas um ambiente completo para modelagem, onde os principais fenômenos físico e químico são preenchidos em classes e categorias bem definidas. Os cientistas escrevem os módulos científicos como uma coleção de sub-rotinas. Isto é feito por uma

linguagem convencional de programação, obedecendo a simples padrões para garantir compatibilidade com outros módulos. Os usuários podem criar novos módulos colocando os módulos a serem utilizados em um arquivo de configuração. Os módulos selecionados são então obtidos, compilados e ligados automaticamente. Para auxiliar a definição de simulações complexas, que envolvem centenas de programas, o EDSS permite ao usuário ligar os programas necessários via uma interface gráfica. A ferramenta provê quatro tipos principais de funcionalidades: inventário e controle das análises estratégicas, desenvolvimento interativo-estratégico, teste de desempenho de estratégia e otimização de estratégias.

3.4.4 – Sistemas Gerenciadores de “Workflows” Científicos

Os SGWCs servem para definir o processo de pesquisa e acompanhar a sua execução, bem como os dados, modelos e programas utilizados na execução de cada tarefa. Como exemplo de SGWC podemos citar o BOE (CARDOSO, SOUZA *et al.*, 2002), WASA [(MEDEIROS, VOSSEN *et al.*, 1996),(VOSSEN, WEKE *et al.*, 1996)],WOODS(SEFFINO, MEDEIROS *et al.*, 1999), ZOO[(AILAMAKI, IOANNIDIS *et al.*, 1997),(AILAMAKI, IOANNIDIS *et al.*, 1998)], Pacific Northwest National Laboratory (PNNL) (CHIN, LEUNG *et al.*, 2002), O ZENTURIO (PRODAN e FAHRINGER, 2002).

O BOE (Bill of Experiments) é uma ferramenta do ambiente SPeCS que transforma a definição de um “workflow” de experimento em regras e através de inferência orienta o pesquisador a escolher o dado provido por outra instituição seguindo parâmetros como custo, e rapidez da entrega.

O WASA (Workflow-based Architecture to support Scientific Applications) usa "workflows" para modelar conjuntos de atividades científicas, como experimentos e sua evolução, permitindo o reuso de partes de experimentos e gerência da execução do experimento.

O WOODS (WorkfLOw-based spatial Decision Support System) é um SGWC que trabalha em conjunto com ferramentas de SIG (Sistemas de Informação Geográficos) em ordem de prover auxílio na tomada de decisão para o planejamento ambiental, mantendo um histórico de procedimentos decisórios, modelos aplicados e escolha de parâmetros permitindo testes e comparações com alternativas estratégicas de planejamento ambiental que estão sendo planejadas. Além disso, pode-se reutilizar blocos de procedimentos de tomadas de decisão.

O ZOO (AILAMAKI, IOANNIDIS *et al.*, 1997; AILAMAKI, IOANNIDIS *et al.*, 1998) é um sistema de “workflow” que tem como principal objetivo converter um “workflow” em um conjunto de objetos de dados. Para isso, há um mapeamento da especificação do “workflow” em diagramas de classes e o próprio “workflow” é gerenciado pelo esquema do banco de dados orientado a objetos. Como sistema de “workflow” científico esta ferramenta é bem completa, dando apoio as etapas de definição e execução de um “workflow” científico, gerenciando os resultados experimentais gerados ao decorrer do processo.

Cientistas de computação da Pacific Northwest National Laboratory (PNNL) (CHIN, LEUNG *et al.*, 2002) estão estudando e desenvolvendo ambientes colaborativos para solução de problemas para computação científica em vários domínios. A preocupação deste projeto tem sido um sistema que especifica uma simulação completa e modela o ambiente do usuário, possibilitando ao cientista o acompanhamento de um experimento sob a forma de um “workflow”, guardando o histórico de um experimento para acessos futuros e permitindo a reutilização de parte de um “workflow”.

O ZENTURIO (PRODAN e FAHRINGER, 2002) é uma arquitetura de sistemas de “workflow” científico cuja funcionalidade é auxiliar a simulação em ambientes de computação paralela, realizar análise de desempenho e testes de execução em arquiteturas de paralelismo, como “clusters” e GRID. Este ambiente utiliza a linguagem de marcação de diretivas ZEN, permitindo ao pesquisador especificar faixas para parâmetros de entrada de experimentos, como variáveis, nomes de arquivos, parâmetros de compilação, critérios de agendamento de simulações, distribuição de dados e controle de etapas críticas. A diretiva ZEN é implementada através de comentários nos programas-fonte, sendo ignoradas por outros sistemas que desconhecem sua semântica.

3.4.5 – Bibliotecas Digitais

Bibliotecas digitais e sistemas de mediadores são tecnologias que têm atraído a atenção de cientistas. As bibliotecas digitais focam principalmente em interoperabilidade e disponibilidade de informação, enquanto os mediadores enfatizam na integração e no desenvolvimento incremental de bases de dados. Metadados possuem um papel principal em ambos os casos, nas bibliotecas digitais metadados são pesquisados diretamente por palavras-chaves ou textos descritivos, enquanto a maioria dos sistemas baseados em mediadores utiliza uma linguagem de consulta declarativa para expressar as consultas (BUNEMAN, RASCHID *et al.*, 1997).

Bibliotecas digitais lidam com diversas questões relativas ao gerenciamento de grandes coleções de documentos distribuídas na Internet, bem como a categorização dos mesmos conforme utilização e importância em um domínio de pesquisa. Algumas destas questões são: a heterogeneidade de usuários, repositórios de informações, tipos de serviços prestados, bem como a especificação de formatos de metadados para indexar os documentos por estrutura, semântica e conteúdo - incluindo informações multimídia, mapas, imagens, vídeos, dentre outros tipos de dados não-convencionais.

Diversos projetos estão surgindo, como por exemplo, a “Net Academy” (LINCKE, SCHMID *et al.*, 2003) e bibliotecas digitais de universidades americanas e nova-zelandesas, como as de Illinois (ILLINOIS, 2003), Berkeley (BERKELEY, 2003), Stanford (STANFORD, 2003), Michigan (MICHIGAN, 2003), Carnegie-Mellon (CARNEGIE, 2003), Santa Bárbara (UCSB, 2003) e Waikato (WAIKATO, 2003).

A “Net Academy”, uma plataforma “Web” de pesquisa desenvolvida para a comunidade científica e funciona como uma grande biblioteca digital orientada a assunto, utilizando agentes inteligentes, mecanismos de busca e atualização, mecanismos de inferência, hipertextos e vocabulários de termos. Os projetos de Illinois e Berkeley estão desenvolvendo serviços para múltiplos grupos de usuários (necessidades educacionais, entretenimento, etc.). A biblioteca digital de Illinois focaliza na indexação semântica e busca em documentos de SGML usando conceitos espaciais. A biblioteca digital de Berkeley já enfatiza o uso da linguagem natural, reconhecimento ótico e técnicas de geo-referência para melhorar a indexação de documentos multimídia. Um projeto com motivações similares é a biblioteca digital de Alexandria da Universidade da Califórnia, em Santa Bárbara. O processo de combinação de documentos e reuso de informações e aplicações são um dos objetivos deste projeto. Um modelo de documento é considerado em ordem de sobrepor múltiplos níveis de conteúdos a um documento. Os projetos de Michigan e Stanford focalizam no desenvolvimento de serviços apropriados de mediação/“gateway”, permitindo a interoperabilidade entre diferentes redes (http, telnet, etc.) ou protocolos específicos (Z39.50, ODBC, etc.) utilizados nas fontes de informação e entre os agentes cooperativos. Eles extraem as representações necessárias para manipular a heterogeneidade de dados e metadados de diferentes serviços de busca. O projeto da biblioteca digital de Waikato possui um sistema de indexação de texto e pesquisa para grandes coleções de textos, utilizando também técnicas de CSCW para facilitar a colaboração durante a localização e criação dos documentos.

O ambiente FERRET (HANKLIN, DAVIDSON *et al.*, 2003) oferece acesso “on-line” a dados climatológicos contidos em conjuntos de dados distribuídos por diversas instituições. O dados incluem observações da superfície marinha, análise do ar, observações de satélite, correntes oceânicas, ondas de calor e outros dados retirados de observação ou derivados de outros dados. Este sistema permite visualização e extração interativa de dados provenientes de sistemas GRID, permitindo ao usuário escolher o conjunto de dados, visões e localização de interesse conforme espaço e tempo. A localização e o tempo podem ser melhor refinadas pelas operações de “zoom” e “pan” através do mapa e através de campos textos usados para especificar localizações precisas. FERRET provê uma coleção de transformações básicas, incluindo derivadas, integrais, cálculos estatísticos, localizadores de valores, e outras funções. Este sistema é essencialmente uma ferramenta sofisticada para visualização de dados, não utilizando mediadores ou aplicativos que permitam realizar a simulação de programas.

CalFlora (CALFLORA, 2003) é uma organização sem fins lucrativos que auxilia na construção de uma base e biblioteca digital para distribuição de informação de plantas na Califórnia, tendo por objetivo prover acesso ao dado necessário para identificar questões críticas na conservação da diversidade da flora, analisar as consequências do uso da terra e mudanças ambientais ocorridas pela distribuição de espécies nativas e exóticas. Esta biblioteca possui dois componentes: a “CalPhotos”, onde há fotos de plantas e ambientes, e “CalFlora Occurrence Database” que possui informações sobre as plantas, vida e lugares onde habitam (HOUSE, 2002).

O banco de dados de fotos contém mais de 20.000 imagens de plantas da Califórnia obtidas a partir da Califórnia Academy of Sciences e outras organizações. Nesta base há metadados sobre as fotos, como nome científico da planta, taxonomia, data e local da foto, instituição de origem (que cedeu a fotografia), nome do fotógrafo e informação de contato, e ligação para registros com a mesma taxonomia.

O banco de dados sobre ocorrências contém mais de 800.000 relatórios de observação das espécies de plantas da Califórnia. Registros de ocorrência incluem nome da taxonomia, observador, instituição, data, tipo de observação, documentação, local e nome do observador. Estes dados servem para documentar a distribuição da taxa de plantio sobre um estado e mudanças no decorrer do tempo. Os dados inseridos na base são úteis para o aumento do conhecimento sobre a flora local, determinando o

estado corrente das plantas da Califórnia e tornando acessíveis os efeitos e potenciais efeitos das ações feitas.

CSU (CSU, 2002) é um projeto que tenta representar conhecimento publicado, principalmente o encontrado em artigos de pesquisa, diretamente em um sistema especialista e criar o meta-conhecimento necessário para organizar o conhecimento da área de atuação.

Millennium (MILLENNIUM, 2002) é um projeto que visa organizar em uma base documentos científicos e conclusões de pesquisas internas, utilizando para isto um vocabulário estruturado (ontologia), facilitando a busca de material publicado, e o CyberLAB Knowledge Engineering System (CYBERLAB, 2002) é um gerenciador de documentos científicos, trabalhando também a parte de edição colaborativa dos mesmos. Como outro exemplo de biblioteca digital científica podemos mencionar a biblioteca digital da The Knowledge Network for Biocomplexity (KNB, 2003).

Todas as contribuições feitas no Cybrarium (CYBRARIUM, 2003) são instantaneamente publicadas sem revisão. Isto não é uma desvantagem se o usuário habilitar o filtro de não receber artigos não revistos. A publicação instantânea elimina problemas de atrasos e aumenta, conforme os autores, a natureza colaborativa do sistema.

Cada leitor é encorajado a avaliar um artigo conforme três dimensões: relevância, rigor e nível de detalhe. Além disso, cada leitor pode adicionar comentários em um artigo. Os leitores são automaticamente informados via e-mail se um comentário é postado. Os artigos e seus metadados são armazenados em bases distribuídas.

Novos artigos que aparecem nos jornais mais importantes na área de Sistemas de Informação são sistematicamente incorporado no Cybrarium via um “link” externo para um resumo na página do jornal.

Como exemplo brasileiro, podemos apontar várias iniciativas emergentes, como a da CAPES(CAPES, 2003) e a do IBICT (IBICT, 2003). A CAPES possui um portal, chamado “Portal Periódicos”, no qual há a categorização e redirecionamento para os principais publicadores de periódicos nacionais e internacionais. Desta maneira, o conteúdo das principais publicações está à disposição, na Internet, para as universidades e centros de pesquisas brasileiros. O IBICT possui um projeto de Biblioteca Digital com vários módulos, com a finalidade de aumentar a presença brasileira e conteúdos em língua portuguesa na Internet, tentando representar e disseminar a produção científica

brasileira e integrar os recursos de informação científica disponíveis no País. Para isto, este projeto conta com: i) Biblioteca Digital de Teses e Dissertações - onde há a possibilidade de busca e disponibilização, tanto parcial (resumo) quanto integral, de teses brasileiras, ii) Diálogo Científico - onde ocorre a publicação de resultados de pesquisa, iii) Catálogo Eletrônico de Anais de Congresso - sub-módulo que permite a gestão de processos de seleção de artigos, iv) além da disponibilização de normas de publicação e consultas de políticas sobre informação sobre ciência e tecnologia.

3.4.6 – Sistemas Integradores

Sistemas integradores de informação têm como principal finalidade projetar e implementar a mediação entre usuários e fontes de dados, sendo estes últimos repositórios de documentos, bases de dados (relacionais ou orientadas a objeto) ou bases de conhecimento. Mais precisamente, a ênfase é dada em modelos e linguagens de mediadores, processamento avançado de consultas e otimização, bem como especificação de interfaces para tradução de consultas e resultados entre os mediadores e fontes de dados. Relacionados a esta abordagem existem os projetos: XArc (PINTO, SOUZA *et al.*, 2002), Disco (DISCO, 2003), Le Select (INRIA, 2003), TSIMMIS (TSIMMIS, 2003), MANIFOLD (MANIFOLD, 2003), GARLIC (GARLIC, 2003), HERMES (HERMES, 2003), SIMS (SIMS, 2003), InfoSleuth (INFOSLEUTH, 2003), THETIS (THETIS, 2003).

O XArc é uma ferramenta do ambiente SPeCS responsável pela visualização de dados no formato XML. Através desta ferramenta, o usuário pode consultar fontes externas de dados, realizar consultas sobre dados geo-referenciados, e o resultado da mesma é em XML.

O Le Select é um sistema mediador distribuído para acesso a dados heterogêneos e para invocar programas processadores de dados executados em ambientes “*Web*”. Por uniformizar o acesso a dados heterogêneos, suportando o acesso a vários tipos de fontes de dados, e promover a integração de diversos tipos de dados, este sistema está sendo utilizado em ambientes científicos.

GARLIC e DISCO baseiam-se no modelo de objeto e linguagem de consulta do padrão ODMG (ODL e OQL), tendo por objetivo o acesso uniforme de dados multimídia e no processamento de consultas quando as origens de dados podem não retornar respostas, por exemplo, devido a problemas de rede. MANIFOLD e TSIMMIS utilizam duas arquiteturas de integração além de utilizar mediadores para visualização

das fontes de dados e o uso de estratégias para o processamento de consultas. A primeira arquitetura estende o modelo CLASSIC de lógica descritiva para integrar bases de dados relacionais e sistemas legados em ambientes “Web”. A segunda arquitetura propõe o uso de um modelo auto-descritivo e uma linguagem de consulta (OEM e LOREL) para a integração de origens de dados estruturados e semi-estruturados. Deve ser enfatizado que os sistemas descritos anteriormente resolvem discrepâncias operacionais das fontes de informação (por exemplo, heterogeneidade de linguagens de consultas) pela descrição e uso das várias capacidades das linguagens de consultas nativas das fontes ao nível do mediador.

HERMES e SIMS enfatizam principalmente a modelagem de domínio e deduções utilizando a tecnologia KRRS (por exemplo, HKB, LOOM). Eles provêm uma integração inteligente de informação pela inferência de novo conhecimento por dados já existentes. Estes sistemas também selecionam dinamicamente a origem de informações e executam uma consulta semântica para otimizar a execução de consultas nas fontes de informações locais. Para realizar a localização dinâmica das fontes de dados, o InfoSleuth integra a tecnologia de agentes inteligentes e padrões de comunicações como KQML/KIF.

THETIS é o sistema utilizado para o gerenciamento de informações sobre as zonas costeiras do Mar Mediterrâneo (CZM, 2003), utilizando as tecnologias de biblioteca digital e mediadores, possibilitando aos pesquisadores a visualizarem, consultarem e armazenarem dados em diversos formatos.

3.4.7 – Ontologia

Referente a gerência de informações científicas e integração das mesmas, atualmente estão surgindo projetos para estabelecer uma gramática e vocabulário comum, conhecidos como ontologia, de maneira que permita a integração de sistemas e fontes de informações. Uma iniciativa brasileira neste sentido foi a Linguagem de Marcação da Plataforma Lattes (LMPL) (PACHECO e KERN, 2001) que visa integrar vários sistemas de apoio à comunidade científica brasileira. Outro exemplo, é a ontologia criada no projeto Cybrarium (CYBRARIUM, 2003), cujos autores concatenaram algumas linhas filosóficas para construir um meta-esquema de conhecimento científico, sobre o qual é criada a ontologia do projeto (HARS, 2001).

3.4.8 – Ferramentas de CSCW

Pode-se ver também uma preocupação em gerenciar o conhecimento tácito, e de certa maneira possibilitar a troca do mesmo através de ferramentas de auxílio a colaboração. O Pacific Northwest National Laboratory (PNNL) (CHIN, LEUNG *et al.*, 2002), anteriormente citado, está desenvolvendo e integrando um ambiente de ferramentas colaborativas, chamado CORE (Collaborative Research Environment) (SCHUR, KEATING *et al.*, 1998), para auxiliar tanto a pesquisa como o treinamento de mais de 200 pesquisadores do Environmental Molecular Sciences Collaboratory. Este ambiente é composto por ferramentas de reunião eletrônica (“*chat*”), áudio e vídeo conferência, “*whiteboard*” e ferramentas de transferência de arquivos, além de ferramentas para acesso remoto a um monitor (“TeleViewer”); fichas de notas do laboratório (“Notebook”); um navegador “Web” sincronizado, no qual quando um usuário abre uma página, todos os navegadores “Web” associados ao usuário são automaticamente abertos; e controle remoto de instrumentos (“Shared Instruments”).

O CLARE (WAN e JOHNSON, 1994) é um ambiente de CSCL (“Computer-Supported Cooperative Learning”) que facilita a construção de conhecimento científico através do conhecimento colaborativo. Para isto, o CLARE utiliza uma linguagem de representação semiformal chamada RESRA e um modelo de processo chamado SECAI. O CLARE é baseado na necessidade de ferramentas que auxiliem os pesquisadores ou estudantes a interpretar e assimilar as informações, além da assimilação do conteúdo de textos científicos e comparação com as interpretações de outros aprendizes, possibilitando assim relacionar novas informações com as já existentes e identificar, comparar e integrar interpretações diferentes da mesma informação. Para isto, o ambiente converte o texto científico a ser estudado em um formato de hipertexto, quebrando o texto original em diversos pedaços conforme o conteúdo do mesmo. Assim, os usuários podem fazer sumários desses pedaços de textos e compará-los com os sumários já criados.

Science Desk Project(SCIENCEDESK, 2002)é um projeto desenvolvido pela NASA possui um conjunto de ferramentas responsáveis por armazenamento e gerenciamento de dados, imagens, modelos e documentos científicos, além de ferramentas de integração e colaboração. Este projeto, implantado na NASA, permite i)a captura, preservação e rastreabilidade do conhecimento científico em grupos de pesquisa; ii) indexação para otimizar o acesso a informações e uso de técnicas de

visualização; iii) colaboração síncrona e assíncronas e iv) controle e monitoramento de experimentos de forma semi-autônoma e remota.

Além de projetos, também surgiram algumas metodologias para a criação de sistemas de Gestão de Conhecimento. Como exemplo, podemos citar o ISKM (*“Integrated Systems for Knowledge Management”*) (ALLEN, 2003) (ALLEN e KILVINGTON, 2003), uma abordagem para auxiliar a construção de comunidades e gerenciar o conhecimento necessários em um ambiente de aprendizado e tomada de decisão em comunidades aplicados ao gerenciamento de recursos naturais.

3.4.9 – Comparação entre os Projetos

Ao se mapear os projetos analisados nos processos de Gestão de Conhecimento proposto em (STOLLENWERK, 2001), obtêm-se a Tabela 2.

Tabela 2 - Projetos em GC Científico e os Processos que atende

Processo Projeto	Identificação	Captura	Seleção e Validação	Organização e Armazenamento	Compartilhamento	Aplicação	Criação
LabBase				X	X		
XBio System				X	X		
DODS				X	X		
Chimaera				X	X		
Morpho				X	X		
Ausvit				X	X		
Horse				X	X		
NSSDC CDF				X			
Unidata NetCDF				X			
NCSA HDF				X			
FGDC				X			
UDC				X			
SEML				X			
ECOBAS				X	X		
SGM do GOA				X	X	X	
EDSS				X	X	X	
BOE				X			
WASA				X	X		

<div> <div>Processo</div> <div>Projeto</div> </div>	Identificação	Captura	Seleção e Validação	Organização e Armazenamento	Compartilhamento	Aplicação	Criação
WOODS				X	X	X	
ZOO				X			
Zenturio				X	X	X	
PNNL	X	X	X	X	X	X	X
NetAcademy			X	X	X		
BD Illinois				X	X		
BD Berkeley				X	X		
BD UCSB				X	X		
BD Michigan				X	X		
BD Stanford				X	X		
BD Waikato				X	X		
FERRET				X	X	X	
CalFlora				X	X		
CSU				X	X		X
Millennium				X	X		
CyberLAB				X	X		X
KN Biocomplexity				X	X		
Cybrarium				X	X		X
XArc				X			
Le Select				X			
Garlic				X			
DISCO				X			
MANIFOLD				X			
TSIMMIS				X			
HERMES				X			X
SIMS				X			X
THETIS				X	X		
LMPL				X			
CORE		X		X	X		X
CLARE		X	X	X	X		X
ScienceDesk Project			X	X	X		X

<div> <div>Processo</div> <div>Projeto</div> </div>	Identificação	Captura	Seleção e Validação	Organização e Armazenamento	Compartilhamento	Aplicação	Criação
ISKM	X						

Através da comparação, podemos dizer que os projetos estudados, em sua maioria, atuam principalmente nas fases de “Organização e Armazenamento” e “Compartilhamento”.

3.5 – Conclusão

As definições apresentadas anteriormente ilustram as dificuldades envolvidas e como a Gestão do Conhecimento pode originar muitas e desafiante pesquisas. De que maneira pode-se capturar e disseminar o conhecimento em uma organização e até mesmo fazer com que as pessoas gerem novos conhecimentos?

Com o intuito de que a organização responda de forma dinâmica e eficiente às mudanças em um ambiente externo altamente imprevisível é que se aplica a Gestão do Conhecimento, para que os empregados de uma organização possam ser munidos de todo o conhecimento possível para executar suas tarefas e tomar decisões, colaborar entre si e disseminar o conhecimento individual para que se este conhecimento individual seja parte significativa do conhecimento organizacional.

Mas a Gestão do Conhecimento não está sendo aplicada somente nas empresas. A comunidade científica despertou para a necessidade de gerenciar e armazenar o seu principal produto: o conhecimento. O conhecimento científico é gerado pelo intercâmbio realizado entre pesquisadores, seja feito sob a forma documental, como relatórios técnicos, artigos, revistas e livros, ou sob a forma interativa, através de aulas, seminários, experimentos e pesquisas de campo. Neste capítulo, foram analisados alguns projetos de ambientes que possuem a funcionalidade de auxiliar a Gestão do Conhecimento em instituições científicas. Para esta análise, os projetos foram divididos, conforme as suas funcionalidades, em oito grandes grupos: Sistemas de Banco de Dados Distribuídos e Heterogêneos, Padronização de Dados Científicos, Sistemas Gerenciadores de Modelos, Sistemas Gerenciadores de “Workflows”

Científicos, Bibliotecas Digitais, Sistemas Integradores, Ontologia e Ferramentas de CSCW.

Após uma análise das tecnologias empregadas em sistemas destinados a auxiliar a Gestão de Conhecimento e uma visão geral dos principais projetos na área de Gestão de Conhecimento Científico, realizados neste capítulo, o próximo passo é descrever a proposta deste trabalho: o Epistheme.

O Epistheme é uma ferramenta de Gestão de Conhecimento Científico incorporada no SpeCS. O SPECS, contexto desta tese, é um ambiente de suporte a decisão colaborativa. Por atuar em ambientes científicos, este ambiente necessitava de um módulo que gerenciasse o conhecimento adquirido durante as fases de decisão de um projeto científico, armazenando o conhecimento adquirido, e disseminando-o quando necessário. No próximo capítulo será descrito o ambiente SPECS, bem como os seus módulos, funcionalidades, e como é realizada a integração com o Epistheme. Para realizar tal integração, o Epistheme baseia-se em um modelo de conhecimento, que também é descrito no capítulo a seguir. Também serão detalhados a própria arquitetura, seus módulos e funcionalidades, os processos de Gestão de Conhecimento auxiliados pela proposta, o protótipo e ao final é feita uma comparação com as propostas existentes.

Capítulo 4 – Epistheme

A proposta do Epistheme é ser um ambiente de Gestão de Conhecimento Científico no ambiente SPeCS. Com isto surge a necessidade da integração do Epistheme com os demais módulos deste ambiente, conforme mostrado neste capítulo. Para alcançar seu objetivo, o Epistheme é formado pelos módulos de aquisição do conhecimento, identificação, integração, validação e criação, conforme apresentado no decorrer deste capítulo. No intuito de gerenciar o conhecimento e tratá-lo computacionalmente é necessário definir como estruturá-lo, e o modelo utilizado é descrito nesta seção. Papel do Epistheme no Ambiente SPeCS.

