

UMA ONTOLOGIA PARA INSTRUMENTOS DA GESTÃO DO CONHECIMENTO E AGENTES DA ENGENHARIA DO CONHECIMENTO

*Sandro Rautenberg**
*José Leomar Todesco***
*Andrea Valéria Steil****

RESUMO

A Engenharia do Conhecimento, com base em seus métodos e ferramentas, desenvolve modelos para apoiar os processos da Gestão do Conhecimento. Engenharia e Gestão do Conhecimento são áreas interdisciplinares e complementares, cuja convergência tem se acentuado nos últimos anos. Entretanto, devido à polissemia de conceitos interdisciplinares utilizados, a comunicação entre o engenheiro e o gestor do conhecimento é um ponto crítico a ser considerado. Como forma de contribuição à comunicação, propõe-se uma ontologia de domínio da convergência de dois conceitos centrais da referida interdisciplinaridade: os Agentes Computacionais da Engenharia do Conhecimento; e os Instrumentos da Gestão do Conhecimento. O presente trabalho apresenta a ontologia desenvolvida, a qual foi verificada por especialistas gestores e engenheiros do conhecimento, sendo apontados como resultados: a) um conjunto de questões que norteiam o entendimento interdisciplinar de objetos de investigação da Engenharia e Gestão do Conhecimento; e b) uma forma de integração dos elementos de conhecimento inerentes à aplicação dos Agentes Computacionais da Engenharia do Conhecimento como soluções tecnológicas mais aderentes aos Instrumentos da Gestão do Conhecimento.

Palavras-chave: Ontologia. Agentes Computacionais da Engenharia do Conhecimento. Instrumentos da Gestão do Conhecimento. Gestão do Conhecimento. Engenharia do Conhecimento.

* Doutor em Engenharia e Gestão do Conhecimento pela Universidade Federal de Santa Catarina (2009). Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO).
srautenberg@unicentro.br

** Professor Adjunto da Universidade Federal de Santa Catarina.
tite@egc.ufsc.br

*** Professora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento da UFSC.
andreasteil@egc.ufsc.br

I INTRODUÇÃO

Recentemente, o uso massivo e diversificado da Internet impulsionou a geração de novos mecanismos para compartilhamento de informações (ISKE; BOERSMA, 2005). Isso contribui ao surgimento da disciplina Gestão do Conhecimento - GC (HOLSAPPLE, 2005; STUDER *et al.*, 2000), cuja preocupação principal reside em transformar conteúdo informacional em conhecimento estruturado (CUNHA;

CAVALCANTI, 2008). A esta perspectiva da transformação, Nissen (2006) aponta que o conhecimento é utilizado para executar trabalho cognitivo, sendo que as pessoas desempenham o papel principal da transformação e da aplicação do conhecimento, cabendo as Tecnologias da Informação e Comunicação o papel coadjuvante de suporte para tal realização. Entretanto, o referido autor também discute a existência de tecnologias avançadas que podem manipular conhecimento diretamente, desempenhando

também o papel principal apontado. Essas tecnologias são estudadas na Inteligência Artificial - IA. Sob essas perspectivas, considera-se a GC a gestão formal do conhecimento, tipicamente utilizando tecnologias avançadas (O'LEARY, 1998), para facilitar a criação, organização, formalização, compartilhamento, aplicação e refinamento de conhecimento (NISSEN, 2006).

