

**Aplicação da Inteligência Artificial em Sistemas
de Gerenciamento de Conteúdo**

F. C. Santos C. L. de Carvalho

Technical Report - RT-INF_001-08 - Relatório Técnico
April - 2008 - Abril

The contents of this document are the sole responsibility of the authors.
O conteúdo do presente documento é de única responsabilidade dos autores.

**Instituto de Informática
Universidade Federal de Goiás**
www.inf.ufg.br

Aplicação da Inteligência Artificial em Sistemas de Gerenciamento de Conteúdo

Fernando Chagas Santos *
fernandosam@gmail.com

Cedric Luiz de Carvalho †
cedric@inf.ufg.br

Abstract. *There are many frameworks to help in knowledge management. Some frameworks support the knowledge life cycle, others support knowledge production. Recently, the perspective has been carried over to knowledge management. Artificial intelligence techniques can be used to assist this management. This work shows how these techniques can be applied in content management systems to improve the management of knowledge in these systems.*

Keywords: Content Management Systems, Artificial Intelligence, Artificial Intelligence Techniques, Knowledge Management

Resumo. *Existem vários arcabouços para apoiar o gerenciamento do conhecimento. Alguns apoiam o ciclo de vida do conhecimento, outros a sua produção. Atualmente, a perspectiva está sobre o gerenciamento do conhecimento. Técnicas de inteligência artificial podem auxiliar nesse gerenciamento. Este trabalho mostra como estas técnicas podem ser aplicadas nos sistemas de gerenciamento de conteúdo para melhorar o gerenciamento do conhecimento destes sistemas.*

Palavras-Chave: Sistemas de Gerenciamento de Conteúdo, Inteligência Artificial, Técnicas de Inteligência Artificial, Gerenciamento do Conhecimento

1 Introdução

A turbulência vivenciada pelas organizações contemporâneas pode ser identificada como a transição para aquilo que Drucker [6] identificou como “a sociedade global do conhecimento”.

A globalização tem feito com que as organizações se coloquem em uma nova posição competitiva, onde o conhecimento e o comportamento dos seus colaboradores têm possibilitado vantagens competitivas.

Dentro deste contexto, as organizações tentam melhorar suas posições no cenário competitivo através do uso do conhecimento, procurando meios de reter a experiência e os recursos intelectuais que elas possuem, enquanto procuram aplicar os novos conhecimentos adquiridos [7].

Além do conhecimento, o sucesso de uma organização depende de muitos fatores [19]:

*Mestrando em Ciência da Computação - GEApIS/INF/UFG.

†Orientador - GEApIS/INF/UFG.

- A habilidade dos empregados e departamentos executarem os serviços da organização no prazo definido;
- O trabalho em equipe, através da coordenação, cooperação e colaboração;
- O grau de inovação, como ele é capturado, comunicado e aplicado;
- A efetivação de sistemas, procedimentos e políticas organizacionais.

Por outro lado, considerando que as organizações estão se tornando complexas e algumas vezes, multinacionais, a tomada de decisão está se tornando muito complicada, difícil e arriscada [10].

De modo geral, existe uma aceitação de que a economia baseada em conhecimento tem crescido e que as organizações de sucesso, na sociedade global do conhecimento, são aquelas que conseguirão identificar, valorar, criar e envolver os seus conhecimentos como ativos.

A base da economia do conhecimento é formada pela tecnologia da informação e comunicação (TIC). É ela que permite armazenar, processar, e fazer circular, rapidamente e a baixo custo, um número de dados cada vez maior, sendo uma fonte cada vez mais importante de ganhos de produtividade.

A complexidade das organizações levanta a questão de como adquirir, armazenar, acessar e reutilizar o conhecimento. Diante dessa necessidade, o Gerenciamento do Conhecimento (GC) surgiu como uma disciplina de gerenciamento na segunda metade da década de 90.

Antes de conceitualizar o que é GC, os conceitos de dado, informação, conhecimento e inteligência precisam ser discernidos. Os dados são considerados como fatos brutos, enquanto a informação se refere a como é organizado um conjunto de dados [3]. A Figura 1 mostra os estágios da evolução da aprendizagem.

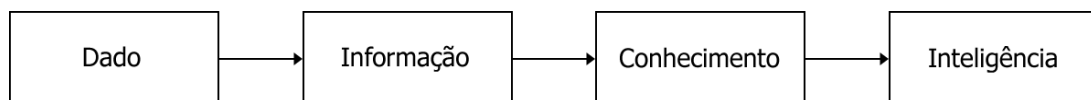


Figura 1: Estágios de Evolução da Aprendizagem [10]

O conhecimento pode ser interpretado como a informação baseada em experiências, habilidades e competências de cada pessoa, já a inteligência é adquirida através das transformações das experiências e da aquisição de novos conhecimentos.

Para a psicologia, a inteligência é a capacidade mental para calcular, raciocinar, perceber relacionamento e analogias, aprender, armazenar e recuperar informações, usando linguagem fluente, classificando, generalizando e ajustando às novas situações. De acordo com Alfred Binet [9], a inteligência é a totalidade do processo mental envolvido na adaptação com o ambiente.

O GC é um arcabouço conceitual que circunda todas as atividades das organizações e que é requerido para que as atitudes inteligentes dessas organizações estejam sobre uma base sustentável [19]. O GC também pode ser visto como uma disciplina que incorpora os processos organizacionais e busca uma combinação sinérgica de dados, capacidade de processamento de informação das tecnologias de informação, criatividade e habilidade de inovação das pessoas [1].

A área de GC foca na exploração e no desenvolvimento de conhecimentos (explícito, documentado, tático e subjetivo) para as organizações alcançarem os seus objetivos.