4.1 – Papel do Epistheme no Ambiente SPeCS

O ambiente SPeCS (“Spatial Decision Support Collaborative System for Environment Design”) (MARQUES, MONTEIRO *et al.*, 2001); (MEDEIROS, STRAUCH *et al.*, 2000); (MEDEIROS, SOUZA *et al.*, 2001) oferece um ambiente flexível e intuitivo onde membros de um grupo de decisores podem estar geograficamente distribuídos. Este ambiente, cuja arquitetura atual é mostrada na Figura 16, tem por finalidade ajudar na tomada de decisão colaborativa, com ferramentas que podem ajudar ao grupo a lidar com todas as atividades deste tipo de projeto, facilitando a troca de conhecimento e disponibilizando ferramentas para ajudar na obtenção do consenso. Para isso, o SPeCS possui como principais objetivos:

- ✓ Garantir a universalidade da decisão: dispor de mecanismos para que todos os envolvidos na decisão sejam contemplados e acionados para participar, se tornando desta forma co-responsáveis pelas decisões tomadas;
- ✓ Projetar cenários interativos: explorar um conjunto de dados espaço-temporais armazenados em ambiente de Sistemas de Informação Geográficas (SIG), juntamente com a documentação relacionada, identificar as propriedades, categorizar os dados e projetar cenários em grupo;

- ✓ Avaliar o impacto das decisões: especificar a extensão da avaliação, avaliar as categorias, aplicar modelos de simulação para avaliar o impacto da solução escolhida, avaliar resultados, gerar mapas, textos e gráficos;
- ✓ Negociar a decisão em grupo: permitir o desenvolvimento da tomada de decisão, de forma participativa entre os membros do grupo.

Atualmente, o ambiente é composto por cinco módulos que são:

- ✓ XArc → Módulo de Integração de Dados.
- ✓ Epistheme → Módulo de Gestão de Conhecimento.
- ✓ Decisio → Módulo de Decisão.
- ✓ BOE → Módulo de Gerência do “workflow” científico
- ✓ DOC → Módulo de Gerenciamento de Documentos.

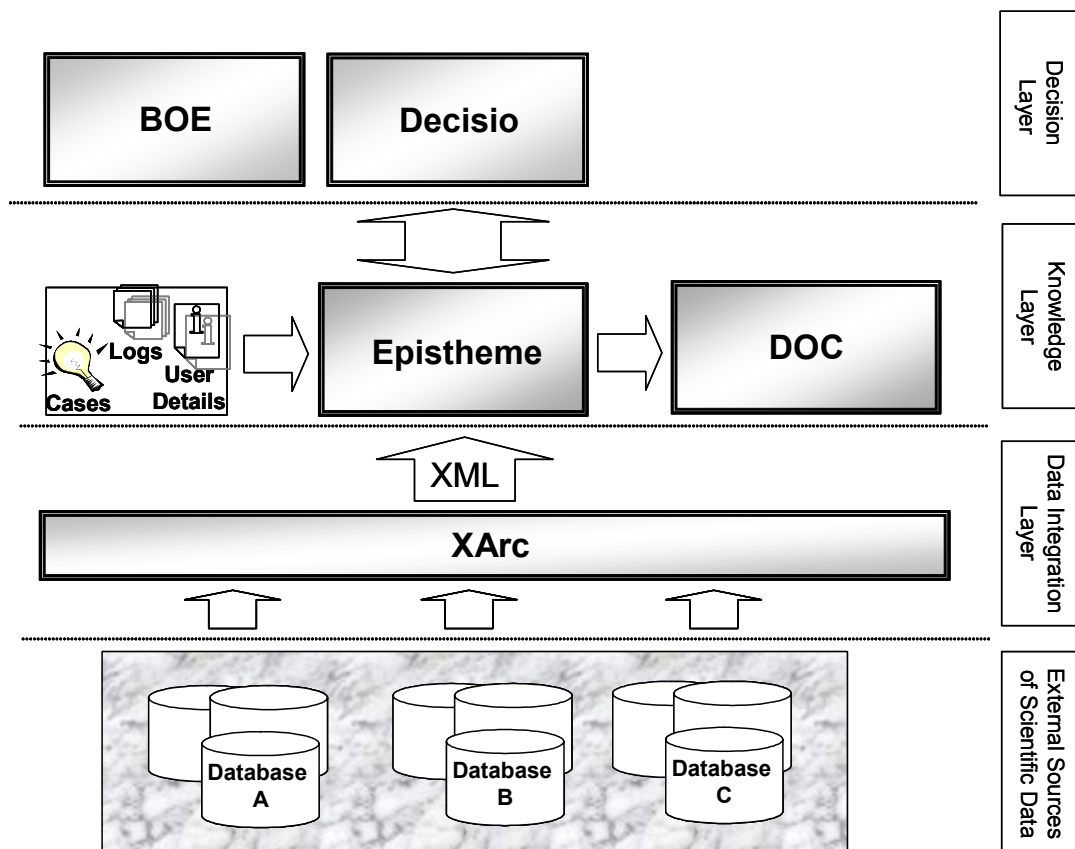


Figura 16 - O Ambiente SPeCS

4.1.1 – Epistheme – Gerência do Conhecimento Científico

Este módulo, tema deste trabalho, é o módulo responsável pela Gestão do Conhecimento Científico no SPeCS. A sua principal funcionalidade é gerenciar metadados sobre os dados científicos, relizar um controle de qualidade dos dados e modelos utilizados, prover um meio para a disponibilização de práticas no meio científico, prover a criação e integração de comunidades que sejam provedoras e disseminadoras do conhecimento, além de ferramentas de colaboração, gerência de competências e edição de ontologias.

4.1.2 – XArc – Integração de Dados

O XArc é um ambiente baseado no conceito de mediadores e é capaz de fornecer, de forma integrada, acesso aos repositórios de dados geográficos ou não-geográficos, distribuídos, heterogêneos e autônomos que se encontram espalhados através da Internet. Para suportar os diversos formatos existentes em cada repositório, como dados armazenados em SGBD relacionais, dados encontrados em SGBD orientados a objetos, dados semi-estruturados de planilhas eletrônicas, arquivos texto, documentos XML e dados espaciais disponibilizados por ferramentas de SIG (Sistema de Informações Geográficas), o X-Arc utiliza a linguagem XML como padrão de intercâmbio de informação, provendo uma redução na heterogeneidade dos dados envolvidos e uma descrição da estrutura dos dados. Assim, os dados dos diversos repositórios envolvidos são acessados uniformemente pelos usuários e retornados como coleções as quais não apresentam heterogeneidade de formato, pois são publicadas em XML (PINTO, SOUZA *et al.*, 2002) (PINTO, 2002).

O Epistheme obtém dados de fontes externas utilizando o módulo XArc, que retorna o resultado da consulta a fontes externas em um documento XML. Na Figura 17 um exemplo de tipos de dados disponibilizados pelo XArc.

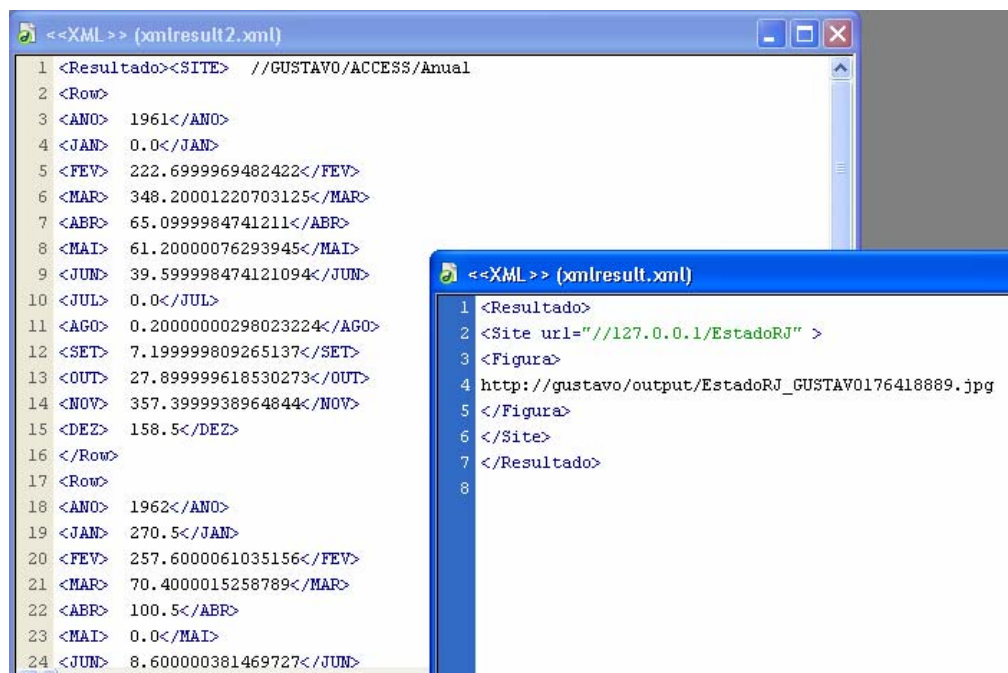


Figura 17 - Exemplo de dados gerados pelo XArc

4.1.3 – DOC – Gerência de Documentos

Este módulo possui o papel de Gerenciamento de Documentos e Conteúdos Científicos na arquitetura, permitindo o compartilhamento de documentos entre grupos de pesquisadores, controlando as versões dos mesmos, acompanhando o ciclo de vida das informações desde sua criação até o seu arquivamento e permitindo a edição de maneira colaborativa.

Tendo em vista que documentos também são formas de conhecimentos, de maneira explicitada, o Epistheme integra-se com este módulo armazenando os metadados sobre os documentos e onde estes podem ser obtidos. Quando um usuário deseja utilizar ou editar um documento, o usuário é redirecionado a este módulo.

4.1.4 – Decisio – Apoio à Decisão Colaborativa

O módulo Decisio é responsável pelo apoio ao trabalho colaborativo em decisões no ambiente SPeCS. Neste módulo estão concentrados os principais requisitos estabelecidos na arquitetura SPeCS, como a coordenação do processo decisório, a gerência de conflitos e o auxílio a tomadores de decisão que estejam geograficamente distribuídos. Nesse sentido, o Decisio provê apoio ao processo de tomada de decisão espacial colaborativa, permitindo: gerenciar o processo de decisão em grupo; prover

meios de facilitar a negociação; projetar cenários interativos; e avaliar o impacto das decisões.

A principal finalidade da integração do ambiente Epistheme com a camada de decisão (CASTRO, OLIVEIRA *et al.*, 2003a), (CASTRO, OLIVEIRA *et al.*, 2003b) é disponibilizar o conhecimento necessário para os tomadores de decisão em qualquer fase do processo decisório, que são o planejamento, escolha, implementação e retorno, e armazenar o conhecimento adquirido em cada uma dessas fases do processo decisório. Quando o processo decisório é feito de maneira colaborativa, este pode ser dividido em três fases, como mostrado na Figura 18 (CASTRO, OLIVEIRA *et al.*, 2002).

O Epistheme permite a aquisição do conhecimento e aprendizado individual, disseminação, armazenamento do conhecimento adquirido, além do armazenamento dos trechos mais importantes das reuniões de decisão no processo decisório. A recomendação a cada especialista é feita de acordo com a atividade sendo executada e pelo perfil do usuário. Epistheme provê informação aos tomadores de decisão, de acordo com a atividade atual que está sendo executada, tarefas destinadas ao usuário e pelo seu perfil (por exemplo, gerente não necessita obter informações operacionais). Além disso, o Epistheme auxilia na escolha de especialistas para a tomada de decisão, caso nesta atividade sejam requeridos profissionais com certas competências.

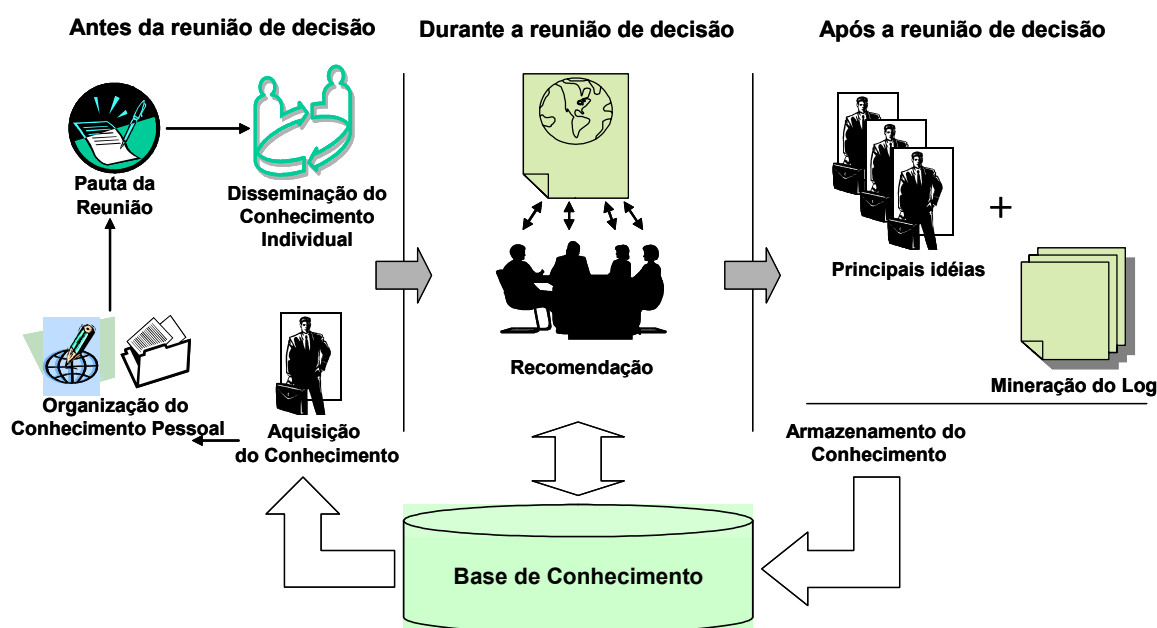


Figura 18 integração Decisio-Epistheme (CASTRO, OLIVEIRA *et al.*, 2002)

4.1.5 – BOE – Gerência do Experimento Científico

O BOE (“Bill of Experiments”) (CARDOSO, SOUZA *et al.*, 2002) é responsável pelo gerenciamento de experimentos científicos, acompanhamento, reuso e documentação da execução destes através da tecnologia de “workflow”. Por meio deste módulo, os pesquisadores podem definir experimentos científicos através de sequência de atividades e suas restrições dentro de um sistema gerenciador de “workflows”. A definição de um experimento é armazenada para que seja possível o reuso posterior do experimento modelado. Neste módulo, uma máquina de inferência sugere a melhor alternativa para a condução de um experimento científico.

O experimento pode ser visto como um tipo de conhecimento científico externalizado. O Epistheme disponibiliza para este módulo as avaliações dos experimentos realizados através de práticas, controle dos dados e modelos úteis em um experimento e a indicação de especialistas para a execução de experimentos.

4.2 – Meta-Modelo de Conhecimento Científico

Epistheme é um ambiente que incorpora o gerenciamento do conhecimento científico ao ambiente SPeCS, provendo um ambiente que auxilie na criação do conhecimento organizacional, mesmo que cientistas estejam distribuídos em ambientes heterogêneos. Para que o conhecimento adquirido possa ser manipulado computacionalmente, é necessário estruturá-lo para posterior uso e processamento. Diante da diversidade de modelos e descrições sobre conhecimento científico, na Figura 19 descreve-se um meta-modelo de conhecimento científico sobre o qual o Epistheme atua.

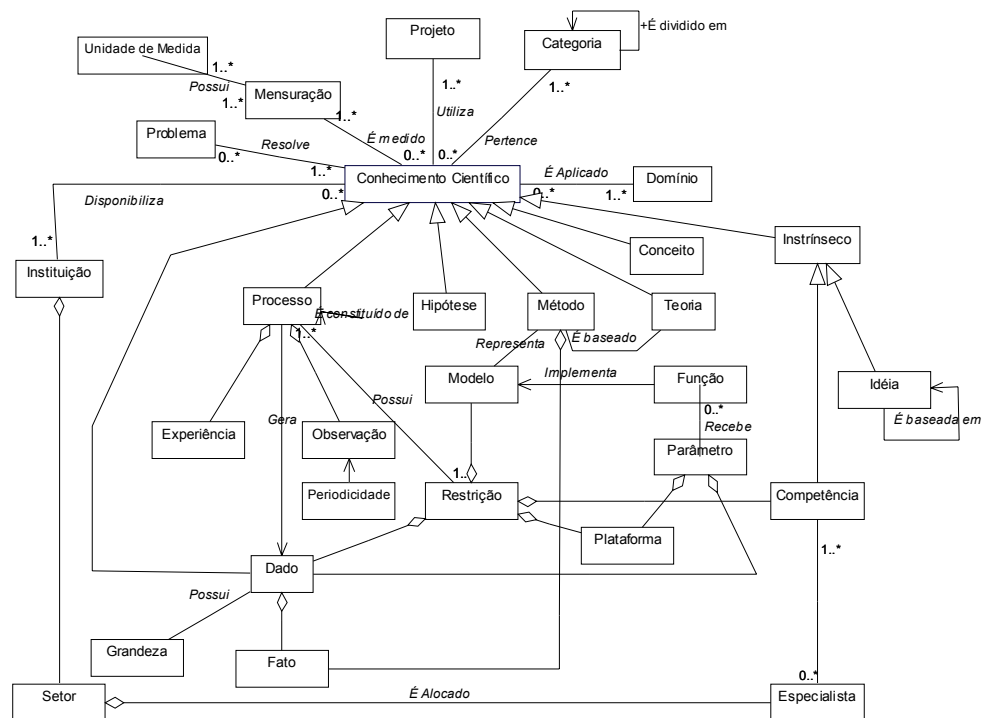


Figura 19 - Modelo Conceitual do Conhecimento Científico

O conhecimento científico pode ser disponibilizado por uma instituição das mais diversas maneiras: disponibilização de dados comparativos e medidas (conhecimento explícito), conteúdo aberto das informações contidas em bibliotecas e registros de relatórios técnicos (conhecimento explícito), prestação de consultoria e intercâmbio de pesquisadores (conhecimento tácito), dentre outras maneiras. Cada instituição possui setores, que atuam sobre uma determinada área de pesquisa, e cada setor possui um conjunto de especialistas e pesquisadores atuando nele.

O conhecimento científico pode estar presente em dados simples, processos, descrições de hipóteses, métodos, teorias e conceitos, além de estar embutido nas pessoas, o que chamamos de conhecimento intrínseco. O conhecimento intrínseco é o conhecimento tácito dos pesquisadores, que pode estar presente nas competências que dominam ou no surgimento de idéias. Idéias nada mais são que uma nova aplicação de algum conhecimento ou conceito e cada nova idéia pode gerar mais idéias.

Um processo é constituído por processos menores. Conforme o exemplo dado por (MEDEIROS, VOSSEN *et al.*, 1996), o desenvolvimento de um medicamento passa por vários processos. Primeiramente, é identificado um número de substâncias que podem ajudar na cura de uma doença. Esta escolha é baseada nos resultados de

experiências anteriores, requisitos legais e outros aspectos, como custo. Para que a nova droga seja produzida, o laboratório conduzirá diversas experiências, eventualmente passar por testes com a aplicação do medicamento em animais, e conforme o resultado, experiências com humanos. Se bem sucedidas, o novo medicamento enfrentará rotinas de aprovação até chegar ao mercado.

Desta maneira, o trabalho científico é baseado em um conjunto de processos, sendo que cada processo necessita de informações de entrada e produz dados de saída. E cada atividade pode ser desdobrada em outra seqüência de passos. Um processo científico pode ser um experimento ou ainda uma seqüência de atividades para se executar uma observação, como por exemplo, o nível de chuvas de um determinado mês ou ainda o apetite de uma cobaia após aplicação de um determinado medicamento. Cada observação necessita ser feita entre períodos de tempo.

Para cada processo, há restrições para a sua execução. Uma delas é o próprio dado ou conjunto de dados. Outra restrição é a plataforma (conjunto de “hardware” e “software”, bem como localização dos mesmos quando distribuídos) para a execução do processo. Em alguns casos, o conhecimento sobre uma aplicação, plataforma ou composto químico é necessário para o sucesso da execução do processo. Ou seja, alguém que possua uma certa competência precisa estar presente na hora da execução. Em processos científicos, modelos também são necessários.

Um modelo é a representação de um método, e é implementado por funções matemáticas. Cada simulação de um modelo, cada função referente ao mesmo necessita de parâmetros, que são a plataforma onde está instalada a implementação da função e os dados de entrada. Cada dado possui uma ordem de grandeza, necessária para a execução das funções. Dados quando são comprovados verdadeiros podem ser considerados fatos.

Também fazem parte do conhecimento científico as hipóteses, as teorias e os conceitos.

O conhecimento científico pode ser aplicado para a resolução de problemas e utilizado em projetos de pesquisa. O conhecimento pertence a alguma categoria estabelecida e normalmente é aplicado a um domínio. Dependendo do tipo de conhecimento, métricas podem ser utilizadas para mensurá-lo e para isto, existem diversas unidades de medida.

4.3 – Arquitetura e Definição dos Módulos

O Epistheme é formado pelos módulos de aquisição do conhecimento, identificação, integração, validação e criação, conforme apresentado na arquitetura mostrada na Figura 20 e descritos nas seções a seguir.

Em função do tipo de acesso, o Epistheme admite dois tipos de papéis. O primeiro denominado de usuário comum, está relacionado ao conceito de “trabalhador de conhecimento” (NONAKA e TAKEUCHI, 1995). São eles que manipulam o conhecimento tácito e explícito em rotinas de trabalho através de suas experiências, discussões e debates. O segundo denominado de administrador, é o “gerente de conhecimento”, ou seja, os que possuem o papel mais estratégico na Gestão do Conhecimento. Estes funcionários, representados pelos gerentes de nível médio na organização, são responsáveis pela coordenação do processo de conversão do conhecimento. Cabe ao administrador “gerente de conhecimento”, categorizar, criar regras, inserir casos e validar novos conhecimentos, ou seja, é o usuário com uma função administrativa no sistema.

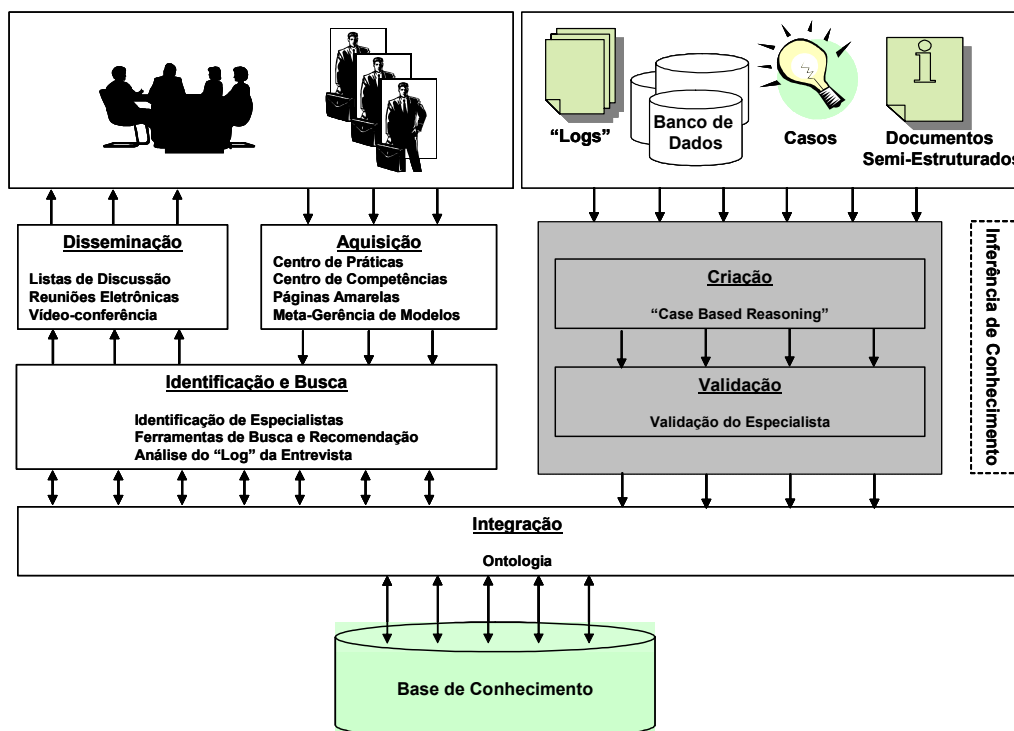


Figura 20 - Arquitetura do Epistheme

4.3.1 – Módulo de Aquisição

O módulo de aquisição de conhecimento captura o conhecimento através da interação do Epistheme com pessoas ou sistemas computacionais e armazena-o de forma estruturada. Para isto, o Módulo de Aquisição possui quatro sub-módulos: Centro de Melhores e Piores Práticas, Centro de Competências, Páginas Amarelas e Meta-Gerência de Modelos.

4.3.1.1 – Sub-Módulo de Centro de Melhores e Piores Práticas

O ponto inicial para qualquer abordagem colaborativa de sucesso é o desenvolvimento de ambientes, não necessariamente digitais, que facilitem as pessoas a falarem sobre as suas necessidades, compartilharem informação e trabalharem juntas. Entretanto, um das mais importantes influências no grupo é a experiência anterior.