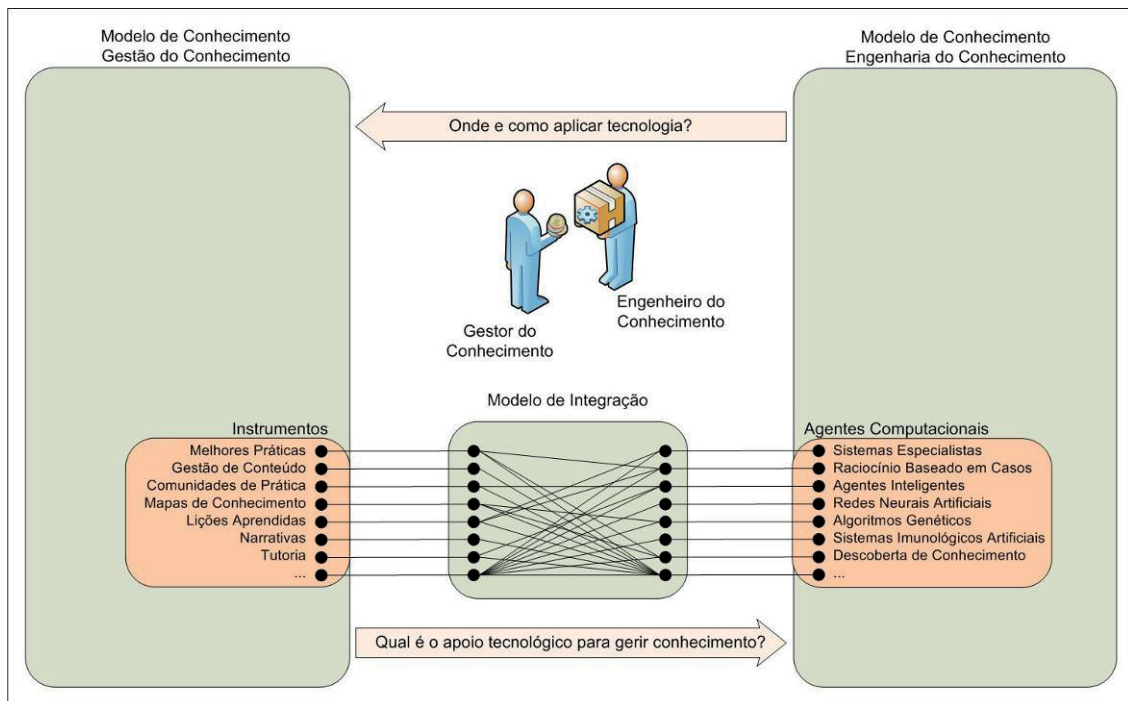
Perante essa definição da GC, o uso das tecnologias da IA na GC traz a luz outra disciplina, a Engenharia do Conhecimento - EC (SHADBOLT; MILTON, 1999), a qual visa aplicar na prática os aspectos da IA em soluções a problemas reais (KENDAL; CREEN, 2007). Em consonância a essa visão, entende-se a EC como a disciplina que fornece métodos e ferramentas para a construção de Sistemas de Conhecimento de modo sistêmico e controlável (STUDER *et al.*, 2000).

Diante às definições apresentadas, percebe-se a GC e a EC como áreas complementares e interdisciplinares. E particularizando essa percepção, o presente trabalho aborda dois construtos inerentes

dessa aproximação: i) os Instrumentos da Gestão do Conhecimento; e ii) os Agentes Computacionais da Engenharia do Conhecimento¹.

Alinhando a base constitutiva deste artigo, a GC se efetiva por meio da utilização dos Instrumentos da Gestão do Conhecimento (MAIER, 2007). Como exemplos desses instrumentos têm-se: Melhores Práticas, Páginas Amarelas, Gestão de Competências ou Gestão de Conteúdo. E quando um Instrumento da Gestão do Conhecimento utiliza tecnologias avançadas, tal fato reflete o emprego dos Agentes Computacionais da Engenharia do Conhecimento como parte de soluções tecnológicas empregadas nesses instrumentos. Assim, admite-se que as Redes Neurais Artificiais, os Sistemas Especialistas e os Sistemas de Raciocínio Baseado em Casos são exemplos desses agentes; os quais são aplicados para auxiliar as pessoas na execução de tarefas intensivas em conhecimento (SCHREIBER *et al.*, 2002).

FIGURA I - REPRESENTAÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA



Fonte: elaborada pelos autores.

¹ A expressão *Agentes Computacionais* utilizada nesta tese é baseada em Schreiber *et al.* (2002), restringindo-se seu sentido encontrado tão somente na literatura da Engenharia do Conhecimento, e nada tem haver com a expressão da forma como é usada na Inteligência Artificial (WOOLDRIDGE e JENNINGS, 1995).

Exemplificados os Agentes Computacionais da Engenharia do Conhecimento e os Instrumentos da Gestão do Conhecimento, o domínio de investigação desta pesquisa está circunscrito à compreensão de como ocorre o interrelacionamento desses elementos (Figura 1). Pontualmente, segundo Chua (2003; 2004), compreender o interrelacionamento destes construtos remete às respostas de questões gerais como, por exemplo, quais estratégias de gestão do conhecimento podem ser adotadas, ou que ferramentas tecnológicas podem ser empregadas. E como forma de colaborar na referida compreensão, Metaxiotis *et al.* (2003) apontam a necessidade do desenvolvimento de um *framework* conceitual afim.