Atualmente, três campos de pesquisa em GC podem ser identificados [17]:

- A teoria do conhecimento, o conhecimento da cultura organizacional, a mensuração do capital intelectual e a aprendizagem organizacional.

- A retenção corporativa (também conhecida como retenção organizacional ou retenção de sistemas de informação organizacionais) para melhorar a tomada de decisões.
- Os agentes inteligentes, as ontologias e a colaboração mediada por computador.

Vários autores analisam o papel da “Organização do Conhecimento” no processo de criação do conhecimento, enfatizando que as companhias de sucesso são aquelas que criam novos conhecimentos, dissemina-os através da organização e que rapidamente incorpora-os como novas tecnologias e produtos [7]. Este processo promove a inovação e o desenvolvimento de vantagens competitivas [12].

O GC se relaciona com diferentes áreas, tais com: recursos humanos, marketing e inteligência artificial. Além disso, o GC abrange técnicas e processos para a criação, coleta, indexação, organização, distribuição, acesso e avaliação do conhecimento organizacional [17].

De um modo geral, os principais assuntos do GC são a organização, a distribuição e o refinamento do conhecimento [10].

O conhecimento pode ser gerado por ferramentas de mineração de dados, pode ser adquirido de terceiros ou através de sistemas gerenciadores de conteúdo ou ser refinado e atualizado a partir de uma base de conhecimento. O conhecimento coletado pode ser organizado através de relacionamentos entre os elementos de conhecimento, integrado em uma base de conhecimento e distribuído para ser utilizado por aplicações de suporte à tomada de decisões. Como resultado, as aplicações de suporte à tomada de decisões são usadas para refinar o conhecimento existente e exibir o conhecimento solicitado.

A Figura 2, mostra como o processamento do conhecimento ocorre:

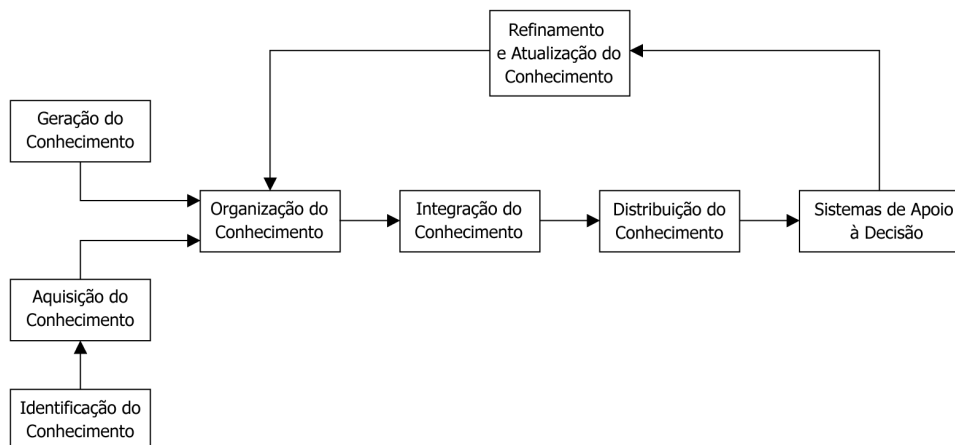


Figura 2: Estágios do Processamento do Conhecimento [10]

A apresentação do conhecimento, ou seja, como o conhecimento é mostrado aos membros da organização é um tópico importante. Em geral, uma organização possui diferentes procedimentos para formatar sua base de conhecimento. Devido aos diferentes estilos de apresentação, os membros da organização podem ter dificuldades para reconfigurar, recombinar e integrar o conhecimento de fontes separadas ou distintas.

Entretanto, para que os processos e as técnicas do GC tenham êxito, aspectos culturais e humanos devem ser considerados, bem como o desenvolvimento de sistemas inteligentes para melhorar a performance e a execução das tarefas que envolvam o conhecimento.

É possível distinguir três fases no gerenciamento do conhecimento. Na primeira fase, as corporações possuem um repositório de informações centralizado. A segunda fase é marcada

por comunidades que compartilham conhecimento. A terceira fase é referente ao uso de *wikis*, *blogs*, *websites* e outros recursos para expandir o gerenciamento do conhecimento.

Devido ao avanço das tecnologias baseadas na *Web* e ao desenvolvimento baseado em componentes, surgiram diversas abordagens para o desenvolvimento de técnicas de inteligência artificial para serem usadas no contexto do GC. Como exemplo [17]: os perfis de usuários, a personalização das interações homem-computador e o gerenciamento de conteúdo.

Os sistemas gerenciadores de conteúdo, além de permitirem a aquisição de conhecimento também podem ser utilizados para a distribuição do conhecimento. A Seção 2, apresenta esses sistemas e a Seção 3 demonstra as técnicas de inteligência artificial e como elas podem ser utilizadas nos sistemas de gerenciamento de conteúdo.

2 Sistemas de Gerenciamento de Conteúdo

Os primeiros *websites* foram desenvolvidos na primeira metade da década 90 por universitários que desejavam divulgar informações para seus colegas. Devido aos recursos limitados da linguagem HTML, utilizada para o desenvolvimento dos *websites*, apenas a informação essencial era apresentada [11].

Na segunda metade da década de 90, a proliferação da quantidade de *websites*, tornou ineficiente a gestão deles nas organizações. Neste período, surge o papel do *webmaster*, que tinha a responsabilidade de gerir o conteúdo dos *websites* das organizações.

A ineficiência na gestão dos *websites* ocorreu devido à grande quantidade de conteúdo que o *webmaster* deveria incluir no portal da organização, às limitações técnicas das linguagens utilizadas, tal como a linguagem HTML, que não permitia separar a informação da sua formatação e a grande rotatividade tecnológica.