LAVE e WENGER(1991) foram os pioneiros em introduzir os conceitos de centros de práticas. Embora visto como um simples modelo de aprendizado onde o conhecimento tácito é transferido através do relato de uma situação vivida, o conceito central dos centros de práticas não se restringe apenas ao aprendizado. Estes autores descrevem centros de práticas como “um conjunto de relações entre pessoas, atividades, um mundo, e seus relacionamentos...”. Nestes centros, novatos aprendem com os mais experientes, permitindo a participação e aplicação do aprendizado sob um novo contexto, sob a forma de lições aprendidas. Os autores ainda afirmam que “um centro de prática é uma condição intrínseca para a criação de conhecimento” (LAVE e WENGER, 1991).

Uma outra definição dada por MANVILLE e FOOTE(1996) relata que um centro de prática é “um grupo de profissionais ligados uns aos outros pela exposição de problemas comuns, tentativas de soluções e, desta forma, construindo um histórico de conhecimento”.

Para realizar as funções citadas por LAVE e WENGER(1991) e MANVILLE e FOOTE(1996) , o Epistheme provê o sub-módulo chamado Centro de Melhores e Piores Práticas, no qual os especialistas disponibilizam um projeto e seus resultados, bem como informações sobre a sua elaboração e a modelagem de todo o processo executado. Vale ressaltar que em um ambiente científico os erros também são fontes importantes de

aprendizado e uma experiência mal sucedida deve ser armazenada e documentada para que se evitem futuros erros. Por isto, neste sub-módulo os pesquisadores também cadastram práticas mal-sucedidas.

No Epistheme, toda prática é associada a um projeto de pesquisa, e através deste sub-módulo qualquer usuário pode saber:

- ✓ O projeto de pesquisa que originou a prática;
- ✓ Setor e instituição onde a prática ocorreu, bem como a área de atuação científica do setor;
- ✓ A descrição do problema ocorrido no projeto, bem como a duração deste;
- ✓ A tentativa de solução dada;
- ✓ Caso seja uma prática de sucesso, o tipo da prática, ou seja, o que esta acarretou ao projeto: inovação no produto, redução de tempo de resposta, melhoria do processo, etc.
- ✓ Os detalhes sobre o que foi obtido com a prática, e como os resultados influenciaram o projeto; e
- ✓ O autor da prática.

Cada prática é associada a um termo-chave, que significa um conhecimento científico, um termo da ontologia. Desta maneira, associando-se as práticas aos termos da ontologia, o acesso e navegação pela base de conhecimento é facilitado e pode-se realizar consultas sobre práticas desenvolvidas em um determinado assunto. Um exemplo de cadastro de prática no sistema está mostrado na Figura 21.

Quaisquer pesquisadores, pertencentes à mesma instituição de origem da prática ou não, podem avaliar e realizar comentários sobre as práticas cadastradas. Desta maneira, cataloga-se todas as opiniões sobre uma prática presente na base.

A leitura e o entendimento de práticas cadastradas podem gerar tentativas de soluções e novas idéias. Uma prática pode ser aplicada em um contexto diferente ao da sua origem ou até mesmo em um contexto parecido, e as práticas podem sofrer alterações, criando-se assim novas soluções. A este tipo de entendimento e conseqüente aplicação e alteração de uma prática dá-se o nome de Lições Aprendidas.

O Epistheme permite o cadastro, edição e consulta de Lições Aprendidas. Toda lição aprendida é associada à prática de origem, e através deste sub-módulo qualquer usuário obtém informações sobre:

- ✓ As lições aprendidas, bem como as práticas que a originaram;
- ✓ A situação ou problema vivenciado e sobre o qual a prática, em sua versão original ou alterada, foi aplicada.
- ✓ As alterações realizadas, caso a prática de origem tenha sido alterada para adequar-se a uma situação;
- ✓ A descrição do aprendizado ocorrido; e
- ✓ O setor onde a lição aprendida foi aplicada.

Figura 21 - Cadastro de Prática

4.3.1.2 – Sub-Módulo de Centro de Competências

Ativos que são inerentemente tácitos ou que a organização decidiu que permanecerão tácitos, poderão ser obtidos por indivíduos ou comunidades

(SNOWDEN, 2000). Os centros de competências são comunidades que provêem um fórum para troca e aquisição do conhecimento tácito referente a um domínio.

Segundo SEELY BROWN e SOLOMON GRAY(1989), centros de competências são “de maneira mais simples, pequenos grupos de pessoas que trabalham juntas por um período de tempo. Não é uma equipe, não é uma força-tarefa, não necessariamente um grupo autorizado ou identificado. O que os torna juntos é um senso comum de oportunidades e a real necessidade de saberem o que os outros sabem”.

O Epistheme possibilita a criação de centros de competências através do sub-módulo chamado “Centro de Competências”. A partir destes centros, profissionais especializados em um assunto podem responder dúvidas ou solucionar problemas, como se estes centros funcionassem como “ilhas de conhecimento” permitindo troca e aquisição de conhecimento. Essa troca e aquisição podem ser de maneira síncrona ou assíncrona. Diz-se que é síncrona, quando um especialista com determinado conhecimento é encontrado e com este pode-se realizar entrevistas, definir conceitos ou esclarecer dúvidas simultaneamente, via ferramentas de reunião eletrônica (“chat”). Ou então, uma dúvida é submetida a um Centro de Competências, e algum especialista pertencente a este centro pode respondê-la posteriormente. Esta é a troca assíncrona de conhecimento. Mas um centro de competência pode não conter apenas conhecimento tácito. Publicações sobre o tema do centro, ou seja, o conhecimento explícito daquele domínio, torna-se também ferramenta de aprendizagem.

Ou seja, este sub-módulo possui três principais funcionalidades. A primeira é a criação de centros de competências, e cada centro contém:

- ✓ Nome do centro, bem como uma descrição;
- ✓ Data de início, ou seja, data em que foi criado o centro de competência;
- ✓ Lista de “e-mail” do centro. Enviando um “e-mail” para o endereço eletrônico de um centro de competência, o e-mail é disseminado para todos os participantes do centro em questão;
- ✓ O assunto sobre qual atuará o centro. Este assunto é um termo da ontologia;
- ✓ O responsável pelo centro de competências; e
- ✓ Os participantes do mesmo.

Caso um centro de competência chegue ao fim, todas as informações geradas por este centro permanecem na base, sendo adicionada ao centro de competência a data de fim do mesmo.

A segunda funcionalidade de um centro de competências no Epistheme é a disseminação do conhecimento. Para que esta seja de maneira assíncrona, os passos seguintes são executados:

- ✓ O usuário do Epistheme que deseja solucionar uma dúvida ou obter maiores esclarecimentos, submete a sua questão para um centro de competências destinado ao assunto tema de sua questão.
- ✓ Qualquer participante do centro de competências pode responder a dúvida submetida.
- ✓ Todas as dúvidas e as respostas são mantidas na base para futuras consultas pelos usuários do sistema.
- ✓ Caso ocorra a necessidade de um contato interativo com um participante de um centro de competência, o usuário combina um dia e horário para que um participante do centro de competência esteja “online”. No dia e data marcados, os dois se encontram em uma sala de reunião eletrônica para discussão e entrevista ao especialista. Toda a conversa representa um processo de disseminação de conhecimento e pode ser útil para solucionar dúvidas futuras. Para isto, o “log” da conversa é armazenado e este será tratado no Módulo de Identificação, que será descrito ainda neste capítulo.

Na Figura 22 é mostrado um exemplo, no qual o participante visualiza todas as dúvidas submetidas, podendo realizar critérios de busca para achar uma dúvida específica, e ainda organizar o resultado por qualquer dos atributos da tabela. Para o participante do centro responder a uma dúvida, basta clicar no título da mesma.

Pesquisa de Dúvidas Submetidas

Título:

Descrição:

Submetido em:

Assunto:

Questionador:

Centro de Competência:

Buscar

Resultado da Pesquisa

ID	Título (Clique para responder)	Descrição	Assunto	Data de Submissão	Questionador	Centro de Competência
1	Conexão Remota	O ip retornado é nulo	14	10/06/2003	Jonice Oliveira	Centro BD
3	JSP	Problemas na configuração do odbc. Isto geralmente ocorre pq. não foi instalado o drive jdbc.	13	14/06/2003	Jonice Oliveira	Centro Feijão
2	Quem matou Steven Fright?	Acho que foi o Zeca Baleiro...	13	20/06/2003	Joaquim	Centro BD

[Inserir](#)

Figura 22 - Busca e Seleção de Dúvidas Submetidas a Um Centro

Neste sub-módulo, entrevistas “online” realizadas com especialistas no Centro de Competências são um mecanismo usado para a extração de conhecimento de um especialista, devido a sua simplicidade. Requer pouco equipamento, no nosso caso apenas uma ferramenta de “chat”, e nesta atividade pode-se obter considerável conhecimento dependendo da qualificação do entrevistador (FUJIHARA e SIMMONS, 2002).

A terceira funcionalidade deste sub-módulo é armazenar informações sobre as publicações, tendo em vista que estas também são fontes de conhecimento. A partir destas informações, o usuário pode-se conectar ao sistema DOC, responsável pela gerência eletrônica dos documentos científicos.

4.3.1.3 – Sub-Módulo de Páginas Amarelas

Em atividades científicas, os dados geralmente são providos de simulações, experiências anteriores, cálculos e observações. Ou seja, os dados utilizados em atividades científicas são de maior complexidade, muitas vezes não-estruturados, e podem estar em bases distribuídas sendo disponibilizados por diferentes instituições. O

sub-módulo de Páginas Amarelas do Epistheme serve para localizar facilmente fornecedores de dados e clientes internos, bem como realizar um controle da qualidade e periodicidade do dado fornecido.

Para isto, este sub-módulo dispõe de ferramentas de cadastro, alteração, edição e busca de fornecedores de dados, periodicidade que o dado é fornecido, os projetos e os tipos de dados utilizados, métricas de avaliação, avaliações feitas e quem as realizou.

Como critérios de qualidade, foram utilizados:

- ✓ **Periodicidade** – período de tempo que novas medidas daquele dado são conseguidas, ou seja, quando a periodicidade é relativa a um curto pedaço de tempo o dado é altamente atualizável;
- ✓ **Referência** – relaciona projetos de pesquisa que já utilizaram o dado;
- ✓ **Resultados Anteriores** – relaciona os resultados obtidos com o uso do dado em questão em projetos de pesquisa anteriores;
- ✓ **Precisão do Dado** – Grau de exatidão; e
- ✓ **Facilidade de Acesso** – referencia o grau de disponibilidade do mesmo.

4.3.1.4 – Sub-Módulo de Gerência de Modelos

Esta é uma ferramenta que gerencia os metadados referentes aos modelos. Pode-se definir modelo como:

“Um modelo é basicamente um conjunto de instruções para geração de dados comportamentais”(ZEIGLER, 1976).

Neste sub-módulo, para cada modelo cadastrado existe um conjunto de meta informações, que são:

- ✓ Informações de identificação, como nome, acrônimo, resumo da aplicabilidade do modelo, e endereço “Web” onde este modelo é referenciado, bem como o autor e pessoa responsável para possível contato;
- ✓ Os assuntos relacionados ao modelo. Vale lembrar que o assunto relacionado é um termo da ontologia;

- ✓ Os tipos de dados utilizados como parâmetros de entrada e de saída do modelo;
- ✓ Os projetos que este modelo foi utilizado, bem como as avaliações sobre o seu uso;
- ✓ A plataforma onde a implementação do modelo é executada, como o sistema operacional utilizado, a linguagem de programação utilizada para a implementação do modelo, configurações do “hardware”, as interfaces existentes para a execução do modelo e a localização do código fonte, caso este esteja disponível; e
- ✓ As publicações que referenciam este modelo.

4.3.2 – Módulo de Identificação

A identificação do conhecimento organizacional começa com o reconhecimento do conhecimento necessário para a execução das tarefas, quem as realiza (os atores), a importância de cada tarefa e os possíveis problemas quando: i) a atividade não é realizada devido a ausência de recursos e pessoas qualificadas para a execução da mesma, e ii) quando há perda do conhecimento, ou seja, algum ator é afastado de sua atividade. O módulo responsável pela gerência desta atividade no Epistheme é o Módulo de Identificação do Conhecimento.

Este módulo ainda é composto por ferramentas para localizar informações relevantes, especialistas no assunto e contextualizar conhecimentos. Neste módulo encontram-se os filtros, no qual podem-se realizar buscas através de termos chaves ou metadados das bases de dados.

4.3.2.1 – Sub-Módulo de Identificação de Especialistas

Associando o conhecimento necessário com a atividade a ser realizada, este sub-módulo auxilia o administrador do conhecimento indicando possíveis atores dentro da equipe quando o ator responsável pela atividade é afastado ou um especialista é necessário para executar uma tarefa ou resolver, de uma maneira rápida, um problema. Outra típica aplicação para esta ferramenta é a formação de um time de projeto que deve ser composto por uma pessoa com conhecimento de diferentes atividades de um projeto.

Em alguns casos, é preferível encontrar uma pessoa com conhecimento em diversas áreas, mesmo que não muito profundo, devido à necessidade de manter o time pequeno e menos caro.

Uma abordagem de classificação simples por palavra-chave não é suficiente para a identificação de competências. O conhecimento específico de diferentes pesquisadores difere em pequenos, mas relevantes, detalhes e uma abordagem é necessária para permitir a descrição precisa da competência de uma pessoa e implementar uma estratégia de localização que encontre um especialista com determinada competência, um conjunto de especialistas que juntos tenham o conhecimento necessário, ou alguém que tenha um conhecimento próximo do desejado quando um especialista não estiver disponível para solucionar um problema ou acompanhar um projeto de pesquisa.

Seguindo esta idéia, no Epistheme ontologias são utilizadas para ajudar na integração de conceitos com pessoas para representar o nível de conhecimento do especialista. Para prover uma completa identificação do conhecimento, são identificados também conceitos relacionados com conhecimento explícito (quais documentos representam um conhecimento) e também o relacionamento entre conceitos e projetos de pesquisa (quais projetos estudam ou utilizam um certo conceito) e o tipo de relacionamento entre pessoas, documentos e projetos com conceitos. Para isto, seis mecanismos de abstração são representados: “é um”, “tem competência”, “é externalização de”, “lida com”, “trabalha em”, “é autor de”, conforme mostrado na Figura 23

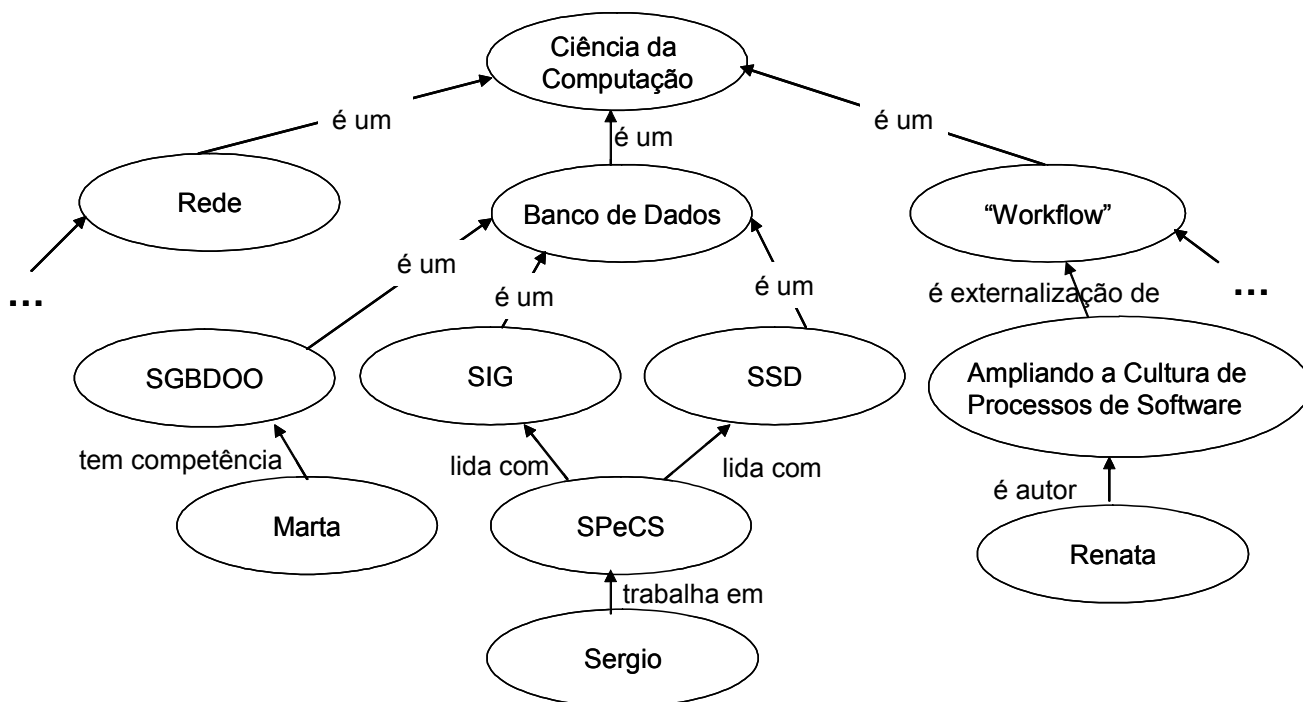


Figura 23 - Ontologia Resumida na Área de Ciência da Computação

No exemplo acima, suponha que Marta é a única pesquisadora no campo de Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados Orientados a Objeto (SGBDOO). Se a procura por uma pessoa com competência na área de Banco de Dados for feita por uma simples abordagem baseada em palavra-chave, essa busca falhará. Entretanto, se forem utilizados os relacionamentos entre os conceitos junto com uma heurística de busca de que uma pessoa conhecedora de uma área mais específica também é competente em temas mais gerais, o escopo da pesquisa é expandida e Marta é indicada como uma pessoa competente em assuntos de Banco de Dados.

De maneira análoga são os demais relacionamentos. Descrevendo-se os projetos que lidam com um certo tipo de conhecimento e conhecendo-se os pesquisadores que trabalharam, ou trabalham, nestes projetos, pode-se inferir que uma pessoa que trabalha em um projeto que lida com determinados conceitos é uma pessoa com competência na área. No exemplo citado, suponha que SPeCS seja um projeto envolvendo as áreas de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e Sistemas de Suporte à Decisão (SSD), e Sergio seja uma pessoa que trabalhe neste projeto. Desta maneira, pode-se sugerir que Sergio seja uma pessoa competente na área de SIG.

Caso não seja encontrado nenhum especialista através das buscas anteriores, pode-se procurar material de apoio através do relacionamento “é externalização de”, que indica documentos sobre a área procurada. Desta maneira, os autores destes documentos são indicados como pessoas conhecedoras da área. Neste exemplo, Renata é a pessoa indicada sobre o assunto “workflow”.

Desta maneira, a busca de especialistas segue os seguintes passos:

1. Primeiro procura-se por pessoas que possuam competência diretamente relacionada ao conceito procurado. Caso encontrado, retorna o especialista ou conjunto de especialistas. Senão, segue para o próximo passo.
2. Procura-se por pessoas competentes em áreas mais especializadas. Caso encontrado, retorna o especialista ou conjunto de especialistas. Senão, segue para o próximo passo.
3. Procura-se por pessoas que trabalham em projetos relacionados ao assunto procurado. Caso encontrado, retorna o especialista ou conjunto de especialistas. Senão, segue para o próximo passo.
4. Procura-se por pessoas que trabalham em projetos relacionados em áreas mais especializadas. Caso encontrado, retorna o especialista ou conjunto de especialistas. Senão, segue para o próximo passo.
5. Procura-se por pessoas que escreveram sobre o assunto procurado. Caso encontrado, retorna o autor principal da obra. Senão, segue para o próximo passo.
6. Procura-se por pessoas escreveram sobre áreas mais especializadas. Caso encontrado, retorna o autor principal. Senão, retorna uma mensagem de que não foi possível encontrar um especialista na área.

Na Figura 24 está um exemplo do resultado da busca de especialistas. Neste exemplo, os profissionais mostrados foram escolhidos por participarem de projetos referentes ao assunto pesquisado, no caso, “Agrometeorologia”.

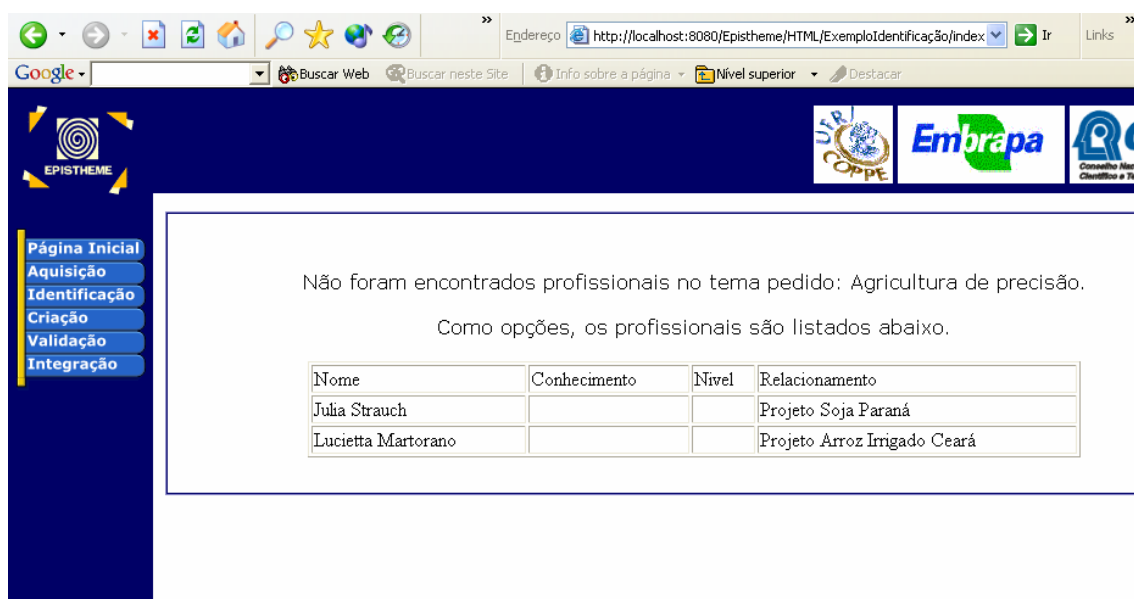


Figura 24 - Exemplo de Retorno da Busca de Especialistas

Uma outra ferramenta utilizada para a identificação de especialistas no Epistheme é a visualização em formato de árvore hiperbólica. Esta forma de visualização explora a geometria hiperbólica para prover mais espaço de informação obedecendo-se a hierarquia e grau de importância do conceito procurado dada pelo usuário do ambiente. O usuário navega pelo espaço de informação clicando em um nó ou arrastando-o sobre o plano hiperbólico, aproximando e destacando os conceitos mais relacionados e afastando os conceitos mais afastados automaticamente, como mostrado na Figura 25.

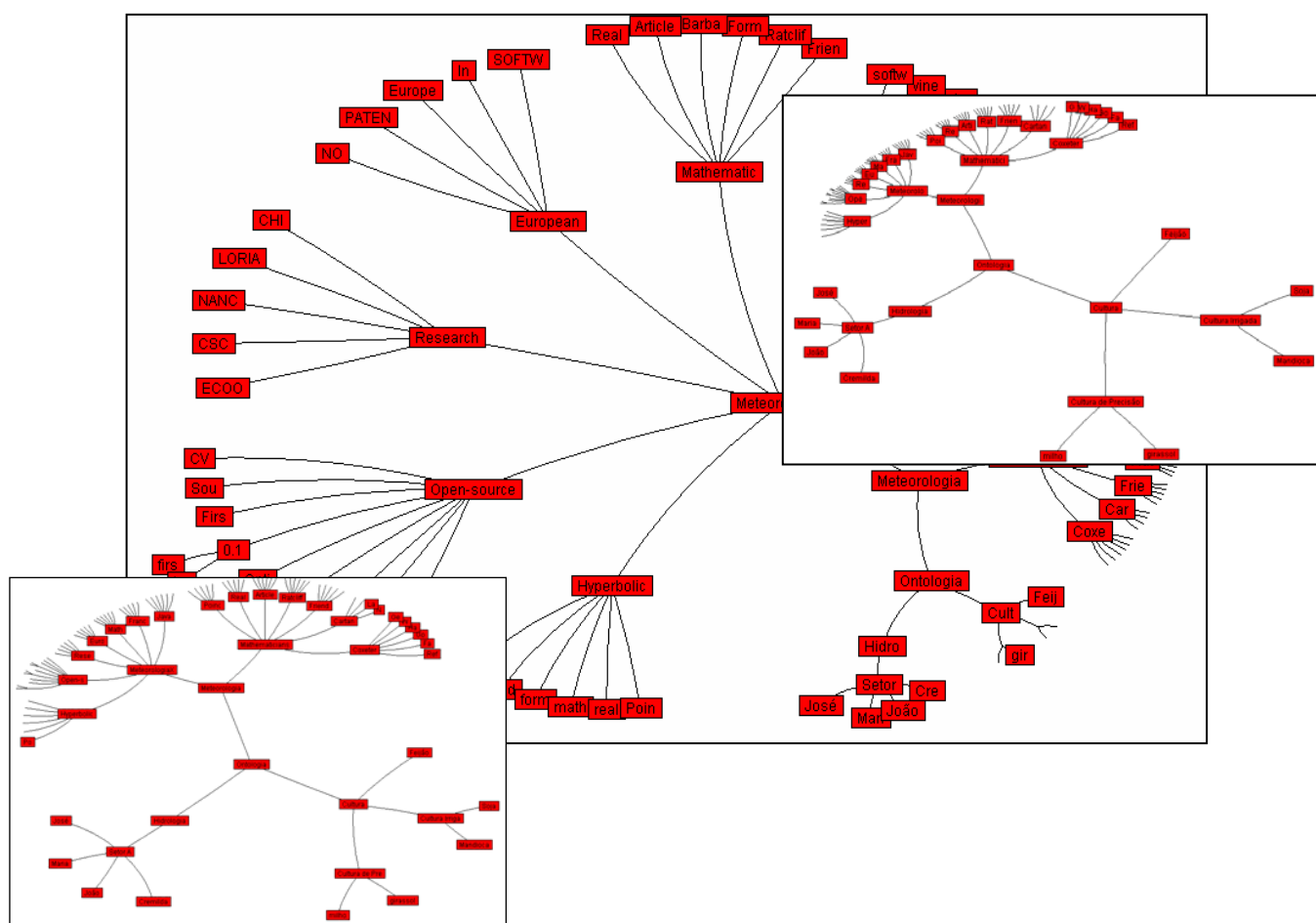


Figura 25 - Três visões da mesma árvore hiperbólica

4.3.2.2 – Sub-Módulo de Análise do “Log” da Entrevista

Para ajudar na conceitualização do conhecimento adquirido para futura inserção na base, a discussão “online” e os “logs” de entrevista são obtidos e seções importantes da conversa são categorizadas pelo Epistheme.