Diante de tais argumentos, entende-se que o *framework* conceitual apontado por Metaxiotis *et al.* (2003) pode ser promovido por meio de uma ontologia (HEPP *et al.*, 2007; DACONTA *et al.*, 2003; MIKA; AKKERMANS, 2005; GASEVIC *et al.*, 2006), a qual pode ser desenvolvida a partir das perspectivas da prática dos engenheiros e gestores do conhecimento.

Com base no exposto, em relação ao desenvolvimento do *framework* conceitual pertinente, este trabalho busca interrelacionar os Agentes Computacionais da Engenharia do Conhecimento e os Instrumentos da Gestão do Conhecimento, empregando uma ontologia. Partindo-se desta abordagem, este artigo disserta a respeito da ontologia desenvolvida, a qual se aplica na: i) comunicação de dois modelos conceituais (a convergência acadêmico-científica da GC e da EC); e ii) integração de dois construtos (a convergência tecnológica dos Instrumentos da Gestão do Conhecimento e dos Agentes Computacionais da Engenharia do Conhecimento).

Para tanto, além desta seção introdutória, este artigo compreende: i) a fundamentação teórica que apresenta o entendimento dos construtos Instrumentos da Gestão do Conhecimento, Agentes Computacionais da Engenharia do Conhecimento; ii) a base constitutiva do que são as ontologias; iii) uma breve discussão das ontologias correlatas encontrados na literatura; iv) os procedimentos metodológicos adotados para desenvolver a ontologia proposta; v) a ontologia desenvolvida e seus elementos constituintes; vi) os estudos de caso aplicados para verificar a ontologia; e vii) as considerações finais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Em um contexto ampliado, o conhecimento depende de pessoas para combinar experiência, contexto, interpretação, reflexão, intuição e criatividade (GOTTSCHALK, 2007). Restritivamente, para este artigo, entende-se o conhecimento como informação significativamente organizada, acumulada e incorporada no contexto da criação de novos conhecimentos ou da sua aplicação objetivando uma ação (MAIER, 2007). Sob este prisma, a preocupação maior reside na transformação do conteúdo informacional em conhecimento estruturado (CUNHA; CAVALCANTI, 2008), onde as abordagens de EC se preocupam com as micro-estratégias do conhecimento (organizar, formalizar e compartilhar unidades de conhecimento). Ao passo que as abordagens da GC consideram as macro-estratégias (criar, aplicar e refinar o conhecimento propriamente dito) (TSUI *et al.*, 2000).

Como forma de alinhar as micro-estratégias e macro-estratégias do conhecimento, disserta-se a respeito de uma ontologia para mapeamento dos Agentes Computacionais da Engenharia do Conhecimento como parte de soluções tecnológicas a serem empregadas nos Instrumentos da Gestão do Conhecimento. Por isso, a seguir são apresentadas as definições constitutivas desses elementos.

2.1 Instrumentos da gestão do conhecimento

Um Instrumento da Gestão do Conhecimento é a parte de uma intervenção na base de conhecimento organizacional suportada tecnologicamente e consiste de um conjunto alinhado e claramente definido de medidas organizacionais, de recursos humanos e de Tecnologias da Informação e Comunicação (MAIER, 2007). Segundo o referido autor, um instrumento é desenvolvido em função de algum objetivo organizacional, tendo como características o tratamento de informação contextualizada como o objeto da intervenção e a independência de domínio de conhecimento, tornando um instrumento replicável a vários contextos.

Melhores Práticas, Comunidades de Prática, Gestão de Conteúdo, Mapas de

Conhecimento, Lições Aprendidas, *E-learning*, Narrativas, Tutoria são alguns exemplos de Instrumentos da Gestão do Conhecimento a serem considerados em relação a algum tipo de tratamento do conhecimento organizacional (KEYES, 2006; MAIER, 2007).

Diante a definição e a exemplificação apresentadas dos Instrumentos da Gestão do Conhecimento, este trabalho restringe-se às situações em que os Instrumentos da Gestão do Conhecimento aplicam tecnologias avançadas, manipulando alguma representação do conhecimento. Este fato representa a utilização de tecnologias oriundas da IA (WIIG, 2004; NISSEN, 2006; MAIER, 2007), as quais são denominadas “Agentes Computacionais da Engenharia do Conhecimento”.