As organizações adotaram medidas para tornar eficiente a gestão de seus *websites*. A mais importante dessas medidas foi a descentralização da gestão dos *websites* [11]. As funções, que eram de responsabilidade apenas do *webmaster*, foram divididas entre várias pessoas nas organizações. Os Sistemas de Gerenciamento de Conteúdo (SGC) surgem neste período.

Os SGC são sistemas que têm sido desenvolvidos para integrar os sistemas de gerenciamento de documento com os sistemas de recuperação de informação. Desde então, tem havido uma convergência entre estas duas plataformas.

O conhecimento do processo organizacional permite projetar um cenário onde os SGC possibilitam a criação, o armazenamento, a manipulação e a apresentação de informações sobre a organização em um ambiente virtual.

A crescente complexidade de muitos portais organizacionais, desenvolvidos com o uso de SGC, bem como a complexidade do processo de publicação digital, tornaram o desenvolvimento dos SGC complexo.

Sob o ponto de vista humano, os SGC devem ser compreendidos como um ambiente de trabalho colaborativo e distribuído, fornecendo suporte para a realização de tarefas que são desempenhadas pelas pessoas. A gestão do conteúdo deve ser definida sob o ponto de vista das atividades das pessoas e dos seus objetivos. Para isso, um conjunto de processos deve ser estruturado para a produção de publicações digitais. [2]

Os requisitos mínimos para os SGC são: fornecer aplicações para a criação, edição e armazenamento de conteúdo, permitir controle de fluxo, possuir um repositório de informações, fornecer ferramentas para a integração de informações externas e fornecer modelos (*templates*). Uma arquitetura com estas características pode ser visualizada na Figura 3.

Para auxiliar a coleta de informações, os SGC devem ser flexíveis e simples de utilizar. A manutenção e a atualização do conteúdo do *website* geralmente é responsabilidade de pessoas

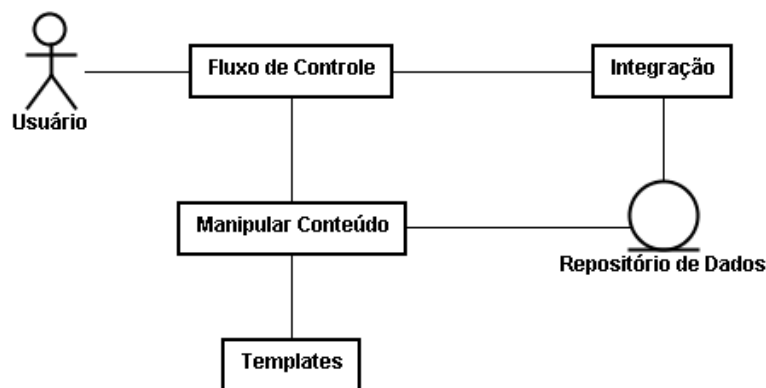


Figura 3: Arquitetura de um Sistema Gerenciador de Conteúdo

com competências técnicas [11]. Entretanto, o SGC deve permitir à qualquer membro de uma organização, incluir ou alterar informações sem dificuldades técnicas.

Para isso, o SGC deve disponibilizar interfaces intuitivas, que devem ser acessadas a partir de um navegador *Web*. A exigência de programas específicos para a publicação de conteúdo impede a portabilidade do SGC [11]. Dessa forma, o SGC deve possibilitar ao produtor de conteúdo publicar suas informações em qualquer lugar e momento.

A gestão de conteúdo correta possibilita que qualquer colaborador da organização, detentor de informação produza o seu conteúdo no *website* da organização. Além disso, reduz erros de publicação e facilita o processo de validação. Entretanto, é importante destacar que o sucesso ou o fracasso de um SGC em uma organização não está relacionado à tecnologia e sim as pessoas e ao processo adotado.

Para a definição de um SGC, o processo mais simples é utilizar um arcabouço integrado por um conjunto de módulos com objetivos específicos. Entretanto este processo se torna complexo quando a quantidade de informações são muitas e a natureza destas informações são diferentes.

Os fornecedores dos SGC precisam adaptar as funcionalidades necessárias para cada organização. De um modo geral, não existe uma solução universal que atenda todos os requisitos das organizações, desta forma, é necessário escolher entre a aderência da funcionalidade a um módulo fornecido pelo SGC ou ao desenvolvimento da funcionalidade solicitada.

Selecionar, implementar e implantar um SGC resulta em um estudo e análise detalhada da organização que utilizará esse sistema, dos objetivos da organização, dos processos de trabalho, dos recursos de informação utilizados e dos usuários que o sistema afetará.

A complexidade do gerenciamento da informação levou ao desenvolvimento de duas áreas específicas: O Gerenciamento de Conteúdo *Web* (GCW) e o Gerenciamento de Conteúdo de Negócios (GCN). Os GCW utilizam o ambiente da Internet e seus objetivos e métodos estão focados na produção de documentos digitais e informação para a Internet. Os GCN, por outro lado, são baseados na idéia do gerenciamento total das informações dentro das organizações, através da integração de todas as informações necessárias para a organização alcançar os seus objetivos.

As aplicações típicas de um SGC são os *websites* editoriais, as comunidades de prática e os portais corporativos [11]. Diversos SGC de código livre podem ser encontrados na Internet ([15] e [16]).

Os *websites* editoriais permitem que um grupo de indivíduos publiquem informações sobre assuntos específicos. Os portais de informação verticais, tais como jornais, revistas e *blogs*,

são os *websites* mais comuns desta natureza.

As comunidades de prática são utilizadas por comunidades que compartilham interesses pessoais ou profissionais. Estes *websites* possibilitam às pessoas contribuírem com artigos e notícias. As listas de discussão, *chats*, *wikis* e fóruns, permitem aos membros da comunidade compartilhar conhecimentos.

Os portais corporativos permitem centralizar o conhecimento das organizações em um único local [11]. As idéias, documentos e procedimentos administrativos devem ser coletados de maneira estruturada para garantir a segurança ao acesso às informações.