Após uma longa conversa com um especialista, o resultado do “log” da conversa é um texto com muita informação, muitas vezes ambíguo e inconsistente, dificultando o trabalho do gerente do conhecimento em dividir e categorizar a informação. O principal objetivo deste sub-módulo é facilitar o trabalho do gerente do conhecimento em reconhecer trechos importantes da conversa e que deverão entrar na base do conhecimento para futuro acesso, utilizando uma técnica de “cluster” chamada Vector Space Model ao invés do gerente do conhecimento realizar isto manualmente.

Depois de uma conversa “online”, o gerente de conhecimento submete a este sub-módulo o “log” da conversa, indicando o assunto da discussão e principais

conceitos relacionados a ela. Então, este sub-módulo calcula, através do método “Vector Space Model”, os pares de perguntas e respostas mais relevantes. Além disso, um cálculo de frequência é feito pelo número de vezes que um conceito aparece em um conjunto pergunta-resposta. Desta maneira, o resultado do processo é uma lista com o conjunto de perguntas e respostas mais importantes de uma conversação, com o indicador de frequência referente a um conceito, permitindo ao gerente do conhecimento criar um “ranking” das passagens mais relevantes relativas a um conceito.

O Vector Space Model trata os documentos e consultas como vetores em um espaço- n , onde normalmente n é o número de termos associados (CLOUGH, 2001). O modelo tenta categorizar os documentos de acordo com a similaridade entre a consulta e cada documento. A similaridade entre vetores pode ser expressa pela correlação entre eles, como, por exemplo, o ângulo entre dois vetores dado pela medida de co-seno. Como resultado, uma lista classificatória é produzida pela ordenação dos documentos procurados em ordem decrescente de similaridade. Note-se que para a utilização deste método com a finalidade de minerar um “log” de conversa, ao invés de documentos são utilizados parágrafos da conversa eletrônica.

4.3.2.3 – Sub-Módulo de Ferramentas de Busca e Notificação

Neste sub-módulo encontram-se as ferramentas de busca, nos quais o usuário estabelece parâmetros para filtragem das informações baseados em metadados. As buscas são referentes a quaisquer informações contidas nos módulos do ambiente.

Como descrito no caso de FORTIN(1998), e demonstrado na prática por diversas organizações, muitas informações são restritas a grupos, em sua maioria pequenos, e mesmo quando disponíveis, ou encontram-se em grande quantidade dificultando sua localização e uso, ou não o estão em tempo hábil nem no local apropriado.

Segundo BECKMAN e LIEBOWITZ (1998), o uso da tecnologia é vital para a disponibilização do conhecimento em larga escala. Esses autores ainda sugerem a implantação de algum mecanismo capaz de disseminar o conhecimento automaticamente para os diversos interessados, de forma que um novo conhecimento ou informação seja rapidamente notificado a quem necessite. Assim, o Epistheme possui um sub-módulo de disseminação seletiva de informação, que perante a chegada de nova informação ou conhecimento são selecionados os usuários ou grupo de usuários que

possuem um perfil relacionado ao novo conhecimento ou informação. Desta maneira, o Epistheme informa aos usuários a chegada de nova informação do seu interesse, especificando quais informações (publicação, modelo, dado, avaliações, práticas e casos) aconselhando-o a visitar a base de conhecimento.

4.3.3 – Módulo de Criação

Para permitir a criação automática do conhecimento, foi construído um componente de “Case Based Reasoning” (CBR), capaz de identificar casos iguais ou similares realizados no passado e gerar novas conclusões baseadas no conhecimento já existente. Um especialista, através do módulo de validação, a ser descrito a seguir, verifica as conclusões tiradas neste sub-módulo e se estas estão de acordo com o domínio a ser aplicado. Para encontrar informação útil nos casos, os usuários necessitam especificar um subconjunto de atributos, bem como situações de aplicações e resultados atuais, que serão utilizados para descrever o estado do caso estudado.

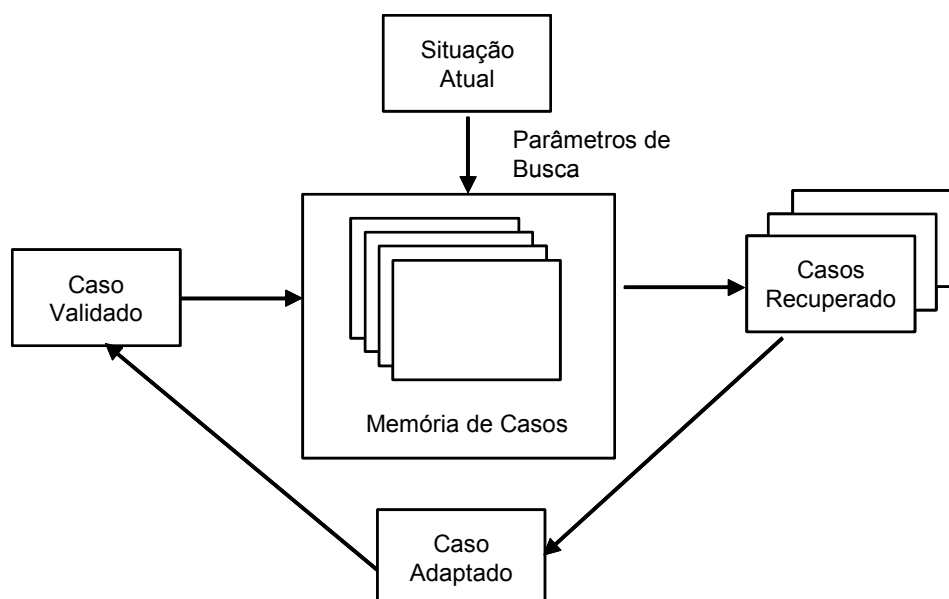


Figura 26 - CBR Sintático

Este módulo possui duas formas de se gerar novas conclusões e o usuário pode escolher uma das duas. A primeira, um conjunto de atributos serve como um ponto de entrada para casos similares e o resultado do CBR é uma relação de casos, como mostrado na Figura 26, ordenados pela quantidade de atributos em comum encontrados nos casos já existentes, onde os usuários podem navegar nos casos para encontrar o que mais se adequa ao domínio estudado. Este é o CBR baseado em semelhança sintática.

Na Figura 27 observa-se um exemplo de resultado de CBR sintático. No exemplo, os parâmetros de entrada foram “Arroz” e “Cultura Irrigada”. Neste caso, três casos foram retornados. A semelhança de 100% do primeiro caso explica-se pelo fato de neste caso todos os parâmetros (“Arroz” e “Cultura Irrigada”) foram encontrados. Nos demais, apenas um dos parâmetros foi encontrado, sendo a semelhança de 50%.

Na segunda opção, chamado de CBR baseado em semelhança semântica, o usuário prefere que o módulo retorne uma solução, neste caso uma análise de similaridade é aplicada aos atributos escolhidos, como mostrado na Figura 28. O usuário pode especificar pesos aos atributos escolhidos baseado na relevância dos mesmos. Uma vez que o usuário escolhe os atributos e seus pesos, o módulo calcula a distância entre os atributos e o caso, usando o algoritmo do vizinho mais próximo (“nearest-neighbor algorithm”), que trabalha com o cálculo da distância geométrica entre um caso e o atributo.



The screenshot shows the EPISTHEME software interface. At the top, there are logos for EPISTHEME, SUPRA, Embrapa, and Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. On the left, a vertical menu contains buttons for 'Página Inicial', 'Aquisição', 'Identificação', 'Criação', 'Validação', and 'Integração'. The main area displays the input parameters 'Arroz, Cultura Irrigada' and a table of related cases.

Parâmetros: Arroz, Cultura Irrigada		
Casos Relacionados		
Nome	Parâmetros Relacionados	%
Zoneamento Pedoclimático Rio Grande do Sul	Arroz - Cultura Irrigada	100
Zoneamento Agroclimático São Paulo	Arroz	50
Zoneamento Agroclimático Santa Catarina	Cultura Irrigada	50
Zoneamento Pedoclimático Paraná	Cultura Irrigada	50

Figura 27 - Exemplo de Resultado do CBR Sintático

O algoritmo do vizinho mais próximo trabalha bem em situações em que os atributos representam valores numéricos (DHAR e STEIN, 1997). Mas o que fazer quando os atributos são simbólicos, como definir a proximidade de termos como “banco de dados orientados a objeto” e “banco de dados móveis”? Este caso é complicado, mas uma maneira de lidar com isto é por uma hierarquia de conceitos, caso os termos tiverem um termo “pai” em comum, ou uma proximidade a um termo pai, seriam próximos. No exemplo, “banco de dados” seria um termo pai dos termos “banco de dados orientados a objeto” e “banco de dados móveis”.

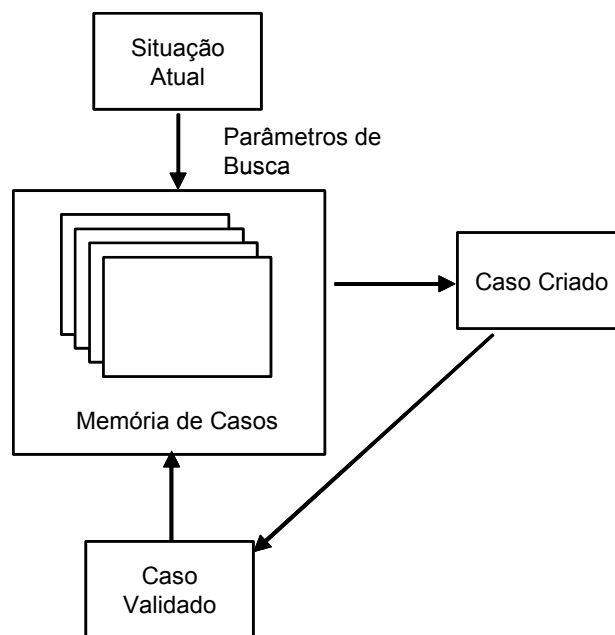


Figura 28 - CBR Semântico

4.3.4 – Módulo de Validação

O módulo de validação do conhecimento é responsável pela busca do conhecimento inferido no módulo descrito anteriormente e que deve ser validado. Este conhecimento é submetido a um especialista do domínio para aprovação, e dependendo do resultado e do contexto no qual deve ser aplicado, será aceito ou não. Se o conhecimento não é válido, ele não pode ser considerado na geração de qualquer conhecimento futuro e não deve ser adicionado à Base de Conhecimento.

No Epistheme, o caso criado após análise sintática ou semântica, é redirecionado ao gerente de conhecimento. Este analisa o caso, as conclusões descritas pelo usuário se o caso foi gerado pelo CBR sintático, e valida ou recusa o caso criado. Suas conclusões a respeito da aceitação ou não do caso são armazenadas.

4.3.5 – Módulo de Integração

Freqüentemente, dados e informações científicas podem estar fortemente associados a diversas áreas, embora sejam tratados com nomenclaturas diferentes de acordo com o domínio aplicado. Assim sendo, é necessário identificar os dados e informações correlacionadas em diferentes áreas e esta é a responsabilidade da camada de integração através do uso de ontologias. A importância do seu uso na nova

sociedade da informação tem sido pelo fato que ontologias em organizações baseadas em conhecimento podem fornecer termos e definições de conceitos - sejam estes entidades, objetos, eventos, processos, metas e resultados - que são importantes para caracterizar e detalhar estas organizações. Utilizando os conceitos definidos em uma ontologia e seus relacionamentos, pode-se: i)descrever regras de negócio, ii)melhores práticas e lições aprendidas podem ser associadas a termos chaves da organização e iii)cada elemento ontológico pode servir como base de novas idéias e sugestões, bem como auxiliar em respostas a perguntas realizadas. Ou seja, a meta ao se aplicar ontologias na Gestão do Conhecimento é a criação de uma linguagem comum para que um grupo de pessoas possa trabalhar em conjunto.

Uma ontologia descreve conceitos e o relacionamento entre eles relacionados a um domínio particular, tarefa ou aplicação (GUARINO, 1998) e podem ser usadas para compartilhar conhecimento sobre aspectos específicos do mundo real. Assim, como enfatizado em (SETH, 1999), capturando conhecimento em termos de ontologias um passo maior é dado na interoperabilidade semântica entre sistemas de informação.

Segundo VAN HEIJST *et al.* (1997)e VAN HEIJST (1997) ontologias de domínio expressam conceituações específicas para domínios particulares, colocando restrições na estrutura e conteúdo do domínio do conhecimento responsável por descrever os fatos de um determinado domínio, sendo vistas como uma especialização dos conceitos da ontologia genérica (que são multidisciplinares). Por sua vez, ontologias de aplicação contêm todas as definições necessárias para modelar o conhecimento requerido de um domínio específico, sendo uma combinação dos conceitos tirados das ontologias de domínio e das ontologias genéricas e que pode conter extensões para tarefas e métodos. Por exemplo, ontologia de domínio refere-se ao vocabulário de um domínio genérico como medicina ou ciência da computação. As ontologias de aplicação refinam o conhecimento para atender a uma tarefa ou atividade (como por exemplo, um diagnóstico ou um processo de simulação) especializando assim os termos introduzidos na ontologia de domínio.

Este módulo do Epistheme é responsável pela criação e edição de ontologias de domínio e também de ontologias de aplicação. As ontologias de domínio são criadas para gerar um vocabulário comum no domínio de estudo, ajudar os pesquisadores a entenderem melhor o domínio de atuação e facilitar a integração semântica com demais

sistemas utilizados. As ontologias de aplicação focalizam em algum caso, setor ou projeto de pesquisa realizado, ou como o próprio nome diz, aplicação sob um domínio, e este módulo permite a criação de uma estrutura na qual podemos especificar as competências da organização, conforme exemplo citado na descrição do módulo de identificação, na Figura 23.

No Epistheme, a criação de ontologias de domínio é feita de maneira colaborativa, permitindo assim:

- ✓ Auxiliar os pesquisadores a compreender melhor uma certa área do conhecimento, tendo em vista que no desenvolvimento de uma ontologia de maneira colaborativa as pessoas envolvidas no processo devem explicar seu entendimento sobre o domínio em questão, levando a reflexão e melhor compreensão do mesmo.
- ✓ Servir como um meio de consenso sobre uma área de conhecido devido ao entendimento diferenciado dos especialistas sobre os conceitos envolvidos. Utilizando este módulo do ambiente, essas diferenças são explicitadas e busca-se um consenso sobre seu significado e importância.
- ✓ Criar um aprendizado sobre uma certa área de conhecimento, uma vez que haja uma ontologia sobre uma determinada área de conhecimento desenvolvida, uma pessoa que deseje aprender mais sobre essa área de conhecimento não precisa se reportar sempre a um especialista. Ela pode estudar a ontologia e aprender sobre o domínio em questão, absorvendo um conhecimento geral e de consenso.

Quando o processo de criação e manutenção de uma ontologia é realizado de maneira colaborativa, principalmente quando os integrantes da equipe atuam em domínios diferentes, pode ocorrer interpretações variadas sobre o mesmo conceito, resultante do entendimento focalizado na área de atuação.

Além do entendimento parcial dos responsáveis pela criação da ontologia, caso deseje-se integrar ontologias já existentes, ocorrem também inconsistências de conceitos devido à particularidade de cada área, como mostrado na Figura 29. Estas inconsistências podem ser do tipo:

- ✓ O mesmo conceito reflete entendimentos diversos, em domínios diferentes – apesar de ser representado pela mesma palavra, ou conjunto

de palavras, o conceito possui significado diferente entre os domínios analisados;

- ✓ O mesmo conceito possui o mesmo significado em domínios diferentes, mas os demais termos relacionados a eles são totalmente diferentes entre os domínios – esse caso é mais complexo que o anterior, pois o conceito possui o mesmo significado entre os domínios, mas os demais objetos relacionados, bem como hierarquias de relacionamentos são diferentes, ocasionando uma diferença semântica e de difícil análise no processo de integração; e
- ✓ O mesmo conceito, bem como alguns conceitos relacionados a ele, possuem o mesmo significado em domínios diferentes, mas existem relacionamentos com outros conceitos que podem até ser contraditórios se aplicados no outro domínio – este é o caso de um sub-conjunto de uma ontologia (conjunto de conceitos e seus relacionamentos embutidos em uma ontologia) ser encontrado em uma ontologia de outro domínio, mas os conceitos e relacionamentos complementares a este sub-conjunto, se representado em outro domínio, podem ser contraditórios e ocasionar incoerências semânticas.

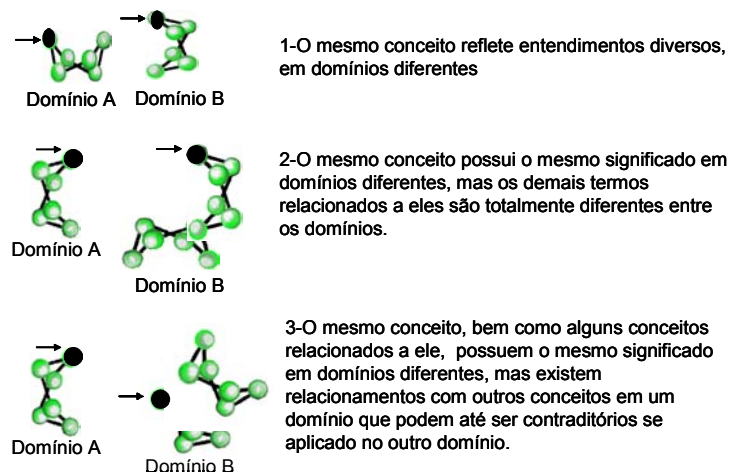


Figura 29 - Inconsistências na Criação de Ontologias

Para auxiliar o consenso na criação da ontologia de domínio, solucionando problemas de inconsistências ao se integrar ontologias diferentes e harmonizando entendimento diferentes entre especialistas, uma abordagem baseada na técnica de Delphi (LINDSTONE e TUROFF, 1975) é empregada.

Na criação da ontologia de maneira colaborativa, ocorre a necessidade de um mediador (ou grupo de mediadores) para estabelecer o consenso de uma ontologia do domínio única. Desta maneira, o mediador valida todas as alterações feitas em uma ontologia, em um processo similar ao método Delphi.

Em linhas gerais, o método Delphi consulta um grupo de especialistas a respeito de eventos futuros através de um questionário, que é repassado continuadas vezes até que seja obtida uma convergência das respostas, um consenso, que represente a consolidação do julgamento intuitivo do grupo. A técnica baseia-se no uso estruturado do conhecimento, da experiência e da criatividade de um painel de especialistas, pressupondo-se que o julgamento coletivo, quando organizado adequadamente, é melhor do que a opinião de um só indivíduo. O retorno das respostas do grupo para reavaliação nas rodadas subseqüentes é a principal característica deste método.

Conceitualmente o método Delphi é bastante simples, pois se trata de um questionário interativo, que circula repetidas vezes por um grupo de peritos, preservando-se o anonimato das respostas individuais. Na primeira rodada os especialistas recebem um questionário, preparado por um mediador ou equipe de mediadores, e são solicitados a responder individualmente, usualmente com respostas qualitativas apoiadas por justificativas e informações quantitativas.

Na nossa abordagem, inicialmente uma ontologia de domínio é disponibilizada e é permitido aos usuários realizar anotações sobre esta, propondo alterações. O anonimato dos participantes é mantido.

Na proposta do método de Delphi, as respostas e os resultados são devolvidos aos participantes na rodada seguinte. A cada nova rodada as perguntas são repetidas, e os participantes devem reavaliar suas respostas à luz das respostas e das justificativas dadas pelos demais respondentes na rodada anterior. São solicitadas novas previsões com justificativas, particularmente se estas previsões divergirem das respostas centrais do grupo. Esse processo é repetido por sucessivas rodadas até que a divergência de opiniões entre especialistas tenha se reduzido a um nível satisfatório, e a resposta da última rodada é considerada como a previsão do grupo.

Na nossa abordagem, o mediador recolhe as anotações e propostas de alterações e disponibiliza um questionário para esclarecer dúvidas e resolver eventuais incoerências diante das propostas de alterações encaminhadas. A cada versão da ontologia disponibilizada pelo mediador, os demais integrantes do grupo devem responder as dúvidas disponibilizadas pelo mediador na versão atual, analisar a ontologia disponibilizada, propor alterações e justificar detalhadamente as mesmas e devolvê-la ao mediador. E este processo é repetido até a chegada de um consenso grupal. A Figura 30 exemplifica uma ontologia (com alguns nós recolhidos) e o espaço de comentários disponível ao usuário.

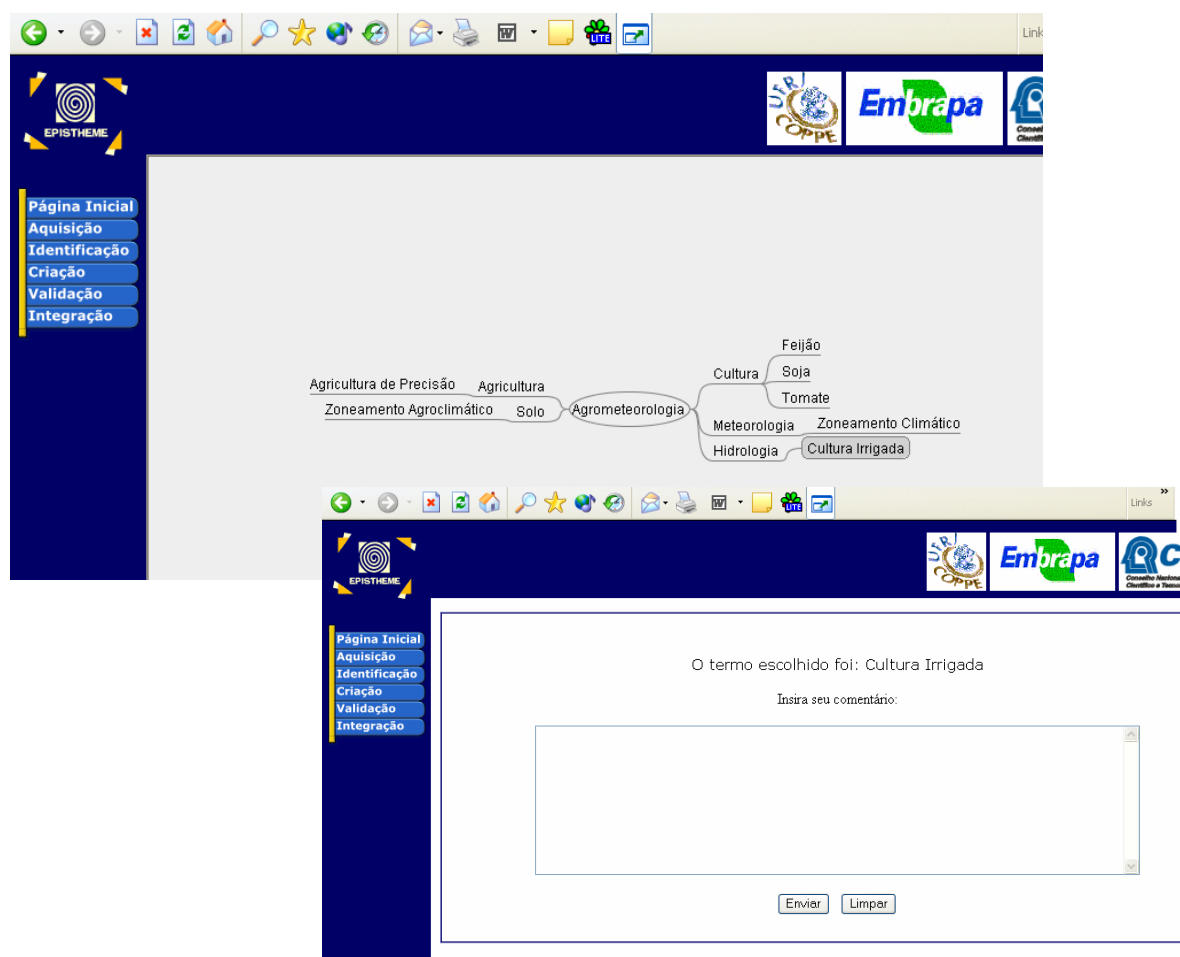


Figura 30 - Ontologia e Espaço para Comentário

O retorno (“feedback”) estabelecido através das diversas rodadas permite a troca de informações entre os diversos participantes e em geral conduz a uma convergência rumo a uma posição de consenso. O anonimato das respostas e o fato de não haver uma reunião física reduzem a influência de fatores psicológicos, como por exemplo os efeitos da capacidade de persuasão, da relutância em abandonar posições assumidas, e a dominância de grupos majoritários em relação a opiniões minoritárias.