2.2 Agentes computacionais da engenharia do conhecimento

No contexto da EC, agentes são entendidos como indivíduos ou *softwares* capazes de executar tarefa(s) intensiva(s) em conhecimento, dado um domínio (SCHREIBER *et al.*, 2002). Este trabalho limita-se ao entendimento dos agentes baseados em *software*, denominando-os Agentes Computacionais da Engenharia do Conhecimento.

Os Agentes Computacionais da Engenharia do Conhecimento são sistemas computacionais que têm a capacidade de representar explicitamente conhecimento de um domínio (SCHREIBER *et al.*, 2002). Tal fato repercute na capacidade desses elementos em manipular uma representação do conhecimento (MUNAKATA, 2008), o que no âmbito da GC, torna tais agentes relevantes no auxílio dos trabalhadores do conhecimento na realização de tarefas intensivas em conhecimento (WIIG, 2004). Perante isso, Sistemas Especialistas, Raciocínio Baseado em Casos, Agentes Inteligentes, Redes Neurais Artificiais, Algoritmos Genéticos, Sistemas Imunológicos Artificiais, Inteligência Coletiva, Descoberta de Conhecimento em Base de Dados e Descoberta de Conhecimento em Texto são exemplos de Agentes Computacionais da EC que podem ser empregados conjuntamente com os Instrumentos da Gestão do Conhecimento.

Tal perspectiva tecnológica está de acordo à visão de Waltz (2003), o qual aponta que a GC depende da integração de computadores munidos de comportamentos inteligentes às atividades dos trabalhadores do conhecimento. Para o referido

autor, as tecnologias futuras devem suportar a compreensão profunda de conteúdo (uso de ontologias) e suporte inteligente a usuários (emprego de Agentes Computacionais da Engenharia do Conhecimento em tarefas analíticas). Por isso, complementarmente, a próxima seção é reservada a discussão do que são ontologias e seu emprego nos domínios da EC e da GC.

3 ONTOLOGIAS E USO DE ONTOLOGIAS NOS DOMÍNIOS

Estudos sobre ontologias são originados na Filosofia e, recentemente, estendidos para a representação de informação/conhecimento em disciplinas da Ciência da Informação e da Ciência da Computação (ALMEIDA, 2003; ALMEIDA; BAX, 2003; KIRYAKOV, 2006; PICKLER, 2007; MARCONDES *et al.*, 2008). Neste sentido, uma das definições mais aceitas de ontologia é atribuída a Borst (1997, p.12), o qual define “*uma ontologia como uma especificação formal e explícita de uma conceitualização compartilhada*”.

Para Hepp *et al.* (2007), ontologias se constituem em contratos (entendimento compartilhado) sobre a forma de representação de algum domínio, considerando que uma ontologia é construída a partir de um processo social entre especialistas de domínio e engenheiros do conhecimento. Em outras palavras, no desenvolvimento de ontologias, os participantes incluem, modificam ou descartam elementos, ratificando o dinamismo do processo de construção. Por isso, no âmbito da GC, e de acordo com os pressupostos deste trabalho, as ontologias são utilizadas em ambientes colaborativos, objetivando a criação, organização, formalização, compartilhamento, aplicação e refinamento de conhecimento. No contexto da EC, ontologias incluem definições computáveis de conceitos básicos em um domínio e o relacionamento entre eles (DACONTA *et al.*, 2003). Desta forma, as ontologias são utilizadas como meio para comunicação e integração de conhecimento, assim como a realização de inferências com conhecimento (MIKA e AKKERMANS, 2005).

Neste trabalho, diante as assertivas de Gasevic *et al.* (2006, p. 55), o uso de ontologias se justifica, pois estas podem ser utilizadas como uma fonte de aprendizado, publicação e referência de conhecimento pertinente. Em outras palavras, como

elas são, presumidamente, sempre o resultado de um grande consenso sobre a estrutura de um domínio, as ontologias podem prover informações contextualizadas àqueles que querem aprender mais sobre o domínio. Simultaneamente, especialistas de domínio também podem usar ontologias para compartilhar seu entendimento da conceitualização e estrutura do domínio, como é exemplificado nos trabalhos correlatos descritos a seguir.