Os problemas típicos encontrados nas organizações que os SGC auxiliam na solução são [11]:

- Gargalos que dificultam a produção de conteúdos para a *Web*.
- Falta de comprometimento dos usuários, devido à dificuldades técnicas de publicação e uso.
- Falta de organização do conteúdo.
- Riscos de erros e informações de baixa qualidade.
- Interfaces misturadas ao conteúdo de maneira rígida.

Além da solução para os problemas típicos das organizações, os *websites* editoriais, as comunidades de prática e os portais corporativos podem ser transformados com o uso de sistemas de gerenciamento de conhecimento, permitindo agregar valor às informações incluídas nessas aplicações.

O armazenamento de conhecimento requer que o módulo de manipulação de conteúdo crie e altere conhecimento ao invés de dados. Outra abordagem é obter os dados e transformá-los em conhecimento a partir de relações com outros dados e elementos do sistema.

Os principais SGC disponíveis não possibilitam a manipulação do conhecimento. Desta forma, a segunda abordagem, que busca obter os dados e transformá-los em conhecimento se torna mais viável. Para isto, a inteligência artificial fornece tecnologias que permitem esta transformação.

3 IA aplicada nos Sistemas de Gerenciamento de Conteúdo

Para a aplicação da IA nos sistemas gerenciadores de conteúdo, existem duas questões que são comumente encontradas pelos pesquisadores da IA dentro da área de gerenciamento de conhecimento [17]. A primeira questão é “Depois de décadas de pesquisa na área de engenharia de conhecimento, o que é exatamente engenharia do conhecimento?”

É possível compreender a engenharia do conhecimento e o gerenciamento do conhecimento como áreas de conhecimento distintas [17]. A engenharia de conhecimento tem, como consenso geral, um foco mais técnico sobre o conhecimento (por exemplo: representação, organização, raciocínio e procura). Já o gerenciamento do conhecimento, está mais alinhado aos objetivos de capturar, compartilhar e reutilizar o conhecimento em uma organização ou entre organizações.

Os projetos de gerenciamento do conhecimento podem continuar sem qualquer esforço de engenharia de conhecimento aplicado em um sistema gerenciador de conteúdo. Entretanto, todo projeto de gerenciamento de conhecimento envolve alguma engenharia de conhecimento para o fornecimento de serviços com valor agregado [17].

A segunda questão sobre a aplicação da IA nos sistemas de gerenciamento de conteúdo é: ainda não existem sistemas de IA que podem conversar com um humano. Apesar de tudo, a IA deveria atender os problemas mais difíceis da gestão de conteúdo. As ferramentas de gerenciamento de conhecimento mais sofisticadas já aceitam alguma forma de tecnologia de IA, como por exemplo, raciocínio bayesiano, ontologias, mineração de dados e agentes inteligentes [17].

IA e Gestão de Conhecimento (GC) são práticas integrativas [1]. Estas soluções estão sendo utilizados por muitas companhias que começam a compreender como aplicar as práticas de GC para agregar valor aos seus serviços. As tecnologias usadas no suporte às iniciativas de GC estão sendo rapidamente incorporadas aos softwares de GC. Um interesse particular no uso de arcabouços, é o papel da IA nesses arcabouços.

A IA tem recebido atenção durante as duas últimas décadas e tem sido amplamente aplicada em muitas áreas de negócio. As principais categorias analisadas são: Sistemas Especialistas (SE), Redes Neurais Artificiais (RNA) e Agentes Inteligentes (AI) [10].

3.1 Sistemas Especialistas

Os sistemas especialistas surgiram como uma área da Inteligência Artificial (IA) durante a década de 70, a partir do esforço de pesquisadores para desenvolver programas computacionais que pudessem raciocinar como humanos.

Um sistema especialista é um programa de computador que tem uma base de conhecimento sobre um domínio e utiliza o raciocínio para executar tarefas que especialistas humanos poderiam executar [18].

Em outras palavras, um sistema especialista é um sistema computacional que possui um corpo de conhecimento bem organizado que tem o objetivo de solucionar problemas do mundo real que envolvam habilidades de especialistas em um domínio específico. Este tipo de sistema é capaz de apresentar conclusões sobre determinado assunto neste domínio.

Para que o sistema especialista atinja o seu objetivo, ele deve interagir com o usuário assim como um especialista humano faria, por exemplo, ouvindo o usuário, evitando perguntas cuja resposta pode ser deduzida, mudando a forma de apresentação de acordo com o usuário e tirando conclusões, mesmo que os dados fornecidos não sejam totalmente completos.

Entre as características para a interação do sistema especialista com o usuário destaca-se as seguintes [13]:

- Explicar seu raciocínio. Para convencer o usuário de que a solução apresentada é adequada ao problema, é necessário que o sistema descreva de forma clara e precisa o raciocínio utilizado que o levou àqueles resultados.
- Adquirir conhecimento novo e modificar o conhecimento antigo. Um especialista humano está sempre atento a novas informações que o levem a modificar seu conhecimento ou mesmo complementá-lo. Da mesma forma, um sistema especialista deve manter sempre atualizadas suas bases de conhecimento.
- Manter interações contínuas entre o especialista humano e o sistema especialista. Uma outra maneira é submeter os mesmos dados brutos utilizados pelo especialista humano e permitir que o sistema especialista aprenda com ele.

A base de conhecimento é o coração de um sistema especialista e fornece o conhecimento necessário para solucionar problemas específicos. O conhecimento pode estar na forma de fatos, heurísticas (por exemplo: experiências, opiniões, julgamentos, previsões, algoritmos) e

é normalmente coletado de um especialista, através de métodos de aquisição de conhecimento (por exemplo: entrevistas, análise de protocolos, questionários) [10].