No Epistheme, a ontologia de domínio ainda é exportada para um arquivo no formato XML, como mostrado na Figura 31, permitindo assim a interoperabilidade semântica com demais sistemas.

```
<protegekb xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" xsi:noNamespaceSchemaLocation="protege_xi
<slots><slot><own-slot slot-name=":NAME"><entry type="String"><value>% de aptidão pedoclimática preferenc
</entry>
</own-slot>
<own-slot slot-name=":SLOT-MAXIMUM-CARDINALITY"><entry type="Integer"><value>1</value>
</entry>
</own-slot>
<own-slot slot-name=":DIRECT-TYPE"><entry type="Class"><value>:STANDARD-SLOT</value>
</entry>
</own-slot>
<own-slot slot-name=":SLOT-NUMERIC-MAXIMUM"><entry type="Float"><value>100.0</value>
</entry>
</own-slot>
<own-slot slot-name=":SLOT-NUMERIC-MINIMUM"><entry type="Float"><value>0.0</value>
</entry>
</own-slot>
<own-slot slot-name=":SLOT-VALUE-TYPE"><entry type="String"><value>Float</value>
</entry>
</own-slot>
</slot>
<slot><own-slot slot-name=":NAME"><entry type="String"><value>% de aptidão pedoclimática tolerada</value>
</entry>
</own-slot>
<own-slot slot-name=":SLOT-MAXIMUM-CARDINALITY"><entry type="Integer"><value>1</value>
</entry>
</own-slot>
<own-slot slot-name=":DIRECT-TYPE"><entry type="Class"><value>:STANDARD-SLOT</value>
</entry>
</own-slot>
```

Figura 31 - Ontologia de domínio no formato XML

Devida a sua atuação restrita, a ontologia de aplicação não é criada de maneira colaborativa, sendo responsabilidade do engenheiro de conhecimento alocado para o domínio em questão criar e alterar a mesma.

4.3.6 – Módulo de Disseminação

Toda informação ou dado útil deve ser distribuído para futura utilização na comunidade científica, considerando o tipo de dado inserido na base de conhecimento, bem como pode ser útil ao pesquisador levando em conta o perfil do usuário, o domínio do cientista e seu grupo de pesquisa. O módulo de disseminação de conhecimento tem

por finalidade distribuir o conhecimento adquirido, utilizando para isso ferramentas de “e-mail”, fórum de discussão e reunião eletrônica.

4.4 – Processos de Gestão de Conhecimento Suportados

Apresentada a arquitetura do ambiente, resta uma dúvida: Como o Epistheme auxilia nos processos de criação do conhecimento e gerência do mesmo?

Na Figura 32 temos os módulos do ambiente que auxiliam nos processos de internalização, combinação, externalização e socialização.

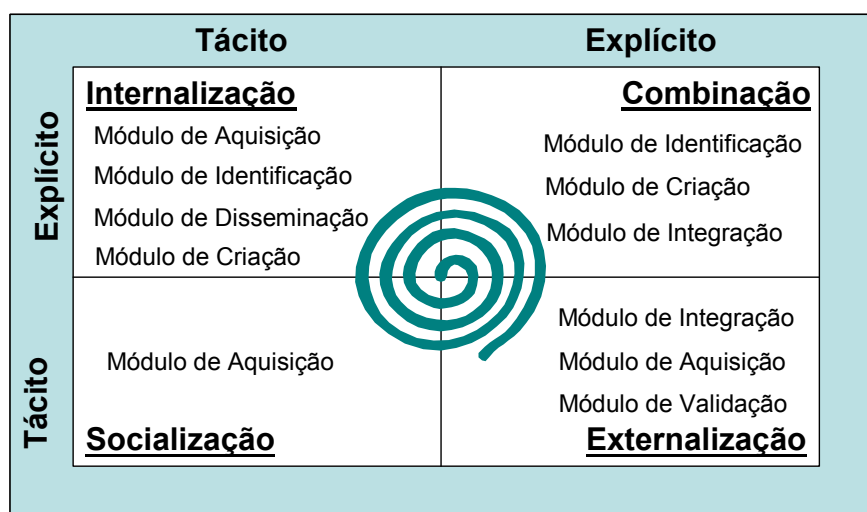


Figura 32 - Epistheme e o Processo de Criação de Conhecimento

No processo de externalização, onde o conhecimento tácito é transformado em explícito, o Centro de Práticas, o Centro de Competências, a ferramenta de Páginas Amarelas e o sub-módulo de Gerência de Meta-Modelos, ferramentas estas pertencentes ao Módulo de Aquisição, permitem a um especialista externalizar e representar o seu conhecimento, seja na forma da descrição de um projeto, na resolução de uma dúvida, na avaliação de um dado ou modelo, e na descrição de um modelo, respectivamente. O Módulo de Integração, que permite a criação de uma ontologia de domínio de maneira colaborativa, também pode ser visto como uma ferramenta de suporte ao processo de internalização tendo em vista que uma ontologia é uma representação do conhecimento de domínio. Ao validar ou não um conhecimento criado, o especialista necessita explicar e documentar suas opiniões a respeito de um caso, e o seu parecer é uma forma de conhecimento tácito que foi explicitada.

As ferramentas do Módulo de Aquisição, por permitirem colaboração síncrona e assíncrona, facilitam a troca de conhecimento tácito entre as pessoas, auxiliando o processo de socialização.

No processo de internalização, onde o conhecimento explícito é transformado em tácito, os Módulos de Aquisição, Identificação, Disseminação e Criação são facilitadores no aprendizado individual, tendo em vista que qualquer pesquisador pode consultar os documentos pertencentes a este módulo, como casos e dúvidas passados, práticas e resultados de buscas, e adquirir conhecimento com os mesmos.

O papel do modo de combinação é identificar dentre os conceitos que foram extraídos pela externalização, aqueles que possuem alguma relação entre si e agrupá-los em conjuntos de conhecimento explícito. Cada conjunto de conhecimento é parte da base de conhecimento organizacional e está diretamente relacionado a um tipo específico de informação ou modelo. Este trabalho de criação de conjuntos de conhecimento é realizado nos Módulos de Identificação, Criação e Integração.

Referentes aos processos de Gestão de Conhecimento propostos por (STOLLENWERK, 2001), estes são auxiliados pelos módulos do Epistheme como mostrados na Figura 33.

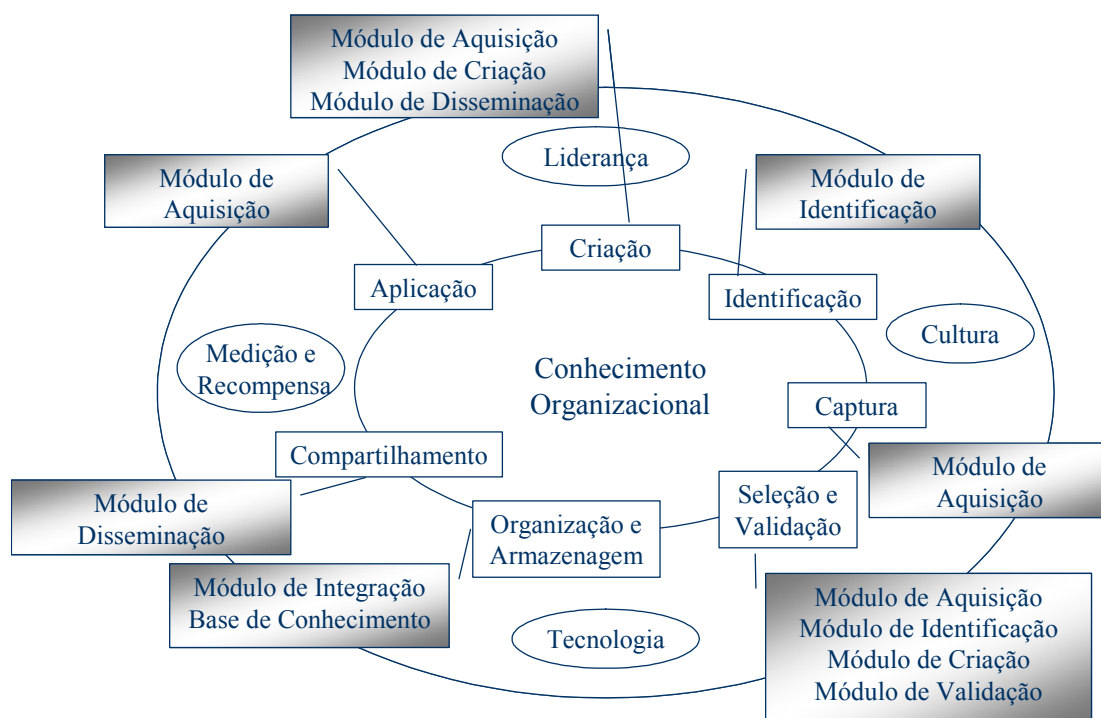


Figura 33 – Atuação do Epistheme no Modelo Genérico de Gestão de Conhecimento

Com uma das funcionalidades de se fazer uma busca inteligente de profissionais que tenham certa competência, e também propor alguém com conhecimento similar a competência procurada, o Módulo de Identificação auxilia o processo de Identificação, processo este que está voltado para questões estratégicas da empresa, ajudando a identificar as competências críticas para o sucesso da organização tendo em vista que as competências organizacionais estão intimamente ligadas às competências humanas. Ainda auxilia a identificar as competências que a instituição necessita desenvolver, no caso de competências que não possuem nenhum profissional relacionado.

O processo de captura representa a aquisição de conhecimentos, habilidades e experiências necessárias para criar e manter as competências essenciais. Estas atividades são auxiliadas pelas ferramentas do Módulo de Aquisição do Epistheme.

A seleção e validação do conhecimento visam a filtrar o conhecimento, avaliar sua qualidade e sintetizá-lo para fins de aplicação futura. Os filtros podem ser realizados no Módulo de Identificação. A ferramenta de Páginas Amarelas é responsável pelo controle da qualidade dos dados, e a parte de utilizar experiências passadas iguais e similares e sua viabilidade e aplicabilidade em uma situação atual é de responsabilidade do Módulo de Criação e Módulo de Validação, respectivamente.

O objetivo do processo de organização e armazenagem é responsável pela estruturação eficiente e recuperação rápida do conhecimento. Desta maneira, o Módulo de Integração e a própria Base de Conhecimento são as ferramentas do Epistheme destinadas a este processo.

O processo de compartilhamento é responsável pela distribuição do conhecimento para que este seja entregue a grupos restritos ou indivíduos de maneira que estejam em tempo hábil e no local apropriado. Para realizar as tarefas relativas a este processo, o Módulo de Disseminação é capaz de disseminar o conhecimento automaticamente para os diversos interessados, de forma que um novo conhecimento ou informação seja rapidamente notificado a quem necessite, além de possuir ferramentas de buscas possibilitando ao usuário realizar consultas.

Ainda que os conhecimentos, as experiências e as informações estejam disponíveis e sejam compartilhados, é fundamental que sejam utilizados e, além disso, aplicados a situações reais de organização, de modo a produzir benefícios concretos como melhoria de desempenho e inovação em experimentos e pesquisas. O processo de

aplicação destaca a importância das lições aprendidas, que é apoiado pela ferramenta de Centro de Melhores e Piores Práticas no Módulo de Aquisição.

O processo de criação do conhecimento organizacional inicia-se como o compartilhamento do conhecimento tácito, para que o conhecimento individual inexplorado possa ser amplificado dentro da organização. Nesta fase inicial, o Módulo de Aquisição permite a troca de conhecimento tácito entre pesquisadores. Na segunda etapa, o conhecimento tácito compartilhado é convertido em conhecimento explícito na forma de um novo conceito, que necessita ser justificado e validado, responsabilidade do Módulo de Criação e Validação, e conseqüentemente este conhecimento necessita ser difundido através do Módulo de Disseminação.

Referente aos processos de criação do conhecimento científico, o Epistheme atua conforme mostrado na Figura 34.

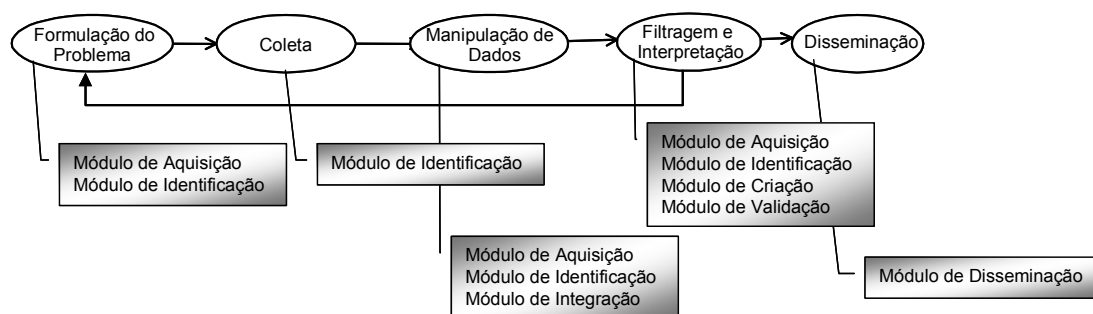


Figura 34 - Processos de Gestão de Conhecimento Científico e Epistheme

4.5 – O protótipo

Assim como concebido originalmente na arquitetura SPeCS, a implementação do sistema está voltada para o ambiente Internet e Intranet. Essa escolha foi adotada pela viabilização de uso pelos cientistas, que nem sempre apresentam desenvoltura no trato com as dificuldades de instalação e uso de produtos de informática. Outro fator de estímulo ao uso desta tecnologia é a grande heterogeneidade de usuários que atualmente já conseguem se identificar com um navegador Internet, permitindo, desta forma, a facilitação do uso do sistema através da escolha deste enfoque. O Epistheme foi desenvolvido utilizando a plataforma Java, cuja portabilidade permite que o ambiente seja instalado em servidores Linux, Unix ou outras plataformas suportadas pela

tecnologia. Para isto, foram criadas as páginas JSP para acessos a base de dados relacional e “applets” para acesso a base Protege 2000.

O SGBD utilizado foi o MS-SQL Server 2000, com uso da linguagem padrão SQL (“Structured Query Language”). No entanto, como o sistema faz uso somente de comandos SQL padronizados, e a modelagem toda utiliza chaves primárias simples, o banco de dados do Epistheme pode ser facilmente adaptado a outro SGBD, como, por exemplo, PostgreSQL ou MySQL, que são bancos de dados gratuitos.

Para a criação da ontologia na área de agrometeorologia, foi utilizado tanto a metodologia quanto a ferramenta Protégé 2000 (STANFORD UNIVERSITY, 2003) para a criação da base de ontologia de domínio. Para a visualização da ontologia de domínio, esta era visualizada via “applet”. Com a necessidade de realizar buscas sobre os nós de conceitos e de uma visualização mais amigável, optou-se por outra forma de implementação e disponibilização da ontologia de domínio. Para o seu acesso “web” a ontologia é exportada em formato XML e disponibilizada através da biblioteca FreeMind (FREEMIND, 2003), que permite uma visão em forma de árvore.

O Resin (RESIN, 2003) foi utilizado como interpretador de páginas JSP, sendo utilizado em conjunto com o IIS (“Internet Information Server”), servidor de páginas dinâmicas da Microsoft.

Para a parte de reunião eletrônica, foi utilizado a ferramenta JChatBox, de código aberto e escrito em Java.

Na Figura 35 pode-se visualizar a arquitetura de implementação do Epistheme.

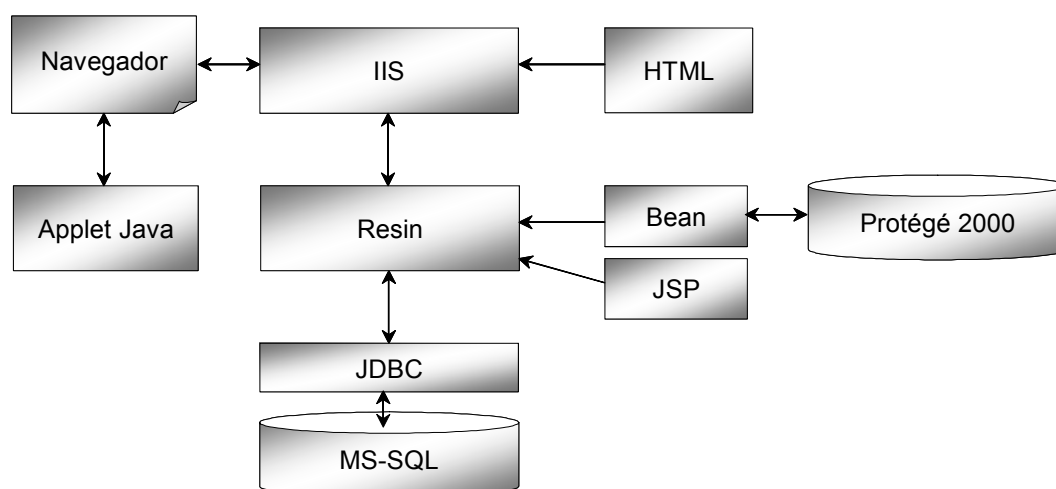


Figura 35 - Arquitetura de Implementação do Ambiente

Todos os módulos do sistema estão implementados, como mostrado na Figura 36, com exceção do Módulo de Criação. Este módulo permite atualmente apenas o CBR baseado em semelhança sintática, onde um conjunto de atributos serve como um ponto de entrada para casos similares e o resultado do CBR é uma relação de casos, ordenados pela quantidade de atributos em comum encontrados nos casos já existentes, onde os usuários podem navegar nos casos para encontrar o que mais se adequa ao domínio estudado. A parte de CBR por semelhança semântica será implementada no futuro.

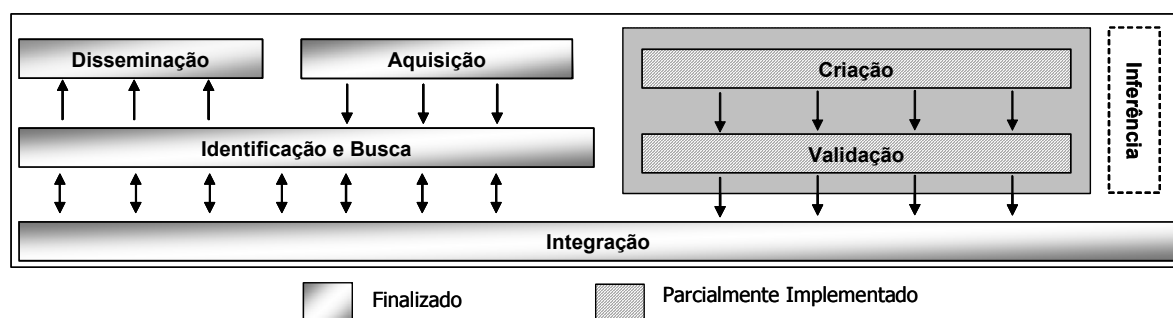


Figura 36 – Estágio atual da implementação

O protótipo do Epistheme está sendo utilizado na COPPE para validação, com um estudo de caso na Embrapa, através do projeto AgroMet, que será descrito no próximo capítulo.

4.6 – Diferença entre as propostas já existentes

Comparando-se a proposta do Epistheme com as estudadas no capítulo anterior, pode-se dizer que a maioria das propostas é baseada na seleção e armazenagem de conhecimento, enquanto o principal enfoque do Epistheme é a identificação, captura e compartilhamento do conhecimento, também trabalhando na seleção e validação. Pode-se dizer também que o Epistheme é um facilitador na fase de aplicação do conhecimento adquirido, e também atua nas fases de criação e organização e armazenagem.

Além das diferenças citadas acima e descritas na Tabela 3, o Epistheme possui uma abordagem própria para encontrar profissionais e especialistas, baseada em ontologias de aplicação, e permitindo a visualização dos mesmos utilizando o conceito de árvore hiperbólica. O Epistheme possibilita ainda a criação de uma ontologia de domínio de maneira colaborativa.

Outra característica do sistema é um sumário das entrevistas e dúvidas tiradas através da ferramenta de reunião eletrônica e criado automaticamente, através do VSM (“Vector Space Model”), e armazenado.

A integração do Epistheme com os demais módulos do SPeCS permite uma atuação ainda como provedor de conhecimento durante o processo decisório, facilitando na tomada de decisões, auxiliando na escolha de profissionais, e provendo conhecimento conforme o perfil, área de atuação e conhecimento necessário para a execução de uma atividade auxiliando a reduzir riscos nos caminhos críticos da decisão.

Tabela 3 - Diferença do Epistheme para Propostas Correlatas

Informações Projeto	Funcionalidade Essencial	Tipo de Conhecimento que Suporta	Comparação com o Epistheme
LabBase	SBDDH	Explícito	O Epistheme não gerencia o dado-científico, como modelos, simulações e dados originais, e somente os metadados destes. Para ter acesso ao dado, o Epistheme utiliza o XARC (Módulo de Integração do SPeCS), que exporta os dados tratados em formato XML.
XBio System	SBDDH	Explícito	
DODS	SBDDH	Explícito	
Chimaera	SBDDH	Explícito	
Morpho	SBDDH	Explícito	
Horse	SBDDH	Explícito	
Ausvit	SBDDH	Explícito	
NSSDC CDF	PDC	Explícito	A padronização dos dados obtidos de fontes externas em todo o ambiente SPeCS é feita por XML, utilizando o padrão de saída dos arquivos XARC.
Unidata NetCDF	PDC	Explícito	
NCSA HDF	PDC	Explícito	
FGDC	PDC	Explícito	
UDC	PDC	Explícito	
SEML	PDC	Explícito	
ECOBAS	SGM	Explícito	O Epistheme também possui um gerenciador de metadados de modelos.
SGM do GOA	SGM	Explícito	
EDSS	SGM	Explícito	
BOE*	SGWC	Explícito	No Epistheme, o gerenciamento do “workflow” é feito através da camada de decisão Decisio, do SPeCS, e a
WASA	SGWC	Explícito	
WOODS	SGWC	Explícito	
Zenturio	SGWC	Explícito	

Informações Projeto	Funcionalidade Essencial	Tipo de Conhecimento que Suporta	Comparação com o Epistheme
ZOO	SGWC	Explícito	gerência de experimento científico é feita pelo BOE (Módulo de Gerência de Experimento SPeCS)
PNNL	SGWC+CSCW	Explícito + Tácito	Além da diferença citada acima, o Epistheme possui uma abordagem própria para encontrar profissionais/especialistas, além de uma ferramenta de CBR (“Case-Based Reasoning”).
NetAcademy	BD	Explícito	O Epistheme gerencia os metadados de publicações científicas, enquanto o gerenciamento do documento é feito pela ferramenta DOC, do SPeCS.
BD Illinois	BD	Explícito	
BD Berkeley	BD	Explícito	
BD UCSB	BD	Explícito	
BD Michigan	BD	Explícito	
BD Stanford	BD	Explícito	
BD Waikato	BD	Explícito	
FERRET	BD	Explícito	
CalFlora	BD	Explícito	
CSU	BD	Explícito	
Millennium	BD	Explícito	
CyberLAB	BD	Explícito + Tácito	
KNBiocomplexity	BD	Explícito	
Cybrarium	BD + Onto	Explícito	
XArc*	SI	Explícito	O Epistheme utiliza o XML, arquivo de saída do XArc para obtenção de dados externos e dados dos demais componentes do ambiente SPeCS.
Le Select	SI	Explícito	
Garlic	SI	Explícito	
DISCO	SI	Explícito	
MANIFOLD	SI	Explícito	
TSIMMIS	SI	Explícito	
HERMES	SI	Explícito	

Informações Projeto	Funcionalidade Essencial	Tipo de Conhecimento que Suporta	Comparação com o Epistheme
SIMS	SI	Explícito	
THETIS	SI	Explícito	
LMPL	Onto	Explícito	O Epistheme possibilita a criação de uma ontologia de maneira colaborativa.
CORE	CSCW	Explícito	O Epistheme possibilita armazenar um sumário criado automaticamente, através do VSM (“Vector Space Model”), das entrevistas. Possibilita também uma busca especializada de profissionais, através de uma abordagem própria.
CLARE	CSCW	Explícito + Tácito	
Science Desk Project	CSCW	Explícito + Tácito	
ISKM	Metó	Explícito	Utiliza alguns módulos do CommonKADS.

*Ferramentas do SPeCS

4.7 – Conclusão

Com o crescimento da necessidade em se aplicar a Gestão do Conhecimento, o desafio para a área de Tecnologia de Informação e seus profissionais é identificar as tecnologias que apoiem a comunicação e a troca de idéias e experiências, facilitando e incentivando as pessoas a se unirem, a participarem, a tomarem parte em grupos e comunidades, e a renovarem seus conhecimentos. Desta forma, o desafio passa a ser migrar de uma posição de suporte a processos para o suporte a competências. O papel a ser desempenhado passa a ser estratégico: ajudar o desenvolvimento do conhecimento coletivo, e do aprendizado contínuo, tornando mais fácil para as pessoas na organização compartilharem problemas, perspectivas, idéias e soluções. As estratégias para desenvolvimento do conhecimento devem ser focadas na criação de mecanismos que permitam aos profissionais manterem contato, além de mapear e acompanhar a

participação de cada profissional e não apenas na captura e disseminação centralizada de informação.