4 TRABALHOS CORRELATOS

Para conceber a ontologia proposta, realizou-se uma pesquisa por trabalhos correlatos que evidenciam a utilização de ontologias nas áreas de GC e EC. Foram consideradas as revistas com a palavra conhecimento (em inglês, *knowledge*) em seus títulos, afunilando-as àquelas que abordam propriamente as áreas de EC e/ou GC e são disponibilizadas no portal de periódicos da CAPES. As principais revistas pesquisadas foram: *Data and Knowledge Engineering*, *Expert Systems: The Journal of Knowledge Engineering*, *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, *Journal of Knowledge Management*, *Knowledge Management Research & Practice*, *Journal of Strategic Information Systems*, *Knowledge and Information Systems*, *Knowledge and Process Management*, *Knowledge Based Systems*, *Knowledge Engineering Review*, *International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering*.

O período considerado para a pesquisa compreendeu os artigos publicados a partir de Janeiro de 1995 à Junho de 2009, visto que, a partir da data inicial, estudos sobre GC e ontologias passaram a ser difundidos. Diante este procedimento, foram encontrados dois trabalhos relevantes, os quais são brevemente discutidos a seguir.

4.1 Holsapple e Joshi

A ontologia proposta por Holsapple e Joshi (2004) descreve um conjunto de conceitos e axiomas fundamentais da GC. Esta foi construída colaborativamente por 30 profissionais e pesquisadores do domínio em questão. Como resultado do trabalho, obteve-se uma representação explícita dos artefatos e processos no domínio da GC.

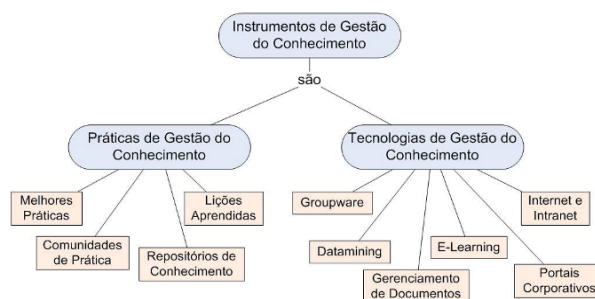
Em relação à ontologia proposta neste artigo, o trabalho de Holsapple e Joshi (2004)

somente explicita um vocabulário comum e um guia de referência à prática da GC, não evidenciando explicitamente o relacionamento entre Instrumentos da Gestão do Conhecimento e os Agentes Computacionais da Engenharia do Conhecimento. Tal fato é relevante, em se tratando a comunicação e o trabalho colaborativo de engenheiros e gestores do conhecimento na concepção de aplicações voltadas à GC.

4.2 Saito, Umemoto e Ikeda

Saito, Umemoto e Ikeda (2007) propuseram uma ontologia no domínio da GC, com ênfase na relação entre tecnologias e estratégias (Figura 2). De acordo a ontologia desenvolvida, os autores têm a visão de que Instrumentos da Gestão do Conhecimento são Práticas de Gestão do Conhecimento (Melhores Práticas, Lições Aprendidas, Comunidades de Prática, Treinamento,...) ou Tecnologias de Gestão do Conhecimento (*internet/intranet, groupware, e-learning, datamining,...*).