As técnicas de aquisição de conhecimento também podem ser aplicadas para capturar o conhecimento e desenvolver repositórios de conhecimento para os sistemas de gerenciamento de conteúdo.

O método de representação do conhecimento é outro aspecto importante de um sistema especialista. A linguagem associada ao método escolhido deve ser suficientemente expressiva (por exemplo, lógica) para permitir a representação do conhecimento a respeito de um domínio de forma completa e eficiente.

Regras de Produção é o método mais comum de representação do conhecimento. Sistemas de produção é um nome genérico para os sistemas baseados em regras de produção, ou seja, pares de expressões consistindo em uma condição e uma ação. As principais vantagens dos sistemas de produção como método de representação de conhecimento são: a modularidade, a uniformidade e a naturalidade. Como desvantagens considera-se: ineficiência em tempo de execução e complexidade do fluxo de controle para solucionar problemas.

Outra característica comum nos sistemas especialistas é a existência de um mecanismo de raciocínio incerto que permita representar a incerteza a respeito do conhecimento do domínio. Devido à necessidade de expressar o conhecimento incerto, ocorreu o desenvolvimento de diversos métodos de representação do conhecimento:

- **Lógica:** base para a maioria dos formalismos de representação de conhecimento, seja de forma explícita, como nos sistemas especialistas baseados na linguagem *Prolog*, seja mascarada na forma de representações específicas que podem facilmente ser interpretadas como proposições ou predicados lógicos.
- **Redes semânticas:** consiste em um conjunto de nós conectados por um conjunto de arcos. Os nós, em geral, representam objetos e os arcos, relações binárias entre esses objetos. Mas, os nós podem também ser utilizados para representar predicados, classes, palavras de uma linguagem, entre outras possíveis interpretações, dependendo do sistema de redes semânticas adotado.
- **Quadros ou frames:** permitem a expressão das estruturas internas dos objetos, mantendo a possibilidade de representar herança de propriedades como nas redes semânticas.

Os Sistemas de Gerenciamento de Conteúdo podem obter vantagem dessas técnicas e aplicá-las no suporte à codificação do conhecimento.

A Figura 4 apresenta uma arquitetura de um sistema especialista.

Segundo a Figura 4, um sistema especialista apresenta uma arquitetura com os subsistemas de aquisição e explanação do conhecimento e os módulos: base de conhecimentos, máquina de inferência, memória de trabalho e interface com o usuário.

A base do conhecimento reúne o conhecimento do especialista modelado de acordo com o método de representação do conhecimento definido. A máquina de inferência examina o conteúdo da base de conhecimentos e define a ordem em que se fazem as inferências. Desta forma, de acordo com uma consulta do usuário, a máquina de inferência transfere fatos e regras para a memória de trabalho, que armazena os fatos e as regras mais recentes.

O subsistema de aquisição de conhecimentos é responsável pela atualização da base de conhecimentos, através da interação com o especialista, o engenheiro de conhecimento e o módulo de explanação. O subsistema de explanação é responsável pela descrição do raciocínio do sistema para o usuário, ou seja, detalha o raciocínio utilizado pelo sistema para a obtenção do resultado (solução).

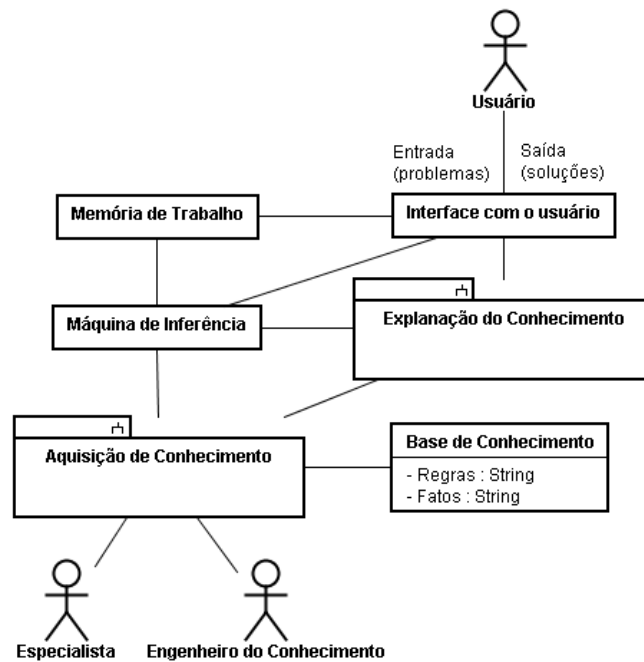


Figura 4: Arquitetura de um sistema especialista. Adaptado de [7]

Entre os benefícios da utilização dos sistemas especialistas, pode-se destacar [8]:

- Ajuda a reduzir falhas humanas e acelerar tarefas;
- Aumenta o desempenho e a qualidade na resolução de problemas;
- Apresenta estabilidade e flexibilidade;
- Combina e preserva o conhecimento dos especialistas;
- Contempla hipóteses múltiplas simultaneamente;
- Integra várias ferramentas;
- Apresenta maior eficiência e otimização de resultados;
- Não é afetado por questões psicológicas, estresse e fatores externos;
- Possui maior rapidez na resolução de problemas;
- Pode solucionar problemas tão bem quanto um especialista humano.

3.2 Redes Neurais Artificiais

As Redes Neurais Artificiais (RNA) foram desenvolvidas, originalmente, na década de 40, pelo neurofisiologista *Warren McCulloch*, do MIT, e pelo matemático *Walter Pitts*, da Universidade de *Illinois*. Eles foram os primeiros pesquisadores a tratar o cérebro como um “organismo computacional” [5].

As RNA consistem em um método para solucionar problemas de IA, a partir do desenvolvimento de sistemas que simulem o cérebro humano, inclusive seu comportamento, ou seja, aprendendo, errando e fazendo descobertas.