Embora algumas propostas de ferramentas de Gestão do Conhecimento tenham sido aplicadas no meio científico, a maioria destas é focada na gerência do dado científico e realizações de simulações. Dentro desse contexto, surgiu a proposta do ambiente gerenciador de conhecimento científico Epistheme, o qual foi descrito neste capítulo, bem como ele interage no ambiente SPeCS

Para alcançar seu objetivo, o Epistheme é composto pelos módulos de aquisição do conhecimento, identificação e busca, integração, criação e validação. Nesta sessão estes módulos foram descritos, bem como o protótipo foi implementado. Uma das maneiras de validar este trabalho é o detalhamento das suas contribuições na área de Gestão de Conhecimento. Assim, os módulos do Epistheme e a maneira como atuam no Processo de Criação de Conhecimento, Processo de Gestão de Conhecimento Científico e os seus mapeamentos no Modelo Genérico de Gestão de Conhecimento, foram apresentados neste capítulo. A diferença deste trabalho com as propostas correlatas, que foram descritas no capítulo anterior, também é apresentada.

As ferramentas desenvolvidas estão em fase de implantação no projeto AgroMet, projeto de Gestão de Conhecimento na área de Agrometeorologia, resultado da parceria da COPPE/UFRJ com a Embrapa. No projeto AgroMet, o Epistheme visa auxiliar as etapas do Processo de Zoneamento Agro-Climático, realizado pela Embrapa/Solos. O projeto AgroMet, o Processo de Pesquisa Agro-Climático Brasileiro e suas principais dificuldades em relação à gerência e manutenção do conhecimento interno, e os melhoramentos ocasionados pelo Epistheme serão mostrados no capítulo a seguir.

Capítulo 5 – Estudo de Caso

Neste capítulo é descrito uma aplicação do Epistheme no projeto Agromet (MEDEIROS, STRAUCH et al., 2000), um projeto de Gestão de Conhecimento aplicado à área de Agrometeorologia, uma parceria da COPPE com a Embrapa. A seguir, dar-se-á uma descrição do projeto AgroMet, o processo de elicitação do conhecimento para zoneamento agro-climático e como os módulos do ambiente Epistheme são utilizados neste contexto.

5.1 – O Projeto AgroMet

A agrometeorologia, ao estudar a complexidade das condições climáticas na produção agrícola com vistas à adequação entre as demandas econômicas, sociais, e ambientais, constitui uma ferramenta indispensável de trabalho para a obtenção de uma agricultura sustentável. Essa ciência fornece informações para a gestão da atividade agrícola e seu principal objetivo consiste em orientar a produção através de previsão das condições do tempo. Informações agrometeorológicas apóiam na tomada de decisão quanto à época de plantio, ao manejo da cultura, à aplicação de fertilizantes e pesticidas, a proteção em caso de adversidades meteorológicas, ao manejo de irrigação, dentre outros (BERGAMASSCHI, CAMARGO et al., 2000).

Atualmente, a grande variabilidade dos fatores ambientais aliada à redução acentuada de recursos técnicos e financeiros destinados à investigação científica tem provocado um redirecionamento no planejamento dos projetos de pesquisa em agrometeorologia. Neste sentido, dois aspectos são observados. O primeiro é a formação de equipes multidisciplinares e interinstitucionais, nacionais, e até mesmo internacionais, que trabalham na área e com áreas correlatas. O segundo é a utilização de modelos de simulação aplicados à agricultura. Estes aspectos têm por objetivo a adoção imediata de novas tecnologias geradas ou ajustadas ao País, que podem ser adequadas à agrometeorologia (COSTA e BARROS, 2001). No Rio de Janeiro, os estudos em agrometeorologia se fundamentam na análise de dados meteorológicos coletados por diversas instituições nacionais e regionais, como o Instituto Nacional de

Meteorologia (INMET), o Ministério da Aeronáutica através de suas Diretorias de Eletrônica e Proteção ao Voo (DEPV), o Ministério da Marinha, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), o Centro Nacional de Pesquisas em Solos (Embrapa Solos) e o Sistema Meteorológico do Rio de Janeiro (SIMERJ-Furnas).

O desenvolvimento desses estudos requer um grande esforço dos profissionais no que tange a localização dos dados, a seleção das séries homogêneas, a realização de análises estatísticas e a utilização de modelos agrometeorológicos. Isto ocorre devido à falta de sinergia interinstitucional, à distribuição dos dados em diferentes sistemas que são semanticamente heterogêneos. Nestes sistemas, os dados, em geral, estão em diferentes formatos, apresentam sintaxe e semântica variada e muitas vezes, necessitam de uma consistência das séries históricas.

O projeto AgroMet é uma instanciação do SPeCS voltado para a agrometeorologia brasileira, proporcionando uma infra-estrutura baseada em tecnologia para que seja possível a efetiva reutilização de dados e a sinergia de conhecimento entre os profissionais da área.

5.2 – O Processo de Pesquisa Agro-Climático Brasileiro

O principal objetivo de um estudo de zoneamento agro-climático é conhecer o potencial de uma área para determinada cultura, visando a conciliação entre a produção e a conservação ambiental. Esta conciliação é importante para administrar, e conseqüentemente preservar, a qualidade ambiental, pois esta afeta diretamente a produtividade e a qualidade do produto final. Este estudo é realizado pela Embrapa Solos com parceria com outras instituições, provendo assim orientação para a formulação de políticas de desenvolvimento agrícola, e é mostrado na Figura 37.

Tendo-se escolhido a cultura a ser feita e a região a ser avaliada, ocorre a determinação das variáveis meteorológicas relevantes para o estudo. Nesta atividade, há uma pesquisa dos registros bibliográficos sobre a região em base interna (da própria Embrapa), em fontes externas e em algumas vezes em bases internacionais. Dependendo da região, pouca informação documentada é disponível, e a consulta a um especialista da região torna-se necessária. Como exemplo destas variáveis, podemos citar a temperatura do ar, temperatura do solo, umidade relativa do ar, vento, insolação (horas de brilho solar) e radiação solar. Para a execução desta atividade, que é referente à Atividade A0 da Figura 37, competências em agrometeorologia, ecofisiologia e agronomia são necessárias.

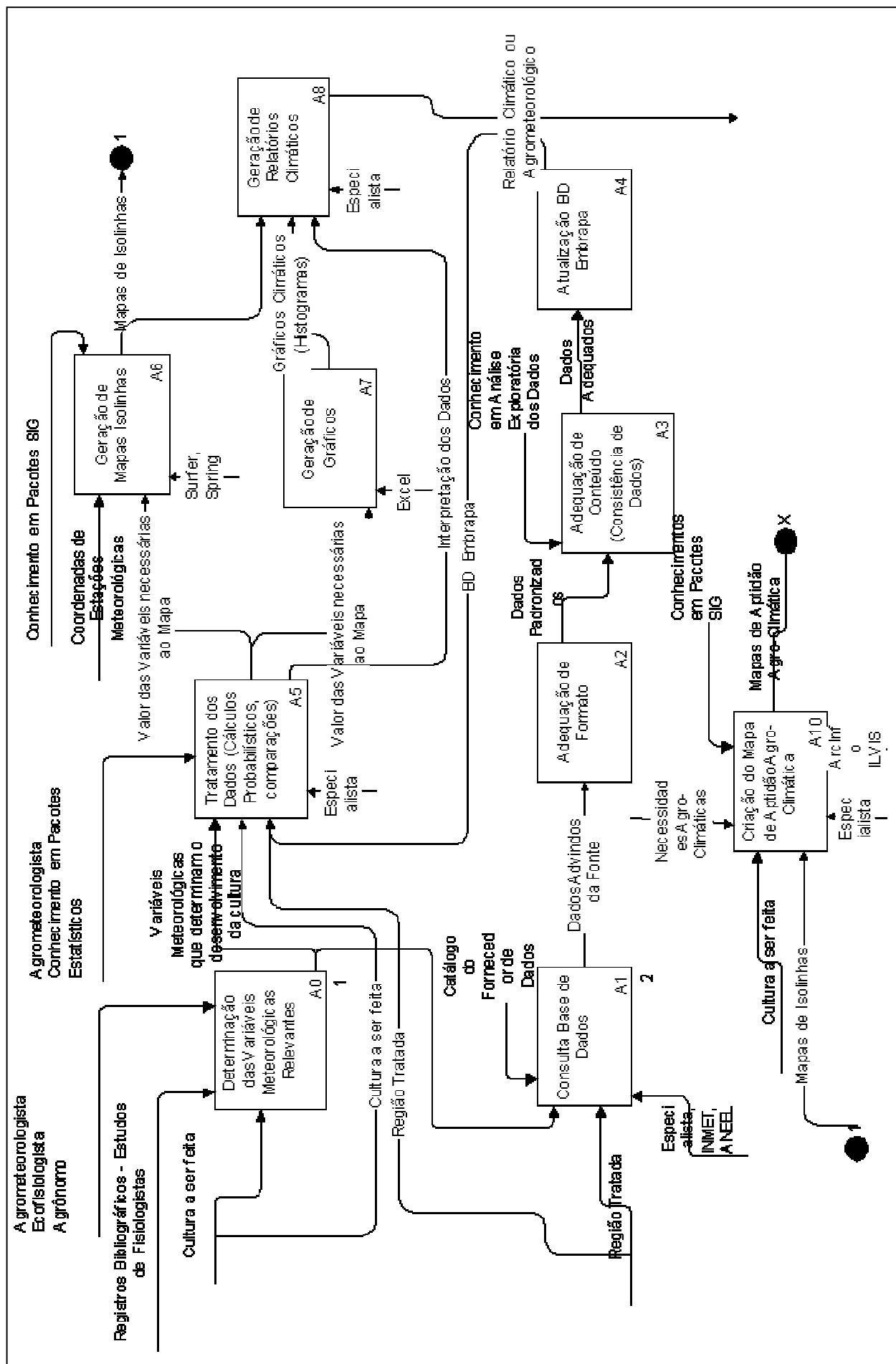


Figura 37 - Processo de Zonemanto Agro-Climático

Após a escolha das variáveis meteorológicas a serem analisadas, é necessário consultar bases de dados para obter as séries temporais destas variáveis, ou seja, os valores que receberam na região por um período de tempo. Geralmente, a consulta a estes dados é feita junto às instituições que possuam estações de coleta de informações na região, como o INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) e a ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), como mostrado na etapa A1.

Os dados obtidos necessitam ser tratados. Este tratamento se dá sob a forma de adequação de formato, como mostrado na etapa A2, que significa padronizar os formatos (tendo em vista que estes podem vir de instituições diferentes e em formatos diferentes) e adequação de conteúdo, na etapa A3. Podemos citar como exemplo de padronização de formato a conversão de unidades de medidas, e de adequação de conteúdo o cálculo de grandezas a partir de outras. Para se realizar a adequação de conteúdo para que os dados fiquem consistentes, é necessário que um profissional especializado em análise exploratória dos dados atue nesta etapa. Depois de tratados, estes dados são armazenados em bases de dados na Embrapa (A4).

A próxima etapa, a A5 na Figura 37, exige o processamento estatístico dos dados tratados anteriormente, exigindo para isto que um profissional com conhecimentos em agrometeorologia e pacotes estatísticos (como SAS, SPUS, dentre outros) realize este tratamento. Com a análise dos cálculos estatísticos, como avaliação da distribuição, média, desvio padrão, coeficiente de variação e séries temporais, e a utilização de modelos matemáticos, são calculados os balanços hídricos, as variações extremas são separadas por área e são destacados os trimestres mais chuvosos, os trimestres mais secos, as séries históricas são separadas, e nesta fase é possível a tirada de conclusões (por exemplo, na região estudada não ocorre chuvas na primeira quinzena do ano). As conclusões tiradas por dia, mês, ano e sazonalidade são documentadas.

Com as conclusões sobre clima e dados temporais obtidos são elaborados gráficos(A7), mapas de isolinhas(A6) e relatórios informativos preliminares(A8). Mapas de isolinhas são mapas onde as linhas unem pontos onde ocorrem fenômenos semelhantes e na mesma medida. Na fase A6, os mapas realizados são os mapas de deficiência hídrica, temperatura do ar (média anual), mapa de excedente hídrico, precipitação da média anual, temperatura máxima, temperatura mínima, temperatura anual, dentre outros. Para a execução desta fase, um profissional com forte conhecimento em pacotes SIG é necessário. Dependendo da cultura analisada, é gerado

um mapa para cada variável meteorológica. Integrando-se as informações advindas dos mapas isolinhas com as necessidades agro-climáticas específicas da região (situações climáticas que favorecem o desenvolvimento da cultura), é criado o mapa de aptidão agro-climática, indicando as melhores regiões para o plantio de culturas conforme o clima, sendo especificadas por variáveis como temperatura, mercado, cultura, máquinas disponíveis na região, dentre outras. Cada variável recebe três condições: preferencial, regular e não-recomendado. Para a criação deste mapa de aptidão climática, na fase A10, é necessário um profissional com conhecimentos em pacotes SIG. O mapa de aptidão agro-climática gera áreas com características semelhantes que apresentam as melhores condições de plantio.

5.3 – Principais dificuldades

O processo de zoneamento agroclimático enfrenta diversas dificuldades relacionadas abaixo.

- ✓ Ausência do mapa de conhecimento organizacional – Certas atividades do processo exigem um conhecimento específico para serem realizadas, como mostrado na Figura 37. Quando um especialista está ausente, devido à ausência de um mapeamento de competência na instituição, é difícil encontrar um especialista com o mesmo nível de conhecimento, ou similar, para executar tais atividades.
- ✓ Busca de documentos e dados - quando dados e documentos são pesquisados em fontes externas, não há nenhum controle de qualidade sobre a coerência e usabilidade dos mesmos.
- ✓ Busca de Especialistas – eventualmente, é necessário obter mais informações sobre uma cultura especial com o especialista da região. A organização não tem algum mapeamento do conhecimento organizacional e é difícil associar o especialista de uma região brasileira.
- ✓ O processo de zoneamento não é armazenado – não ocorre o registro dos processos de zoneamentos feitos, nem os dados utilizados e as atividades feitas. Com isto, não se tem um histórico dos estudos feitos em uma região, nem em cultura, impossibilitando a organização de avaliar processos similares.
- ✓ Ausência de especificação de termos comuns ou interpostos em domínios diferentes – por ser um estudo multidisciplinar, envolvendo agricultores,

meteorologistas, geólogos, estatísticos, físicos e químicos, muitos termos de vários domínios são utilizados, ocasionando inconsistência ou incompreensão.

- ✓ Excesso de informação – Para determinar as variáveis meteorológicas relevantes para o estudo há uma pesquisa dos registros bibliográficos sobre a região em base interna (da própria Embrapa), em fontes externas e em algumas vezes em bases internacionais. O especialista não possui nenhum parâmetro inicial de busca de informação, e às vezes este encontra-se sobre uma imensa quantidade de informação a ser analisada.

5.4 – Aplicação do Epistheme na Melhoria do Processo

A finalidade do Epistheme é gerenciar as informações das áreas estudadas e conhecimentos dos especialistas envolvidos, melhorando assim o processo de estudo de uma região (OLIVEIRA, SOUZA et al., 2002d);(OLIVEIRA, SOUZA et al., 2002a). Na Tabela 4, é mostrado como cada módulo do ambiente atua na melhora do gerenciamento do conhecimento no processo de zoneamento agroclimático.

Tabela 4 - Ferramentas Epistheme para Solução dos Problemas de Zoneamento Agroclimático

Problema no Processo	Ferramenta de Auxílio
Ausência do mapa de conhecimento organizacional	A ferramenta de Identificação de Especialistas (Módulo de Identificação) permite selecionar profissionais com conhecimento igual ou similar ao do profissional ausente. Desta maneira, evita que uma atividade seja interrompida devido a ausência de um profissional, acelerando o processo.
Busca de documentos, dados e modelos	As ferramentas de Páginas Amarelas e Meta-Gerência de Modelos (Módulo de Aquisição) são responsáveis pelo cadastro e controle da qualidade de dados, seus fornecedores e os modelos. Pode-se

Problema no Processo	Ferramenta de Auxílio
	ainda, através destas ferramentas, analisar os dados e modelos utilizados nos planejamento agro-climáticos conforme região e cultura específica.
Busca de Especialistas	O Centro de Competência (Módulo de Aquisição) permite agrupar pessoas conforme áreas de interesse e atuação. O módulo de Identificação de Especialistas (Módulo de Identificação) permite descobrir especialistas com conhecimento em uma área, e as Ferramentas de Buscas (Módulo de Identificação) permitem localizar um pesquisador obedecendo parâmetros de busca.
O processo de zoneamento não é armazenado, bem como o conhecimento gerado durante o processo	O Centro de Melhores e Piores Práticas (Módulo de Aquisição) permite armazenar um processo como prática para futura consulta, avaliação e aprendizado. A ferramenta de CBR (Módulo de Criação) juntamente com a ferramenta de Validação (Módulo de Validação) permitem a criação de novos conhecimentos baseados em processos passados. Toda a parte de criação de conhecimento é documentada durante o processo.
Ausência de especificação de termos comuns ou interpostos em domínios diferentes	Problema solucionado pela ontologia de domínio (Módulo de Integração).
Excesso de informação	O Módulo de Disseminação dispara informação obedecendo ao perfil do usuário (como áreas de interesse, assuntos

Problema no Processo	Ferramenta de Auxílio
	de pesquisa e perfil).
Toda a parte de aquisição de conhecimento com outros profissionais é feita de maneira presencial	Através das ferramentas do Módulo de Aquisição de Conhecimento os profissionais podem esclarecer dúvidas, trocar idéias e interagirem via “Web”.

Como cada projeto agro-climático essencialmente é feito por região brasileira, foi um dos requisitos que os casos fossem separados por estados brasileiros, como mostrado na Figura 38.

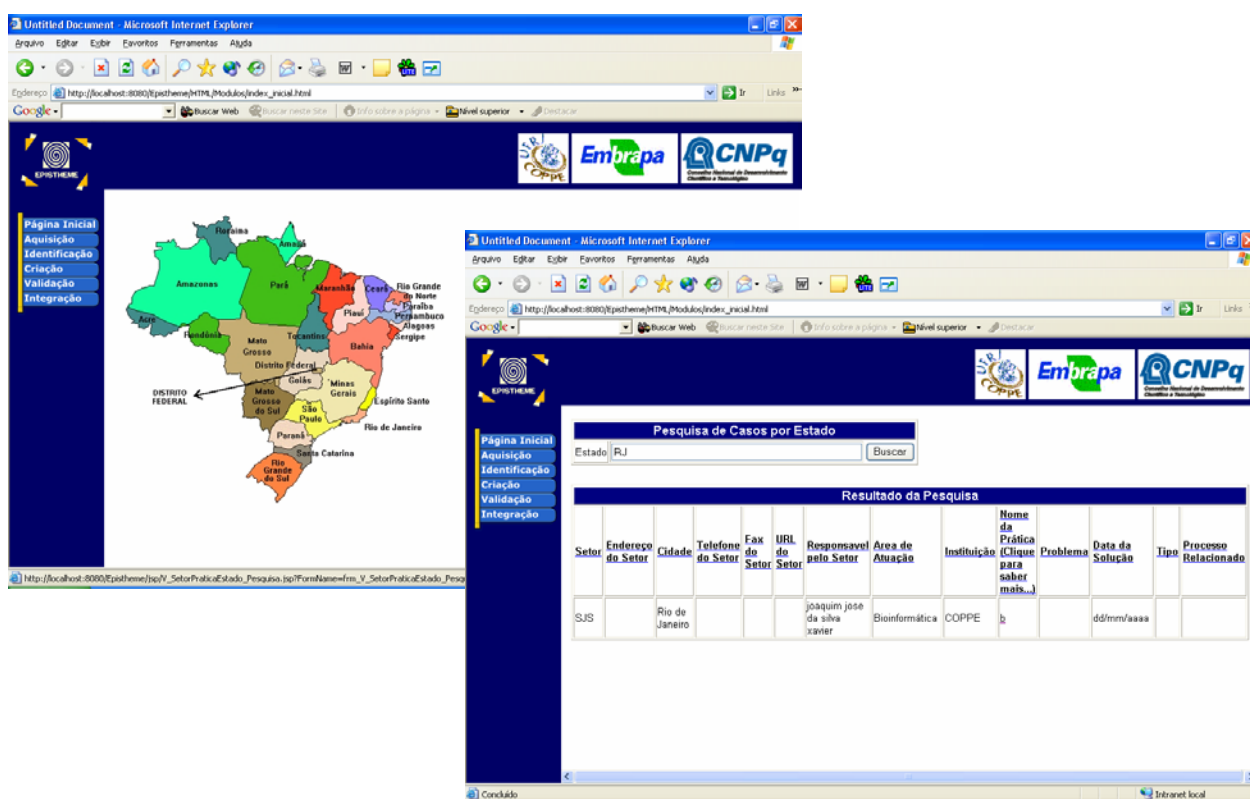


Figura 38 - Busca de Casos por Estado Brasileiro

5.5 – Conclusão

A principal finalidade do zoneamento agro-climático é conciliar a produção agrícola e a preservação ambiental. Este processo é realizado pela Embrapa Solos, sendo que problemas referentes a algumas atividades foram apontados neste capítulo. O uso do Epistheme neste processo visa solucionar os problemas encontrados referentes a busca de profissionais para a execução de atividades que requerem certo tipo de

conhecimento, construção e uso de ontologias para padronização do vocabulário na área de agrometeorologia, excesso de informação, integração de profissionais (tendo em vista que durante os processo eles estão geograficamente distribuídos), controle de dados e modelos utilizados e criação de uma base de conhecimento da organização.

Capítulo 6 – Conclusões e Trabalhos Futuros

O problema enfrentado atualmente na Gestão do Conhecimento é que grande parte do conhecimento disponível necessário encontra-se inacessível aos indivíduos durante um processo de tomada de decisão e planejamento. E este problema é agravado no meio científico tendo em vista a complexidade e volume dos dados utilizados, distância física entre pesquisadores e o crescimento quase exponencial de informação científica. O uso da tecnologia como suporte à Gestão do Conhecimento facilita nas tarefas de registro, organização, transformação e busca desse conhecimento acumulado, e com isto surgiram alguns projetos computacionais de suporte à Gestão do Conhecimento Científico. Desta forma, o desafio tecnológico passa a ser migrar de uma posição de suporte a processos para o suporte a competências. O papel a ser desempenhado passa a ser estratégico: ajudar o desenvolvimento do conhecimento coletivo, e do aprendizado contínuo, tornando mais fácil para as pessoas na organização compartilharem problemas, perspectivas, idéias e soluções.

Embora algumas propostas de ferramentas computacionais para auxílio à Gestão do Conhecimento tenham sido aplicadas no meio científico, a maioria destas é focada apenas na gerência do dado científico e realizações de simulações, e pouca atenção tem-se dado ao principal responsável pelo processo de criação de conhecimento organizacional: o profissional, o ser humano detentor do conhecimento, base de qualquer instituição científica. Dentro desse contexto, surgiu a proposta do ambiente gerenciador de conhecimento científico Epistheme, cujo principal enfoque deste ambiente é o aprendizado, a colaboração e gerência de competências, possibilitando acesso a práticas passadas, maior interação entre os pesquisadores, facilidade de comunicação de pessoas pertencentes a uma mesma área de pesquisa, e reunindo em um único ambiente diferentes perspectivas e "expertises" presentes na organização.

Parte do Epistheme foi validado no projeto AgroMet, realizado através de parceria da COPPE com a Embrapa.

6.1 – Contribuição

Além da arquitetura e implementação do ambiente, este trabalho resultou em algumas contribuições. Inicialmente, foi criado um processo genérico de criação do

conhecimento científico e um modelo de conhecimento científico, que podem ser utilizados em outros trabalhos que utilizem o conhecimento científico como principal tema.

Para realizar a comparação com os projetos atuais na área, um amplo levantamento foi feito, e os projetos comparados, sendo uma documentação do estado atual de pesquisa na área.

Tratando-se diretamente da proposta, inovações foram feitas, e uma delas é o uso da técnica de “Vector Space Model” para sumariar entrevistas e desta maneira tornando-se uma ferramenta essencial na documentação do “rationale”. Este ambiente possui ainda uma nova abordagem de busca, baseada em ontologias de aplicação, para a localização de profissionais dentro de um grupo de pesquisa quando o ator responsável pela atividade é afastado ou um especialista é necessário para executar uma tarefa ou resolver, de uma maneira rápida, um problema. Uma outra nova abordagem é a possibilidade dos pesquisadores fazerem uma ontologia de domínio de maneira colaborativa, sem a obrigatoriedade de presença física, tendo em vista que o Epistheme é um ambiente “Web”. Isto é especialmente útil quando o domínio de atuação é multidisciplinar e vários profissionais de conhecimentos e áreas de atuações diferentes necessitam interagir e formar um vocabulário comum.

Por auxiliar todo o processo de criação (NONAKA e TAKEUCHI, 1995) e gerência do conhecimento (STOLLENWERK, 2001), esta proposta soma-se a poucas existentes a nível nacional, sendo, portanto, uma contribuição para instituições científicas brasileiras caso o seu uso seja ampliado.

No contexto do SPeCS, a incorporação do Epistheme permitiu a aquisição, armazenamento e disseminação do conhecimento neste ambiente, auxiliando ainda na tomada de decisão, fornecendo conhecimento necessário para cada fase do processo decisório e armazenando o conhecimento adquirido.

No decorrer deste trabalho, foi criada a ontologia de agrometeorologia, a qual será disponibilizada para a comunidade brevemente.

6.2 – Trabalhos Futuros

Como trabalhos futuros, temos a extensão da arquitetura. A primeira proposta é o uso de Sistemas Orientados a Serviços (“Web Services”), permitindo assim a integração com demais sistemas de atividades científicas via “web” e possibilitando ligações dinâmicas entre componentes. Sistemas Orientados a Serviços são

comportamentos funcionais encapsulados que se comunicam com outros serviços através de API's ("application program interface") de mensagens, que são recebidas e processadas pelos outros componentes que colaboram na rede.

Sistemas Orientados a Serviços são uma nova abordagem arquitetônica baseada na noção de se construir aplicações através da descoberta e da interligação orquestrada de diferentes serviços disponíveis em rede, de modo que a integração entre as aplicações seja dinâmica. Assim, pode-se definir "Web Services" como aplicações modulares e autocontidas, que podem ser descritas, publicadas, localizadas e acionadas através de uma rede, no caso, a "Internet", facilitando a integração com demais sistemas científicos distribuídos.

Uma outra extensão poderá ser a incorporação de técnicas de "data mining" (mineração de dados) para extração de conhecimento e informação útil. O conhecimento extraído durante o processo de mineração pode ser aplicado na tomada de decisões, controle de processos, gerência da informação, e processamento de consultas. Com o uso de mineração de dados o ambiente poderá realizar tarefas preditivas, ou seja, inferências nos dados a fim de realizar previsões.

Como trabalho futuro, também temos planejado o uso de técnicas de "Data Webhousing" para captura automática do comportamento e padrões de uso do sistema através da interação do Epistheme com pessoas ou sistemas computacionais e armazená-lo de forma estruturada. Acompanhando e capturando o caminho seguido por um usuário através da análise de "logs", pode-se conhecer o seu perfil, o padrão de dados que costuma obter e o fluxo de informações que costuma seguir torna-se mais fácil disponibilizar informações relevantes de maneira mais rápida ao usuário do sistema.

Tendo-se introduzido a Gestão de Conhecimento em uma organização, é necessário validar e mensurar o valor agregado a este processo, bem como o quanto as pessoas estão criando novos conhecimentos, distribuindo-os e reutilizando o conhecimento organizacional. Na literatura, surgiram algumas métricas para esta avaliação e uma proposta de trabalho futuro é adicionar módulos de mensuração no Epistheme.

Outra questão é referente à visualização dos dados. A visualização em forma textual nem sempre é conveniente e intuitiva. Na implementação atual, o Epistheme faz uso da árvore hiperbólica, mas outros tipos de visualização dos dados poderiam ser

adicionados, tais como orientadas a pixel (por exemplo, a VisDB), projeção geométrica de RadViz e a projeção hierárquica, como a “Dimensional Stacking”.

Como trabalho futuro temos ainda a continuação da implementação e melhoria constante do ambiente, para que este atenda, da melhor maneira possível, às necessidades dos pesquisadores brasileiros.

Referências

- AILAMAKI, A., IOANNIDIS, Y., LIVNY, M., 1997, "Scientific Workflow Management by Database Management". *Departament of Computer Sciences*, University of Wisconsin, Madison
- AILAMAKI, A., IOANNIDIS, Y., LIVNY, M., 1998, "Scientific Workflow Management by Database Management". Disponível em: *Proceedings of 10th International Conference on Scientific and Statistical Database Management*, p. 190-199 Capry, Italy
- ALAVI, M., 1997a, "KM & KMS (Parte de uma apresentação para o ICIS'97)". <http://www.rhsmith.umd.edu/is/malavi/icis-97-KMS/sld033.htm>
- ALAVI, M., 1997c, "KM & KMS (Parte de uma apresentação para o ICIS'97)". <http://www.rhsmith.umd.edu/is/malavi/icis-97-KMS/sld011.htm>
- ALAVI, M., 1997b, "KM & KMS (Parte de uma apresentação para o ICIS'97)". <http://www.rhsmith.umd.edu/is/malavi/icis-97-KMS/sld012.htm>
- ALLEN, W., 2003, "ISKM (Integrated Systems for Knowledge Management)". In: <http://nrm.massey.ac.nz/changelinks/iskm.html>, Acessado em 21/05/2002.
- ALLEN, W., KILVINGTON, M., 2003, "ISKM (Integrated Systems for Knowledge Management): An outline of a participatory approach to environmental research and development initiatives". Disponível em: <http://www.landcareresearch.co.nz/sal/iskm.html>, Acessado em 21/05/2002.
- AMARAL, V., 1997, "Workflow e Gerência de Documentos ", *Anais da XVI Jornada de Atualização em Informática*
- AUSUBEL, D., NOVAK, J., HANESIAN, H., 1978, *Educational Psychology: A Cognitive View*. 2a. edição, New York, Holt, Rinehart & Winston
- BANERJEE, S. , BASU, A., 1993, "Model Type Selection in an Integrated DSS environment", *Decision Support Systems*, v. 9, p. 75-89
- BARCLAY, R., MURRAY, P., 1997, "What is Knowledge Management". Disponível em: <http://www.media-access.com/whatis.html>, Acessado em 08/2002.
- BARROSO, A. C., GOMES, E., 1999, "Tentando Entender a Gestão de Conhecimento", *Revista de Administração Pública*, v. 33, n. 2, p. 147-170. Disponível para download em <http://www.crie.ufrj.br/kmtools/Knowledge/kr-artigos/kr-artigos.html>
- BECKMAN, T., LIEBOWITZ, J., 1998, *Knowledge Organizations: What every manager should know*, St. Luice Publication
- BENZ, J., HOCH, R., 1999, "ECOBAS - Model Interchange Format (MIF) - Version 3.0"

BENZ, J.,HOCH, R., 2003, "ECOBAS Model Interchange Format". Disponível em: <http://eco.wiz.uni-kassel.de/ecobas.html>.

BERGAMASSCHI, H., CAMARGO, M. B. P. D., ALFONSI, R. R., 2000, "Desenvolvimento da Agrometeorologia no Brasil"

BERKELEY, 2003, "The Berkeley Digital Library Project". Disponível em: <http://elib.cs.berkeley.edu>, Acessado em 03/2003.

BONNER, A., SHRUFU, A., ROZEN, S., 1996, "LabFlow-1: a database benchmark for high-throughput workflow management". Disponível em: *Proceedings of Fifth International Conference on Extending Database Technology*

BOURDREAU, A., COUILLARD, G., 1999, "Systems Integration and Knowledge Management". *Information Systems Management*

BRAATHEN, P. C., 1987, *A Case Study of Prior Knowledge, Learning approach and conceptual change in an Introductory College Chemistry Tutorial Program*, Madison, University of Wisconsin

BRINT, 2001, "Process to Product: Creating Tools for Knowledge Management". Disponível em: <http://www.brint.com/members/online/120205/jackson/secn1.htm>.

BROWN, J., DUGUID, P., 1998, "Organizing Knowledge". *California Management Review*, California

Buneman, P., Raschid, L., and Ullman, J., 1997, "Mediator Languages - a Proposal for a Standard", *SIGMOD Record*, v. 26, n. 1, p. 39-44

BURK, M., 2000, "Knowledge Management: Everyone Benefits by Sharing Information". Disponível em: <http://www.fhwa.dot.gov/km/prart.htm>.

CALFLORA, 2003, "CalFlora". Disponível em: <http://calflora.org>, Acessado em 04/2003.

CAMPOS, M. L. A. D., 2001, *Linguagem Documentária - Teorias que fundamentam sua elaboração*, Niteroi, EdUFF

CAPES, 2003, "Portal Periódicos". Disponível em: <http://www.periodicos.capes.gov.br/>, Acessado em julho/2003

CARDOSO, L., SOUZA, J., MARQUES, C., 2002, "A Collaborative Approach to the Reuse of Scientific Experiments in the Billof Experiments Tool". *Proceedings of the 7th International Conference in CSCW in Design*, Rio de Janeiro, Brazil

CARNEGIE, 2003, "The Carnegie-Mellon Digital Library Project". Disponível em: <http://informedia.cs.cmu.edu>, Acessado em 03/2003.

CARVALHO, R. B.,FERREIRA, M. A. T., 2000, "Análise de Softwares de Gestão do Conhecimento",XXI SIMPÓSIO DE GESTÃO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA São Paulo

CASTRO, M., OLIVEIRA, J., STRAUCH, J., et al., 2002, "Decisio-Epistheme: An Integrated Environment to Geographic Decision-Making". *Proceedings of PAKM 2002 - Practical Aspects of Knowledge Management*, Vienna

CASTRO, M., OLIVEIRA, J., STRAUCH, J., et al., 2003a, "Collaborative Decision Support Based On Intangible Assets". *Proceeding of 24th McMaster World Congress*, Ontario, Canada

CASTRO, M., OLIVEIRA, J., STRAUCH, J., et al., 2003b, "Improving Collaborative Decision Process Quality on Geographic Environments". *Proceeding of International Workshop on Data Quality in Cooperative Information Systems*, Italy

CAVALCANTI, M. C., MATTOSO, M., CAMPOS, M. L., et al, 2002, "Sharing Scientific Models in Environmental Applications", 14th International Conference on Scientific and Statistical Database Management Edinburgh, Scotland

CDF, 2003, "The CDF Standard". Disponível em: <http://nssdc.gsfc.nasa.gov/cdf>, Acessado em 03/2003.

CHAU, M., 2002, *Introdução à história da filosofia: dos pré-socráticos a Aristóteles*. 2a.edição, São Paulo

CHEN, I.-M., MARKOWITZ, V. M., 1995, "Modeling Scientific Experiments with an Object Data Model", p. 391-400, Proceedings of the Eleventh International Conference on Data Engineering Taipei, Taiwan

CHIN, G., LEUNG, L. R., SCHUCHARDT, K., et al, 2002, "New Paradigms in Problem Solving Environments for Scientific Computing", Anais do IUT'02 - Association for Computing Machinery (ACM) San Francisco, California, USA

CLOUGH, P., 2001, "Filtering METER Corpus documents using a probabilistic IR system (Okapi)", University of Sheffield, Department of Computer Science

COMPUTERWORLD, 2001, "Além do data warehouse - Engenharia do Conhecimento é o novo conceito para organizar os dados". Disponível em: http://www.uol.com.br/computerworld/computerworld/255/indep_01.htm.

COOPERATIVE RESEARCH CENTRE FOR VITICULTURE, 2003, "AusVit". Disponível em: <http://www.crcv.com.au/ausvit/>, Acessado em 04/2003.

CORMICAN, K., O'SULLIVAN, D., 2000, "A Collaborative Knowledge Management Tool for Product Innovation", Proceedings of the Managing Innovative Manufacturing Birmingham, UK, July

COSTA, L. C., BARROS, A. H. C., 2001, "Desenvolvimento e teste de um modelo de simulação de crescimento, desenvolvimento e rendimento da cultura do milho"

CSU, 2002, "CSU Knowledge Management Group, Viticulture R & D Knowledge-based Projects in Viticulture". Disponível em: <http://www.csu.edu.au/research/kmg/KMG2.html>, Acessado em 05/2002.

- CYBERLAB, 2002, "CyberLAB Knowledge Engineering System". Disponível em: <http://www.scisw.com/products/cyberlab/index.htm>, Acessado em 05/2002.
- CYBRARIUM, 2003, "Cybrarium - Internet based scientific knowledge infrastructure". Disponível em: <http://cybrarium.usc.edu> , Acessado em 04/2003.
- CZM, 2003, "Massachusetts Office of Coastal Zone Management". Disponível em: <http://www.state.ma.us/czm/>, Acessado em 03/2003.
- DAVENPORT, T., PRUSAK, L., 1998, *Conhecimento Empresarial: como as organizações gerenciam seu capital intelectual*, Rio de Janeiro
- DC, 2003, "The Dublin Core". Disponível em: <http://purl.org/metadata/dublin-core>, Acessado em 04/2003.
- DELPHI GROUP, 2000, "The Language of Knowledge", *The Knowledge Management Yearbook 1999 – 2000*, Butterworth - Heinemann
- DHAR, V., STEIN, R., 1997, "Method Six: Solving Problems by Analogy: Case-Based Reasoning", *Seven Methods for Transforming Corporate Data Into Business Intelligence*, chapter 9, Upper Saddle River, NJ, Prentice Hall
- DISCO, 2003, "The DISCO System". Disponível em: <http://rodin.inria.fr/disco>, Acessado em 03/2003.
- DIXON, N., 1937, "Common Knowledge – How Companies Thrive by Sharing What They Know". *Harvard Business School Press*, Boston, Massachusetts
- DRUCKER, P., 1998, *Sociedade Pós-Capitalista*. 7ª Edição, São Paulo, Editora Pioneira
- DRUCKER, P., 1999, *Desafios Gerenciais para o Século XXI*, São Paulo, Editora Pioneira
- ELMAGARMID, A., RUSINKIEWICZ, M., SHETH, A., 1999, *Management of Heterogeneous and Autonomous Database Systems*, USA, Morgan Kaufmann Publishers, Inc.
- ESP2NET, 2003, "SEML". Disponível em: http://dml.cs.ucla.edu/projects/dml_esip/Technology/SEML/seml.html, Acessado em 04/2003.
- FAYYAD, 2000, "Process to Product: Creating Tools for Knowledge Management ". Disponível em: <http://www.brint.com/members/online/120205/jackson/secn3.htm>.
- FGDC, 2003, "Federal Geographic Data Committee, Content Standards for Digital Geospatial Metadata". Disponível em: <ftp://fgdc.er.usgs.gov>, Acessado em 04/2003.
- FINE, S., AMBROSIANO, J., 1996, "The Environmental Decision Support System: Overview and Air Quality Application", p. 152-157, Symposium on Environmental Applications Atlanta. http://www.iceis.mcnc.org/pub_files/fine1996a.pdf

- FORTIN, M. M. W., 1998, "Knowledge Management: The Way Ahead for the DND/CF". Disponível em: <http://www.cfsc.dnd.ca/irc/nh/nh9798/0035.html>.
- FOSTER, I., VÖCKLER, J., WILDE, M., et al, 2003, "Chimera: A Virtual Data System for Representing, Querying and Automating Data Derivation"
- FRAPPAOLO, C., 2000, "Ushering in the Knowledge-Base Economy". Disponível em: <http://www.delphigroup.com>, Acessado em 08/2000.
- FRAPPAOLO, C., TOMS, W., 2000, "Knowledge Management: From Terra Incognita to Terra Firma", *The Knowledge Management Yearbook 1999 - 2000*, Butterworth – Heinemann
- FREEMIND, 2003, "FreeMind". Disponível em: www.freemind.com.
- FRENCH, J. C., JONES, A. K., PFALTZ, J. L., 1990, "Scientific Database Management Final Report". Disponível em: <http://www.cs.virginia.edu/~french/papers/sdbpapers.html>, Acessado em 03/2003.
- FUJIHARA, H., SIMMONS, D., 2002, "Knowledge Conceptualization Tool". *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*
- GALLAGHER, J., MILKOWSKI, G., 1995, "Data Transport Within The Distributed Oceanographic Data System", Fourth International World Wide Web Conference Boston, Massachusetts, USA. <http://www.w3.org/Conferences/WWW4/Papers/67/>
- GARLIC, 2003, "The GARLIC System". Disponível em: <http://www.almaden.ibm.com/cs/showtell/garlic>, Acessado em 03/2003.
- GUARINO, N., 1998, "Formal Ontology in Information Systems". Disponível em: *Proceedings of the 1st International Conference*, IOS Press Trento, Italy
- Guariso, G., Hitz, M., and Werthner, H., 1996, "An Integrated Simulation and Optimization Modelling Environment for Decision Support", *Decision Support Systems*, v. 16, p. 103-117
- HANKLIN, S., DAVIDSON, J., HARRISON, D. E., 2003, "Web Visualization and Extration of Gridded Climate Data with the FERRET Program". Disponível em: http://www.pmel.noaa.gov/ferret/ferret_climate_server.html, Acessado em 04/2003.
- HARS, A., 2001, *Designing scientific knowledge infrastructures: The contribution of epistemology*. 3, Philosophical Reasoning in Information Systems Research
- HDF, 2003, "The HDF standard". Disponível em: <http://hdf.ncsa.uiuc.edu>, Acessado em 03/2003.
- HEIJST, V., VAN, G., SCHREIBER, A. T., et al, 1997, "Using Explicit Ontologies in KBS Development", *International Journal of Human-Computer Studies*, v. 45, n. 2/3, p. 183-292
- HERMES, 2003, "The Hermes System". Disponível em: <http://www.cs.umd.edu/projects/hermes>, Acessado em 03/2003.

- HIGGINS, D., BERKLEY, C., JONES, M. B., 2003, "Managing Heterogeneous Ecological Data Using Morpho"
- HOUSE, N. A. V., 2002, "Trust and Epistemic Communities in Biodiversity Data Sharing", p. 231-239, Proceedings of JCDL '02 Portland, Oregon, USA
- IBICT, 2003, "Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia". Disponível em: <http://www.ibict.br/>, Acessado em julho/2003
- ILLINOIS, 2003, "The Illinois Digital Library Project". Disponível em: <http://dli.grainger.uiuc.edu>, Acessado em 03/2003.
- INFOSLEUTH, 2003, "The InfoSleuth System". Disponível em: <http://www.mcc.com:80/projects/infosleuth>, Acessado em 03/2003.
- INRIA, 2003, "LeSelect - A mediator system developed in the Caravel Project". Disponível em: <http://www-caravel.inria.fr/leselect/>, Acessado em 03/2003.
- JOHNSON, A., FOTOUHI, F., LEIGH, J., 1994, "SANDBOX: an interface to scientific data based on experimentation", Proceedings of the Fifth Eurographics Workshop on Visualisation in Scientific Computing Rostock, Germany
- Kamel, N., Song, T., and Kamel, M., 1993, "An Approach for Building an Integrated Environment for Molecular Biology Databases", *Distributed and Parallel Databases*, v. 1, p. 303-327
- KNB, 2003, "The Knowledge Network for Biocomplexity". Disponível em: <http://knb.ecoinformatics.org/>, Acessado em 04/2003.
- KROGH, V., 1998, "Care in knowledge creation". *California Management Review*, California
- LAVE, J., WENGER, E., 1991, "Situated Learning - Legitimate Peripheral Participation"
- LIEBOWITZ, J., 2000, *Building Organizational Intelligence – A Knowledge Management Primer*, Florida, CRC Press
- LINCKE, D.-M., SCHMID, B., SCHUBERT, P., et al, 2003, "The Net Academy - A Novel Approach to Domain-Specific Scientific Knowledge Accumulation, Dissemination and Review". Disponível em: www.netacademy.org, Acessado em 10/2002.
- LINDSTONE, H., TUROFF, M., 1975, *The Delphi Method: Technology and Applications*, MA, Addison-Wesley
- MACINTOSH, A., 2001, "Position Paper on Knowledge Asset Management". Disponível em: <http://www.aiai.ed.ac.uk/~alm/kam.html>, Acessado em 2001.
- MAHE, S., RIEU, C., 1998, "A Pull Approach to Knowledge Management". Disponível em: *Proceedings of the 2nd International Conference on Practical Aspects of*

Knowledge Management, Proceedings of the 2nd International Conference on Practical Aspects of Knowledge Management Basel, Switzerland

MAKOWSKI, M., 2003, "Design and Implementation of Model-based Decision Support Systems", v. Working Paper. WP-94-86., International Institute for Applied Systems Analysis. 1994.

MANIFOLD, 2003, "The MANIFOLD System". Disponível em: <http://www.research.att.com/~levy/imhome.html>, Acessado em 03/2003.

MANVILLE, B., FOOTE, N., 1996, "Harvest your workers' knowledge"

MARQUES, C., MONTEIRO, R., STRAUCH, J., et al., 2001, "Environmental Knowledge Management and Spatial Business Rules in the SpeCS Collaborative Framework", Curitiba, Brazil

MEDEIROS, C. B., VOSSEN, G., WESKE, M., 1996, "Scientific Workflow Management: WASA Architecture and Applications"

MEDEIROS, S., SOUZA, J., STRAUCH, J., et al., 2001, "Coordination Aspects in a Spatial Group Decision Support Collaborative System". *Proceedings of ACM/SAC*, Las Vegas

MEDEIROS, S., STRAUCH, J., SOUZA, J., et al., 2000, "SPECS - A Spatial Decision Support Collaborative System for Environment Design". *Proceedings of the Fifth International Conference in CSCW in Design*, Hong Kong

META DATA COALITION, 1999a, "Open Information Model (OIM V1.0)"

META DATA COALITION, 1999b, "Open Information Model - Knowledge Management Model, Knowledge Description"

MICHIGAN, 2003, "The Michigan Digital Library Project". Disponível em: <http://www.si.umich.edu/UMDL>, Acessado em 03/2003.

MICROSOFT SOLUTIONS, 2000, "Knowledge Management – Produtividade Organizacional", Brasil

MILLENNIUM, 2002, "Millennium Pharmaceuticals and Ingenuity Systems Announce Groundbreaking Knowledge Management Collaboration". Disponível em: <http://www.leukosite.com/news/2002/04-16--1.html>, Acessado em 04/2003.

MOREIRA, M. A., 1983, *Uma Abordagem Cognitivista ao Ensino da Física*, Porto Alegre, Ed. da Universidade, UFRGS

MOREY, D., FRANGIOSO, T., 1997, "Knowledge Management Systems". *MITRE Organization*, Massachusetts

NATIONAL SPATIAL DATA INFRASTRUCTURE (NSDI), 2003, "FGDC Metadata". Disponível em: <http://www.fgdc.gov/metadata/metadata.html>, Acessado em 04/2003.

- NEEF, D., 1997, "Making the Case form Knowledge Management – The Bigger Picture". *The Ernest & Young Center for Business Innovation*
- NETCDF, 2003, "The NetCDF Standard". Disponível em: <http://www.unidata.ucar.edu/packages/netcdf>, Acessado em 03/2003.
- NONAKA, I., TAKEUCHI, H., 1995, "The Knowledge-Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation". *Oxford Univ. Press*
- NONAKA, I., KONNO, N., 1999, "The concept of "Ba": Building a Foundation for Knowledge Creation", *The Knowledge Management Yearbook 1999-2000*, Butterworth-Heinemann
- OLIVEIRA, J., SOUZA, J., STRAUCH, J., 2002a, "AgroMet-Epistheme: Um ambiente de aquisição de conhecimento aplicado à Agrometeorologia". *Proceedings of 2nd JIISC - 2nd Iberoamerican Symposium on Software Engineering and Knowledge Engineering*, Salvador, Brazil
- OLIVEIRA, J., SOUZA, J., STRAUCH, J., 2002b, "Epistheme: Ambiente Computacional de Apoio à Gerência do Conhecimento Científico". *Proceeding of KM-Brasil - Symposium of Brazillian Knowledge Management Society*, São Paulo, Brazil
- OLIVEIRA, J., SOUZA, J., STRAUCH, J., 2003a, "Epistheme: A Scientific Knowledge Management Environment", *Proceedings of International Conference on Enterprise Informaiton Systems, ICEIS 2003 Angers, France*
- OLIVEIRA, J., SOUZA, J., STRAUCH, J., et al., 2002c, "Epistheme: Scientific Knowledge Management Environment in the SpeCS Collaborative Framework". *Proceedings of the 7th International Conference in CSCW in Design*, Rio de Janeiro, Brazil
- OLIVEIRA, J., SOUZA, J., STRAUCH, J., et al, 2003b, "Epistheme: A Scientific Knowledge Management Environment in the SpeCS Collaborative Framework", *Computers in Industry*, v. *a ser publicado*
- OLIVEIRA, J., SOUZA, J., STRAUCH, J., et al., 2002d, "Agromet-Epistheme: Ambiente para Acompanhamento do Ciclo de Conhecimento Aplicado à Agrometeorologia". *Proceedings of CBMET 2002 - Brazillian Congress of Meteorology*, Foz do Iguaçu, Brazil
- PACHECO, R., KERN, V., 2001, "Uma ontologia comum para a integração de bases de informações e conhecimento sobre ciência e tecnologia.", *Ci.Inf.*, v. 30, n. 3, p. 56-63
- PINTO, G., 2002, *Publicação de Dados Ambientais - Tese de M.Sc.*, COPPE/UFRJ
- PINTO, G., SOUZA, J., STRAUCH, J., et al., 2002, "Um mediador para o problema de integração de dados agrometeorológicos". *Proceedings of CBMET 2002 - Brazillian Congress of Meteorology*, Foz do Iguaçu, Brazil
- PINTO, G., STRAUCH, J., SOUZA, J., et al., 2002, "A framework to support scientific knowledge and cooperation: a study case in Agro meteorology". *Proceedings of the 7th International Conference in CSCW in Design*, Rio de Janeiro, Brazil

- POLANYI, M., 1983, "The Tacit Dimension". *Peter Smith Pub*, London
- PRODAN, R., FAHRINGER, T., 2002, "ZENTURIO: An Experiment Management System for Cluster and Grid Computing", p. 9-18, 4th IEEE International Conference on Cluster Computing (Cluster 2002) Chicago, USA
- RDF, 2003, "The Resource Description Framework". Disponível em: <http://www.w3.org/Metadata/RDF>, Acessado em 04/2003.
- RESIN, 2003, "Resintm Core". Disponível em: <http://www.caucho.com/resin/>, Acessado em julho/2003
- RUGGLES, R., 1998, *The State of the Notion: Knowledge Management in Practice*, University of California, USA
- RUGGLES, R. L., 1995, *Knowledge Management Tools*, Washington, Butterworth Heineman
- SCHERMER, F. J., 1991, "Learning and memory - ground plan of the psychology.". *Stuttgart: Kohlhammer*
- SCHUR, A., KEATING, K. A., PAYNE, D. A., et al., 1998, "Collaborative Suites for Experiment-Oriented Scientific Research". *Elsevier*
- SCIENCEDESK, 2002, "ScienceDesk Project Overview". Disponível em: <http://ic.arc.nasa.gov/publications/pdf/2000-0199.pdf>, Acessado em 05/2002.
- SEELY BROWN, J., DUGUID, P., 1989, "The people are the company". Disponível em: <http://www.fastcompany.com/online/01/people.html>, Acessado em 2003.
- Seffino, L. A., Medeiros, C. B., Rocha, J. V., and Bei Yi, 1999, "WOODSS - A Spatial Decision Support System Based on Workflows", *Decision Support Systems*, v. 27, p. 105-123
- SETH, A., 1999, "Changing Focus on Interoperability in Information Systems". In M.F.GoodChild, M.J.Egenhofer, R.Fegeas, and C.A.Kottman, *System, Syntax, Structure to Semantics - Interoperating Geographic Information Systems*, Kluwer
- SEVERINO, A. J., 2002, *Metodologia do Trabalho Científico*. 22a.edição
- Sheth, A. P. and Larson, J. A., 1990, "Federated Database System for Managing Distributed, Heterogeneous and Autonomous Databases", *ACM Computing Surveys*, v. 22(3)
- SILVA, E., FARIAS, C. V., TEIXEIRA, M. D. C., 2001, *Metodologia do ensino*, Brasília, ABEAS
- SIMS, 2003, "The SIMS System". Disponível em: <http://www.isi.edu/sims>, Acessado em 03/2003.