A abordagem da RNA é vista como completamente diferente dos sistemas especialistas (Seção 3.1), pois nessa abordagem não existe uma base de conhecimento explícita, e sim um conjunto de relações derivadas entre dados. Assim, não se pode afirmar que as redes neurais artificiais possuem conhecimento sobre um domínio específico [10].

As RNA são compostas por um grande número de neurônios artificiais que são interconectados em rede para solucionar problemas. A técnica para a solução de problemas é semelhante à utilizada pelos humanos.

O neurônio artificial é uma estrutura lógico-matemática análoga a uma unidade de processamento que aceita e combina estímulos de vários outros neurônios artificiais e procura simular a forma, o comportamento e as funções do neurônio biológico.

A Figura 5 mostra um modelo básico de um neurônio j com entrada x_k , pesos sinápticos w_j , nível de ativação J e saída $f(J)$.

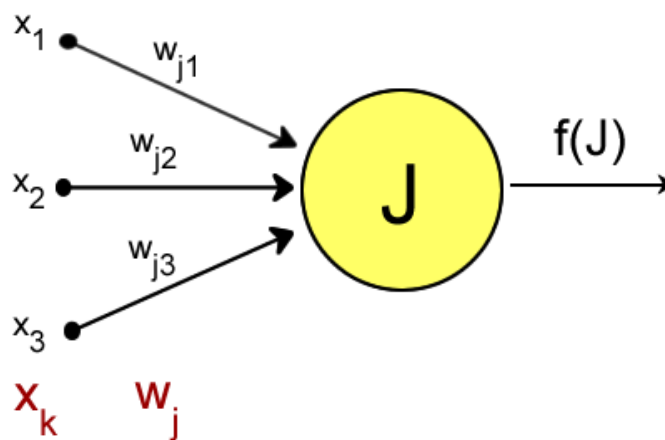


Figura 5: Modelo básico de um neurônio

Como exibido na Figura 5, cada neurônio j possui um vetor de dados de entrada $x_k = [x_1, x_2, \dots, x_n]^T$, uma ativação interna J , uma função de ativação $f(J)$ e os pesos sinápticos $w_j = [w_{j1}, w_{j2}, \dots, w_{jd}]^T$, que conectam os elementos de x_k ao neurônio j .

O aprendizado das redes neurais ocorre quando há modificações significantes nas sinapses entre neurônios. Uma sinapse é o nome dado à conexão existente entre neurônios. Nestas conexões são atribuídos valores, chamados de pesos sinápticos, que são usados para armazenar o conhecimento.

Para determinar se uma modificação é significativa, verifica-se a ativação dos neurônios. Se determinadas conexões são mais usadas, então estas conexões são reforçadas enquanto que as demais são enfraquecidas.

Há basicamente 4 tipos de aprendizado nas redes neurais artificiais:

- **Supervisionado:** são sucessivamente apresentadas à rede, conjuntos de padrões de entrada e seus correspondentes padrões de saída. A rede ajusta os pesos das conexões entre os elementos de processamento ('neurônio'), até que o erro entre os padrões de saída gerados pela rede alcancem um valor mínimo definido previamente;
- **Reforço:** ao invés de fornecer as saídas corretas para a rede relativas ao treinamento individual, a rede recebe um valor que diz se a saída está correta ou não;
- **Não-supervisionado:** a rede analisa os conjuntos de dados de entrada, determina algumas propriedades do conjunto de dados e aprende a refletir estas propriedades na sua saída;

- **Híbrido:** as camadas da rede neural podem utilizar o aprendizado supervisionado ou não-supervisionado.

Quando uma rede neural artificial é implantada para uma determinada aplicação, é necessário um período para que esta rede seja treinada. Assim como nos sistemas biológicos, aprender envolve ajustes nas conexões que existem entre os neurônios. Em outras palavras, a informação “aprendida” é armazenada na forma de valores numéricos, chamados pesos, que são designados para conexões entre o processamento dos neurônios da rede [10].

Com uma rede neural estruturada, uma série de valores podem ser aplicados sobre um neurônio, que está conectado a outros neurônios pela rede. Estes valores são multiplicados no neurônio pelo valor do peso de sua sinapse. Então, esses valores são somados. Se esta soma ultrapassar um valor limite estabelecido, um sinal é propagado pela saída (axônio) deste neurônio. Em seguida, essa mesma etapa se realiza com os demais neurônios da rede. Ou seja, os neurônios vão enfrentar algum tipo de ativação, dependendo das entradas e dos pesos sinápticos.

As RNA's podem ser categorizadas por sua topologia, isto é, pelo número de camadas, de elementos de processamento e de conexões; pelas características de seus elementos de processamento; e pelas leis de aprendizagem a que foram submetidas [5].

A Figura 6 apresenta uma arquitetura de uma rede neural com 3 camadas.