SNOWDEN, D., 2000, "A Framework for Creating a Sustainable Knowledge Management Program". *The Knowledge Management Yearbook 1999 - 2000*, Butterworth – Heinemann

STANFORD, 2003, "The Stanford Digital Library Project". Disponível em: <http://www-diglib.stanford.edu>, Acessado em 03/2003.

STANFORD UNIVERSITY, 2003, "Protégé Project". Disponível em: <http://protege.stanford.edu/>, Acessado em 05/2003.

STOLLENWERK, M. F. L., 2001, "Gestão do Conhecimento: Conceitos e Modelos". In Tarapanoff, Kira, *Inteligência Organizacional e Competitiva*, chapter 5, Brasília, Editora UnB

STRATEGY ONLINE, 2001, "Revista *Information Strategy Online*". Disponível em: www.info-strategy.com.

SVEIBY, K., LLOYD, T., 1987, *Managing Knowhow: Add Value by Valuing Creativity*, London, Bloomsbury Publishing Limited. Disponível para download em: <http://www.sveiby.com.au/BookContents.html>

TARAPANOFF, K., 2000, "AS NOVAS TENDÊNCIAS E O PROFISSIONAL DA INFORMAÇÃO NAS BIBLIOTECAS UNIVERSITÁRIAS DO SÉCULO XXI - O bibliotecário na sociedade pós-industrial". Disponível em: *SNBU2000 - XI Seminário Nacional de Bibliotecas Universitárias*

TEIXEIRA, J., 2001, "Tecnologia da Informação para a Gestão do Conhecimento". Disponível em: <http://informal.com.br/artigos/art008.htm>.

TELLES, F., 1999, "Segredos corporativos migram para a rede", *Computerworld*, v. 301, p. 16-

THE ERNEST & YOUNG CENTER FOR BUSINESS INNOVATION AND BUSINESS INTELLIGENCE, 1997, "Executive Perspectives on Knowledge in the Organization"

THETIS, 2003, "THETIS - A Data Management and Visualization System for the Support of Coastal Zone Management in the Mediterranean Sea". Disponível em: http://www.ercim.org/publication/Ercim_News/enw39/thetis.html, Acessado em 03/2003.

TIWANA, A., 2000, *The Knowledge Management Toolkit, A Practical Techniques for Building a Knowledge Management System*, Prentice Hall

TRUJILLO FERRARI, A., 1974, *Metodologia da Ciência*, Rio de Janeiro, Kennedy

TSIMMIS, 2003, "The TSIMMIS System". Disponível em: <http://www-db.standord.edu/tsimmis>, Acessado em 03/2003.

TUCKER, M., 1999, "Dark Matter of Decision Making". Disponível em: <http://www.intelligententerprise.com/991409/feat1.shtml>, Acessado em 10/1999.

- UCSB, 2003, "The Santa Barbara Digital Library Project". Disponível em: <http://alexandria.sdc.ucsb.edu>, Acessado em 03/2003.
- UDC, 2003, "About Universal Decimal Classification and the UDC Consortium". Disponível em: <http://www.udcc.org/about.htm>, Acessado em 04/2003.
- VOSSSEN, G., WEKE, M., WITTKOWSKI, G., 1996, "Dynamic Workflow Managment on the Web". Disponível em: *Schriften zur Angewandten Mathematik und Informatik 10/96-I*, Universität Münster
- WAIKATO, 2003, "The Waikato Digital Library Project". Disponível em: <http://www.cs.waikato.ac.nz/cgi-bin/nzdlbeta/gw>, Acessado em 03/2003.
- Wan, Dadong and Johnson, Philip M., 1994, "Computer Supported Collaborative Learning Using CLARE: The Approach and Experimental Findings", *ACM Computing Surveys*, p. 187-198
- WIIG, Karl M., 2003, "Gestão do Conhecimento – De onde veio, para onde vai?", *Empresas e Tendências*, v. 48, p. 6-10
- WOUD, D., 1981, "From Pavlov to Piaget", *How Children Think and Learn*, Open University Press
- XML, 2003, "The Extensibel Markup Language Standard". Disponível em: <http://www.w3.org/XML>, Acessado em 04/2003.
- ZEIGLER, B. P., 1976, *Theory of Modelling and Simulation*, John Wiley

Anexo A – Esquema do Banco de Dados

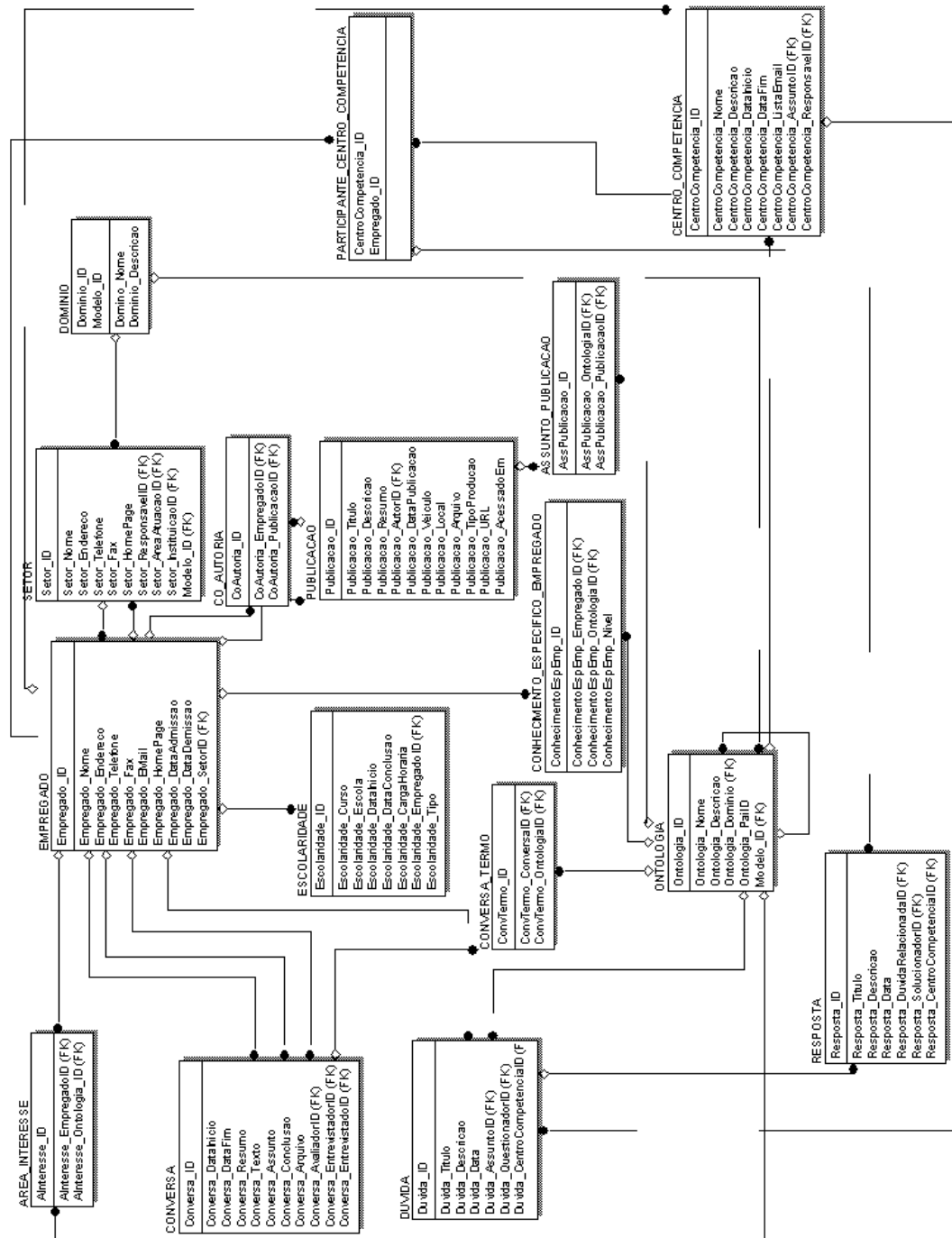


Figura 39 - Centro de Competências

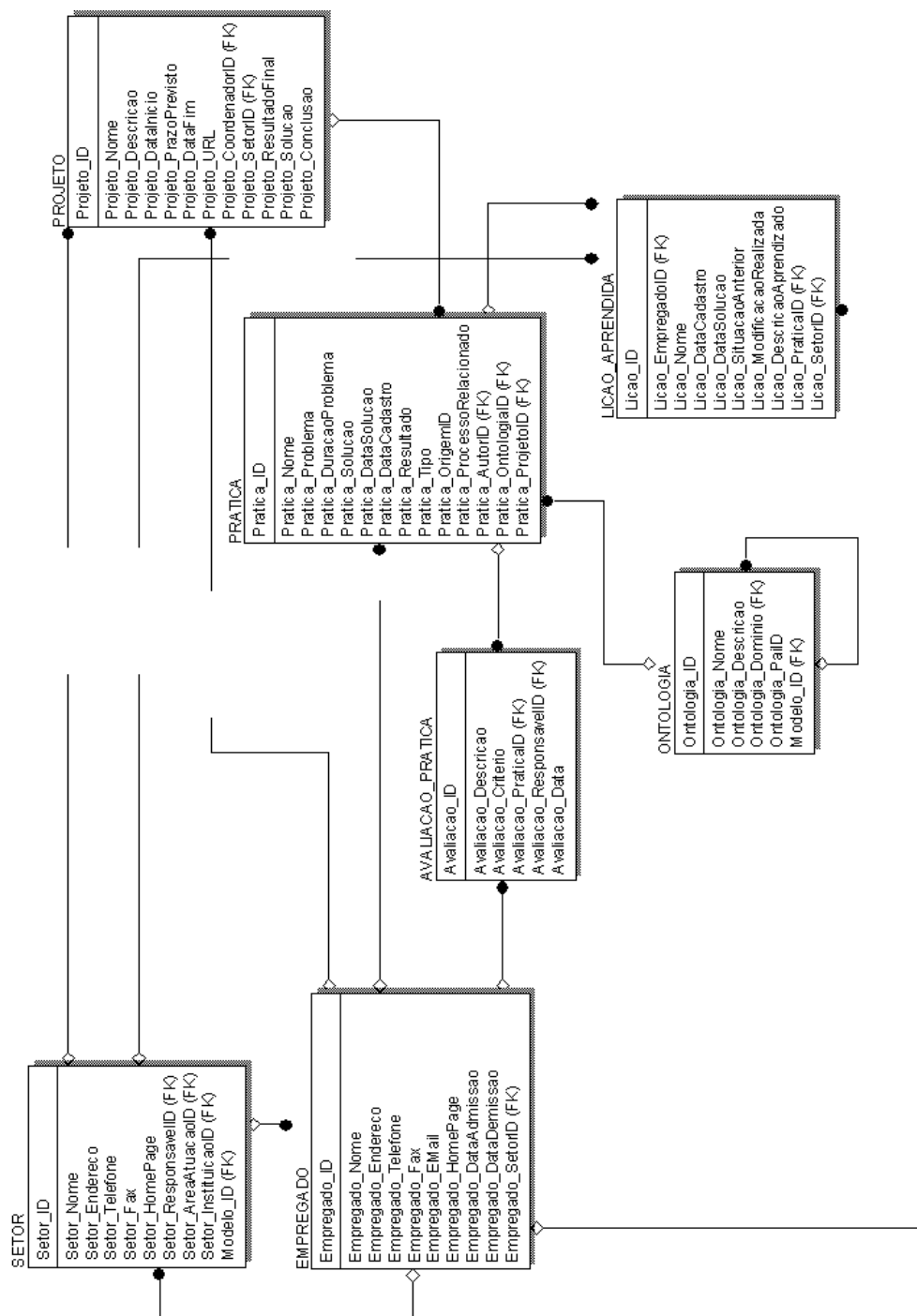


Figura 40 - Centro de Práticas

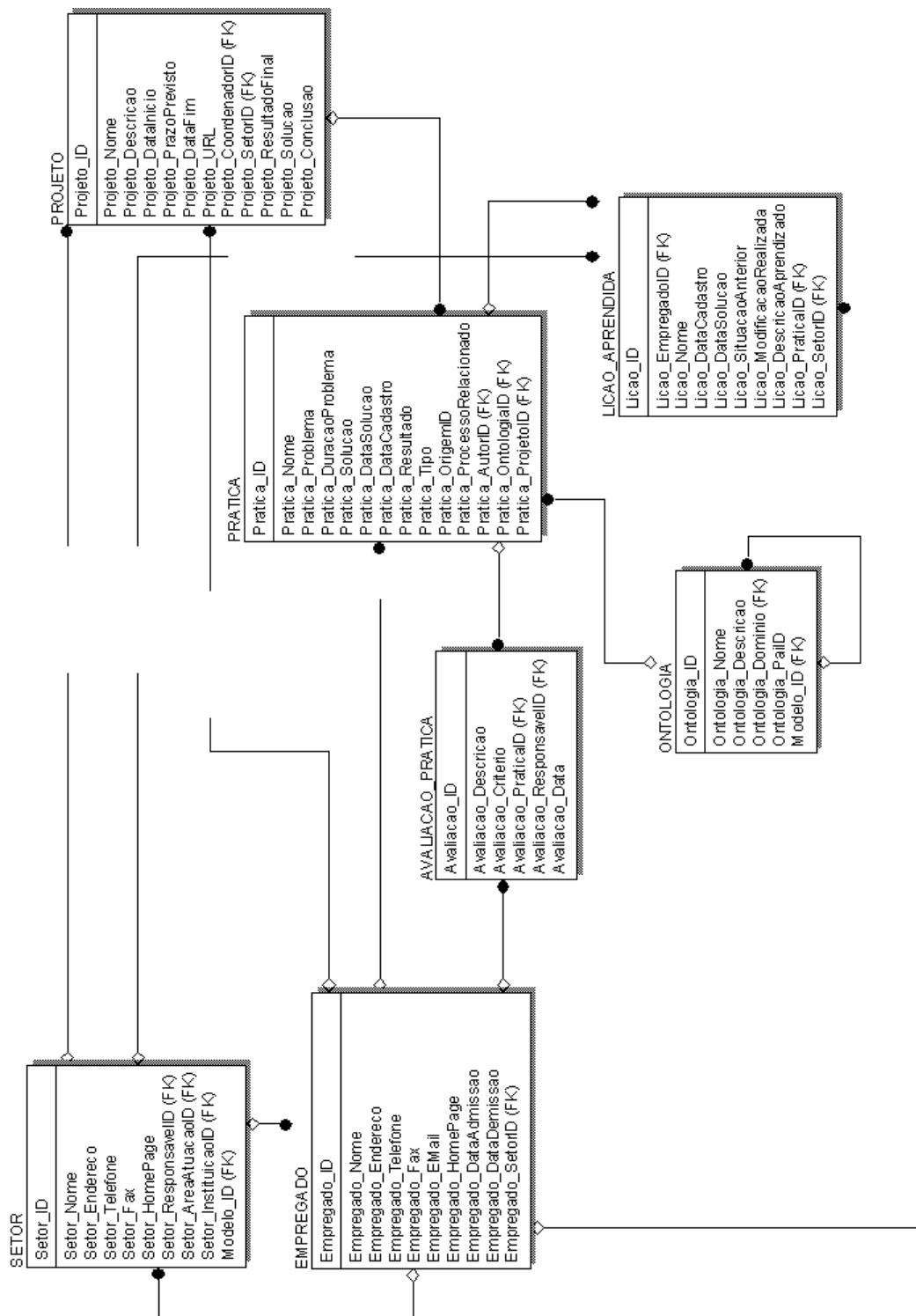


Figura 41 - Meta-Gerência de Modelos

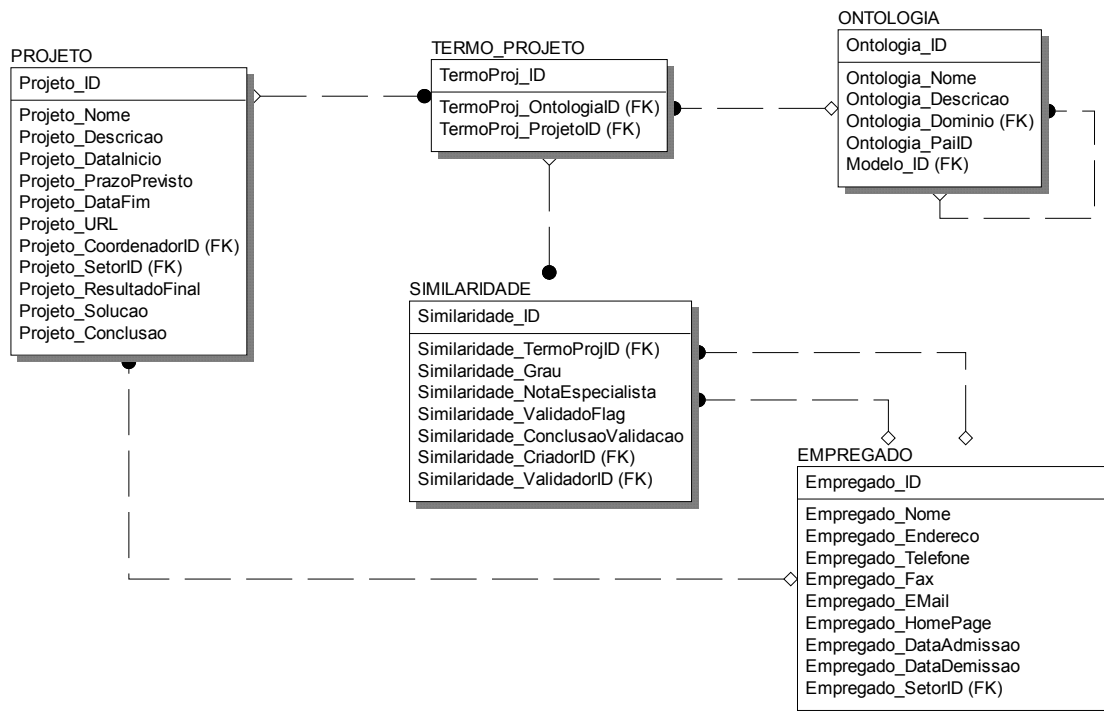


Figura 42 - Criação e Validação

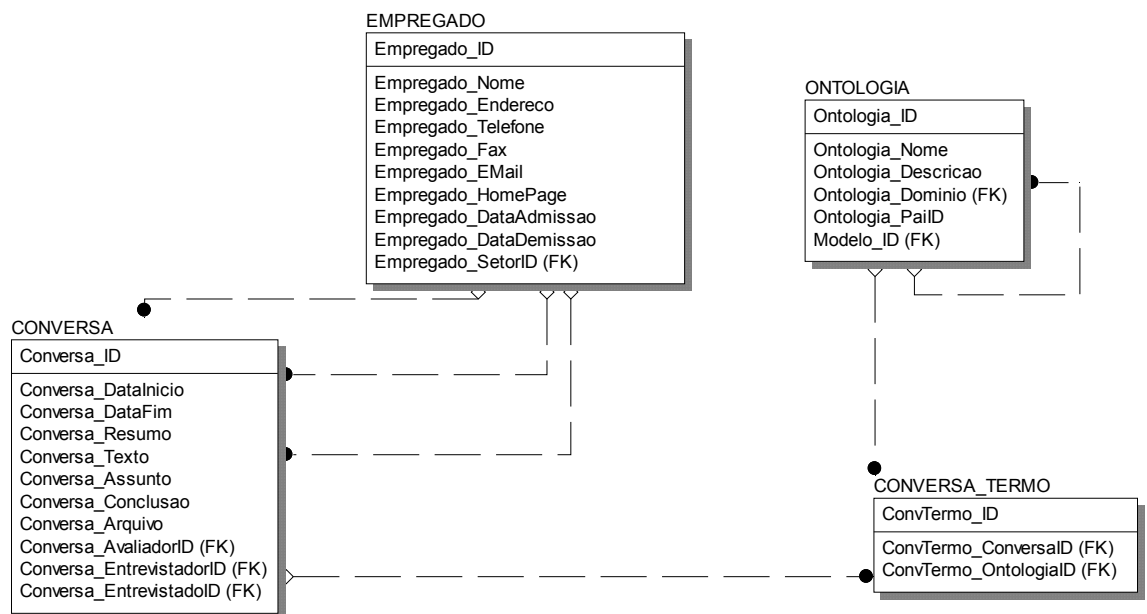


Figura 43 - Análise do “Log”



Figura 44 - Identificação de Especialistas

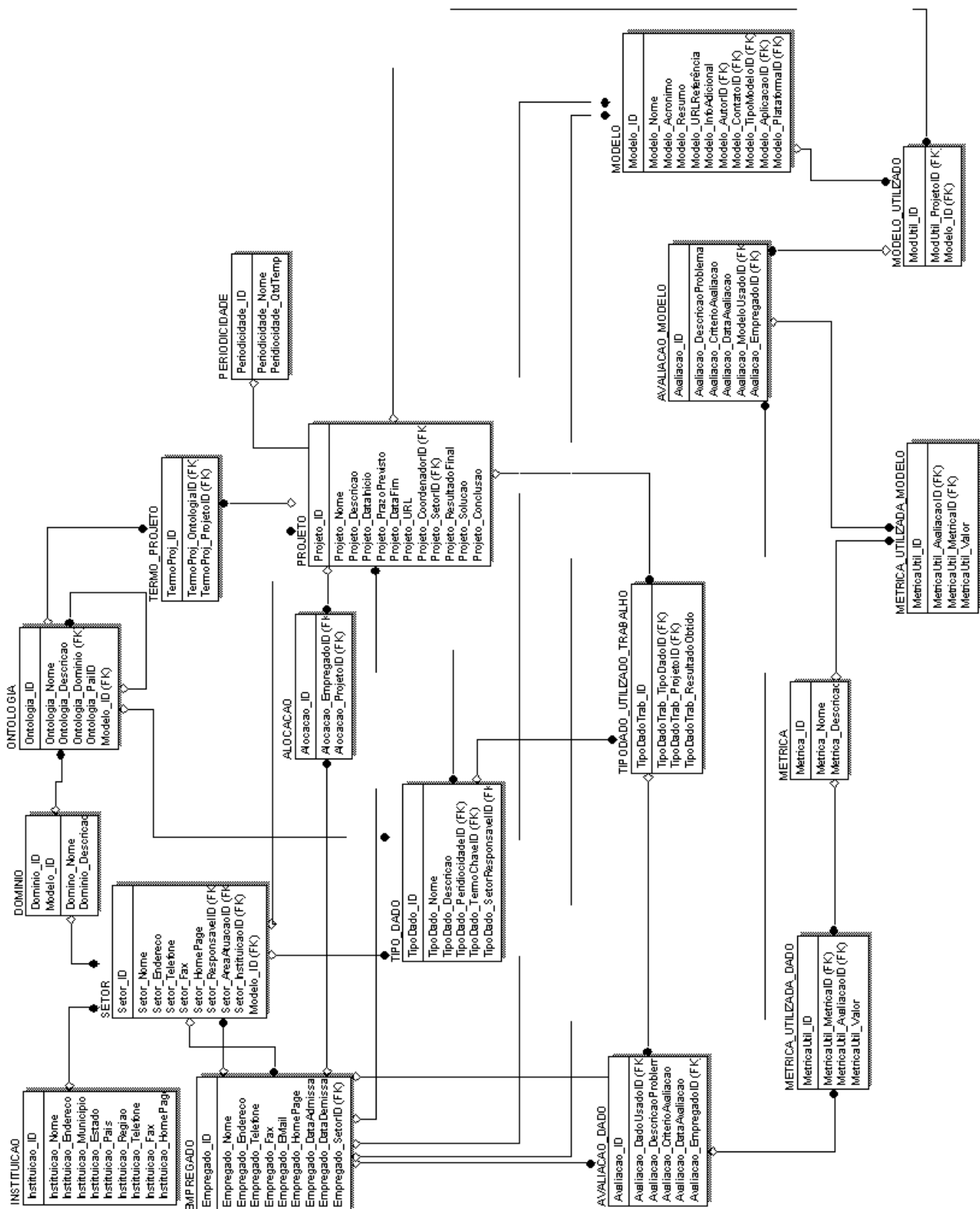


Figura 45 - Páginas Amarelas