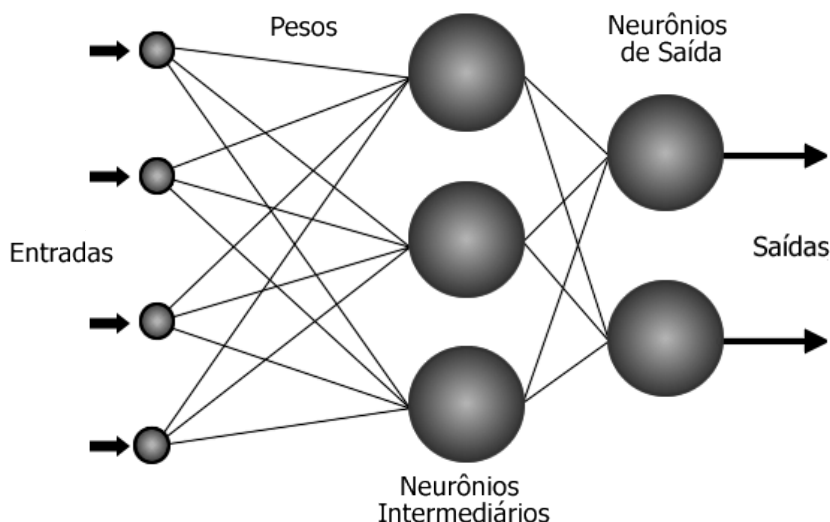


Figura 6: Rede Neural com 3 camadas

A principal vantagem desta tecnologia é que ela pode operar com dados incompletos para gerar e demonstrar a intuição aparente [10]. Além disso, com as RNA's é possível trabalhar analogicamente com o cérebro, o que deve ser potencializado dentro de um arcabouço de gerenciamento de conhecimento. Também é possível criar perfis de usuários para permitir informações a serem encaminhadas para indivíduos específicos de acordo com suas preferências e interesses.

Os sistemas de gerenciamento de conteúdo podem obter vantagens desta tecnologia na distribuição e no compartilhamento do conhecimento. Ao invés de simplesmente possuir um modo de distribuição passiva, onde o repositório de conhecimento da organização é fornecido para os indivíduos acessá-lo, um módulo específico pode ser alterado para análise e distribuição do conhecimento para os *stakeholders* [10].

Por outro lado, uma desvantagem da tecnologia de RNA é o fato de que elas necessitam de entradas para serem apresentadas em diversas formas, assim elas podem estar sujeitas ao peso

dos algoritmos de aprendizagem [10]. Ao contrário dos sistemas especialistas, que também aceitam símbolos de entrada, isto não está de acordo com o domínio do gerenciamento do conhecimento, que assume um mundo, baseado em entidades e entendimento prático.

3.3 Agentes Inteligentes

A Inteligência Artificial (IA) possui 3 abordagens distintas, a abordagem simbólica, a conexcionista e a distribuída. A Inteligência Artificial Distribuída (IAD) origina-se na sociologia, utiliza modelos de inteligência baseados no comportamento social e busca solucionar problemas de maneira cooperativa em um certo ambiente através de agentes distribuídos.

Para a compreensão de Agentes Inteligentes (AI), é necessário antes a compreensão do que é um agente. Um agente é qualquer coisa que possa perceber o ambiente e agir sobre ele [14].

Um agente inteligente é um sistema computacional situado em algum ambiente e que é capaz de executar ações autônomas neste ambiente para atingir os objetivos para os quais ele foi planejado [20].

O agente inteligente deve ser sensível ao ambiente, responder às mudanças ocorridas neste ambiente, possuir ações orientadas a metas, ter iniciativa e interagir com outros agentes para solucionar problemas ou auxiliar na solução de problemas de outros agentes.

De modo geral, os agentes são dotados de uma grande quantidade de conhecimento, experiências profissionais e crenças que eles usam para realizar suas tarefas. O estudo de agentes inteligentes tem se tornado um dos mais importantes campos na inteligência artificial distribuída [10].

Os sistemas multi-agentes são sistemas que utilizam vários agentes para realizar suas tarefas. Estes sistemas podem ser reativos ou cognitivos. Os agentes reativos não armazenam as suas ações, não representam o ambiente, não representam o conhecimento explicitamente e agem de acordo com a situação instantânea. A Figura 7 mostra a arquitetura de um agente reativo simples.

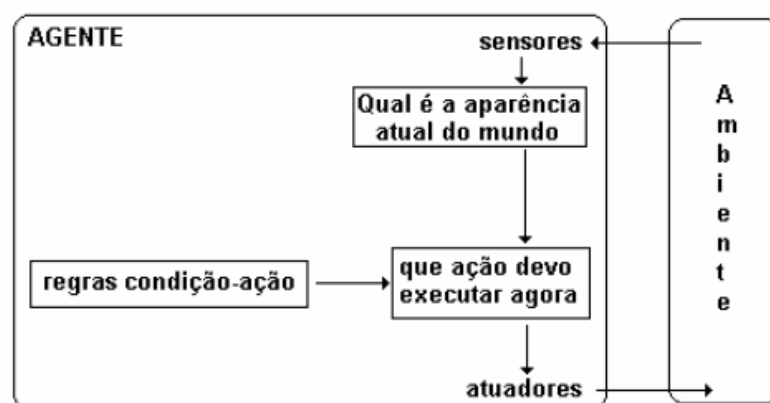


Figura 7: Agente Reativo Simples

Os agentes reativos simples possuem sensores e atuadores que observam o ambiente. Quando o agente observa algo relevante através dos sensores, ele verifica a aparência atual do mundo e executa ações neste ambiente através dos atuadores. As ações são orientadas de acordo com o Estímulo-Resposta (Ação-Reação).

Os agentes cognitivos possuem uma representação explícita de conhecimento sobre o ambiente e outros agentes que colaboram com ele e podem armazenar suas ações.

Além dos agentes reativos simples e dos agentes cognitivos, os agentes podem ser baseados em modelos, baseados em objetivos, baseados na utilidade ou com aprendizagem. Maiores detalhes sobre esses agentes podem ser encontrados em [14].

Os agentes inteligentes diferem dos objetos (do paradigma da orientação a objetos) em diversos pontos. Agentes inteligentes manipulam objetos para executarem suas tarefas (um agente inteligente pode ser visto como um objeto com uma cabeça). O comportamento de um agente inteligente (as tarefas que eles executam e como as tarefas são executadas) pode ser modificado dinamicamente, devido ao aprendizado ou a influência de outros agentes. Agentes inteligentes podem ser autônomos, podem executar ações de forma independente e podem ser móveis. Eles podem efetuar buscas de maneira dinâmica para auxiliar na solução de problemas [10].

A busca e recuperação de métodos de conhecimento nos sistemas gerenciadores de conteúdo podem ser auxiliados pelos agentes inteligentes. Além disso, eles podem ser usados para auxiliar na combinação de conhecimentos, para a criação de novos conhecimentos.

A partir do relacionamento de conhecimentos, os agentes inteligentes podem criar múltiplas perspectivas da mesma situação. Essas perspectivas podem contribuir para aumentar a quantidade de possíveis soluções e melhorar a qualidade do processo de tomada de decisões [4]. Além disso, agentes inteligentes podem ser aplicados para analisar o conhecimento e disseminar determinadas partes da informação e do conhecimento (ex: sumários, recomendações) para aqueles que poderiam fazer o uso destas partes.

4 Considerações Finais

As técnicas de inteligência artificial podem ser utilizadas nos sistemas de gerenciamento de conteúdo para melhorar o gerenciamento do conhecimento destes sistemas. Entretanto, não existe uma técnica ideal a ser adotada.

O módulo de manipulação de conteúdo de um sistema de gerenciamento de conteúdo com características de comunidade de prática pode ser aprimorado com o uso de sistemas especialistas. O aprimoramento consiste em permitir a manipulação do conhecimento de especialistas devido à natureza das comunidades de prática.

O módulo de *template* de um sistema de gerenciamento de conteúdo, pode ser adaptado para exibir interfaces de acordo com o perfil do usuários com o uso das redes neurais.

Os agentes inteligentes possibilitam transformar os dados dos sistemas de gerenciamento de conteúdo em conhecimento. Além disso, os agentes inteligentes são bastante flexíveis e podem ser utilizados nos principais módulos dos sistemas de gerenciamento de conteúdo.

Enfim, escolher a técnica a ser adotada depende do tipo de sistema de gerenciamento de conteúdo adotado e dos objetivos da organização.

A principal vantagem das organizações na aplicação de técnicas de IA em seus atuais sistemas de gerenciamento de conteúdo consiste na agregação de valor ao seu capital intelectual. Para a nova economia, isso significa vantagem competitiva.

5 Agradecimento

Ao Prof. Dr. João Carlos da Silva, pela avaliação do presente texto e pelas sugestões feitas, as quais muito contribuíram para a melhoria do texto original.

Referências

- [1] ALVARADO, M; SHEREMETOV, L; BAÑARES-ALCÁNTARA, R; CANTÚ-ORTIZ, F. **Current Challenges and Trends in Intelligent Computing and Knowledge Management in Industry**. Knowledge and Information Systems, 12(2):117–127, 2007.
- [2] BOIKO, B. **Content Management Bible**. John Wiley & Sons, Inc. New York, NY, USA, 2001.
- [3] BOLLINGER, A; SMITH, R. **Managing Organizational Knowledge as a Strategic Asset**. Journal of Knowledge Management, 5(1):8–18, 2001.
- [4] CARNEIRO, A. **The Role of Intelligent Resources in Knowledge Management**. Journal of Knowledge Management, 5(4):358–367, 2001.
- [5] DE MEDEIROS, J. **Bancos de Dados Geográficos e Redes Neurais Artificiais: Tecnologias de Apoio à Gestão do Território**. PhD thesis, 1999.
- [6] DRUCKER, P. **Post-Capitalist Society**. Butterworth-Heinemann Oxford, 1993.
- [7] FOWLER, A. **The Role of AI-based Technology in Support of the Knowledge Management Value Activity Cycle**. Journal of strategic information systems, 9(2-3):107–128, 2000.
- [8] GIARRATANO, J; RILEY, G. **Expert Systems: Principles and Programming**. PWS Publishing Co. Boston, MA, USA, 1994.
- [9] LAGASSÉ, P; OTHERS. **The Columbia Encyclopedia**. Gale Group, 2000.
- [10] METAXIOTIS, K; ERGAZAKIS, K; SAMOUILIDIS, E; PSARRAS, J. **Decision Support Through Knowledge Management: The Role of The Artificial Intelligence**. International Journal of Computer Applications in Technology, 19(2):101–106, 2004.
- [11] PARREIRAS, F; BAX, M. **Geração de Sistemas de Gestão de Conteúdo com Softwares Livres**. Perspectivas em Ciência da Informação, 10(2), 2005.
- [12] PRAHALAD, C; HAMEL, G. **The Core Competence of Corporation**. Springer, 1990.
- [13] RICH, E; KNIGHT, K. **Inteligencia artificial**. McGraw-Hill, 1994.
- [14] RUSSELL, S; NORVIG, P. **Artificial Intelligence: A Modern Approach**. Prentice-Hall, Inc. Upper Saddle River, NJ, USA, 1995.
- [15] THE CMS MATRIX. **The CMS Matrix Home Page**. <http://www.cmsmatrix.org/>, último acesso em Novembro de 2007.
- [16] THE OPEN SOURCE COLLECTIVE, INC.. **OpensourceCMS Home Page**. <http://www.opensourcecms.com/>, último acesso em Novembro de 2007.
- [17] TSUI, E; GARNER, B; STAAB, S. **The Role of Artificial Intelligence in Knowledge Management**. Knowledge-Based Systems, 13(5):235–239, 2000.
- [18] WELBANK, M. **A Review of Knowledge Acquisition Techniques for Expert Systems**. Martlesham Consultancy Services, British Telecom Research Laboratories, 1983.

- [19] WIIG, K. **Knowledge Management Foundations: Thinking about Thinking-how People and Organizations Represent, Create, and Use Knowledge**. Schema Press, Limited, 1994.
- [20] WOOLDRIDGE, M; JENNINGS, N. **Intelligent Agents: Theory and Practice**. Knowledge Engineering Review, 10(2):115–152, 1995.