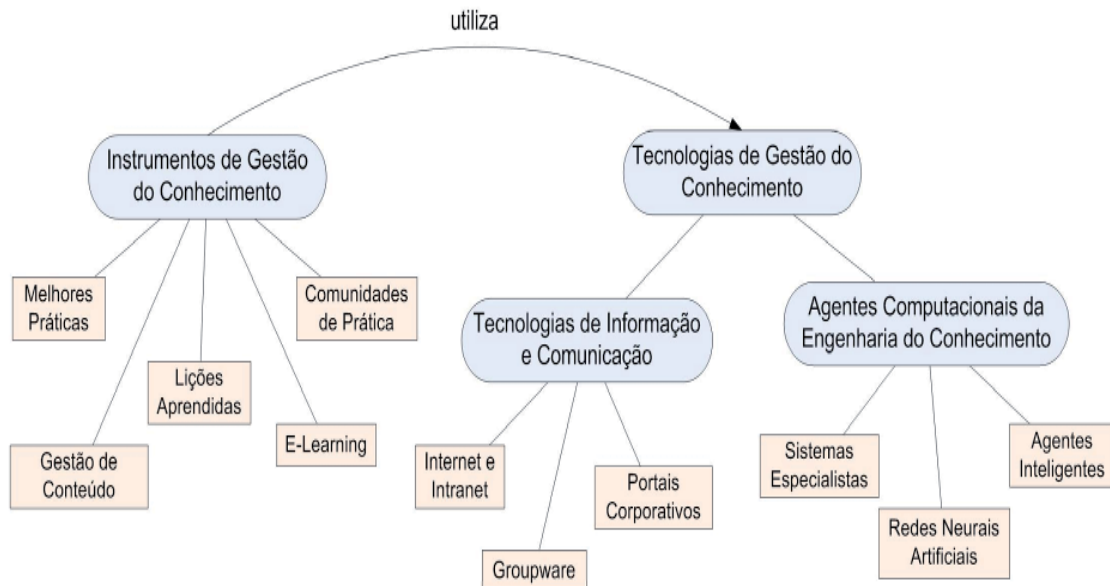
FIGURA 2 - SUB-ONTOLOGIA DE INSTRUMENTOS



Fonte: adaptado de Saito, Umemoto e Ikeda (2007).

Perante o aporte teórico deste trabalho, o entendimento do que são Tecnologias de Gestão do Conhecimento está de acordo com a visão de Waltz (2003). Sendo assim, as Tecnologias de Gestão do Conhecimento focam quase que inteiramente em abstrações (conhecimento), integrando e aplicando conceitos das ciências cognitivas e organizacionais em soluções que compreendem a interação entre sistemas computacionais e pessoas. Tais tecnologias são incorporadas em sistemas para ajudar trabalhadores do conhecimento na resolução de problemas, mediante a aplicação de conhecimento (GOTTSCHALK, 2007).

FIGURA 3 - CONTRIBUIÇÃO AO TRABALHO DE SAITO, UMEMOTO E IKEDA (2007)



Fonte: elaborada pelos autores.

Diante disso, a contribuição deste artigo para com o trabalho de Saito, Umemoto e Ikeda (2007) reside no refinamento do conhecimento representado, particularizando algumas Tecnologias de Gestão do Conhecimento ao nível dos Agentes Computacionais da Engenharia do Conhecimento e diferenciando-as de outras Tecnologias da Informação e Comunicação (Figura 3). Semanticamente, outra contribuição da ontologia proposta refere-se à distinção do que são Instrumentos da Gestão do Conhecimento e o que são Tecnologias de Gestão do Conhecimento, demonstrando que os instrumentos utilizam tecnologias.

Respaldoando-se nos trabalhos correlatos encontrados, observa-se que uma ontologia que contemple o relacionamento entre Instrumentos da Gestão do Conhecimento e Agentes Computacionais da Engenharia do Conhecimento não é percebida. Uma ontologia desta natureza tende a contribuir à convergência tecnológica entre a EC e a GC, servindo à comunicação e ao trabalho colaborativo de engenheiros e gestores do conhecimento; e também como guia de referência à consulta e ao desenvolvimento de aplicações tecnológicas mais aderentes. Uma ontologia com tais finalidades é apresentada na seção 6, sendo que a seguir é apresentado o procedimento metodológico adotado para seu desenvolvimento.

5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Embora já existam metodologias propostas para o desenvolvimento de ontologias (CORCHO *et al.*, 2003), deve-se ater ao fato que muitas dessas metodologias se preocupam mais com determinadas atividades no processo de desenvolvimento em detrimento de outras, oferecendo uma gama de artefatos metodológicos somente às atividades privilegiadas (FERNANDEZ-LÓPEZ e GÓMEZ-PÉREZ, 2002). Por isso, segundo Fernandez-López e Gómez-Pérez (2002), Sure e Studer (2003) e Brusa *et al.* (2008), uma combinação das melhores práticas de várias metodologias se torna pertinente em um processo de desenvolvimento de ontologias, valendo-se das vantagens e dos artefatos metodológicos de cada uma das metodologias combinadas. O método utilizado para o desenvolvimento da ontologia proposta é resultado da combinação de artefatos metodológicos oriundos da On-to-Knowledge (SURE; STUDER, 2003), da METHONTOLOGY (GÓMEZ-PÉREZ; CORCHO e FERNÁNDEZ-LÓPEZ, 2004) e do guia *Ontology Development 101* (NOY; MCGUINNESS, 2008), como segue:

- **On-to-Knowledge** - contribui na especificação dos requisitos da ontologia, por meio do emprego de questões de

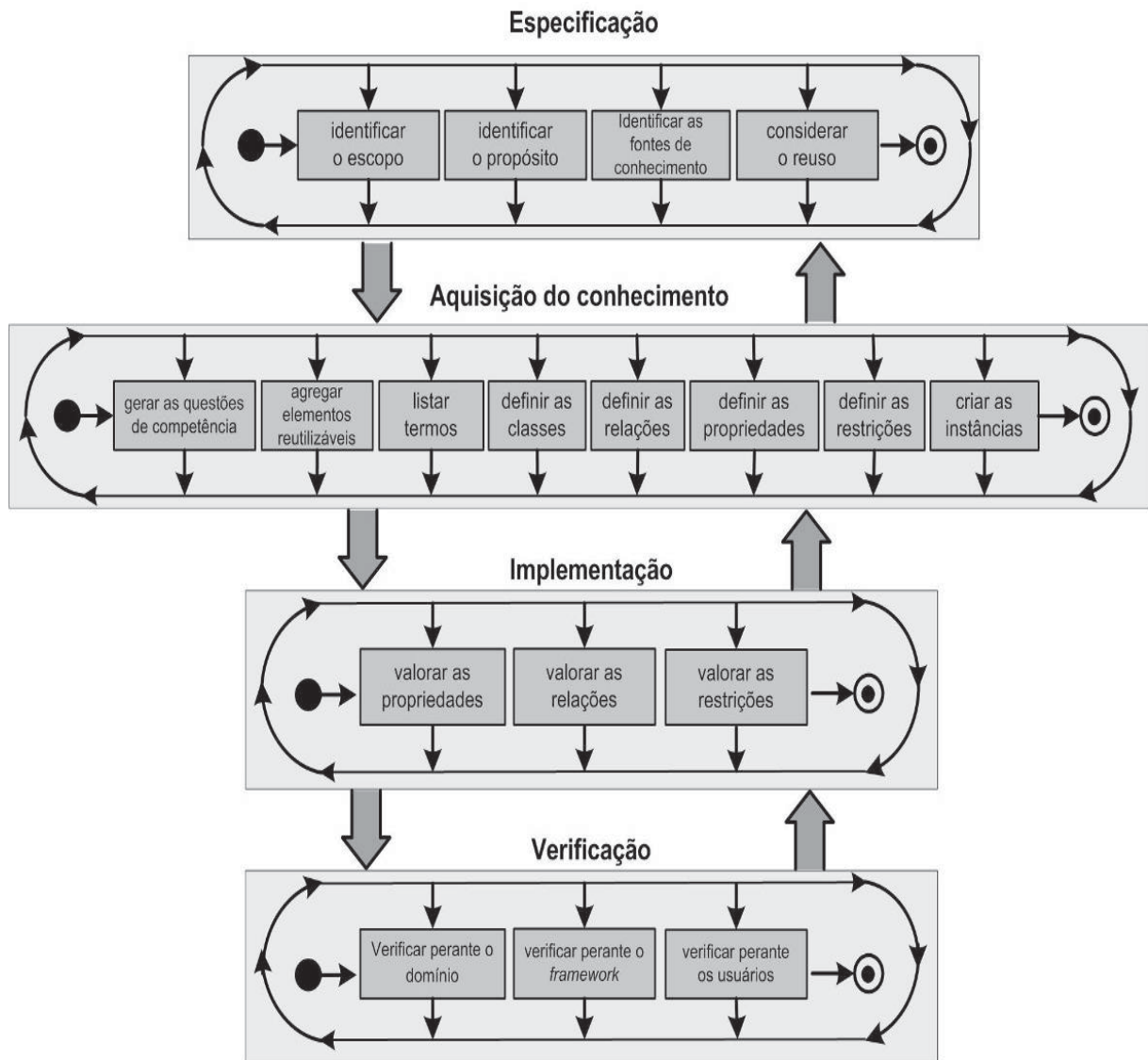
competência como modo simples e direto para confirmar o propósito e o escopo de uma ontologia. Tal fato permite identificar antecipadamente, conceitos, propriedades, relações e instâncias de uma ontologia.

- **METHONTOLOGY** - por meio de uma rica gama de artefatos, contribui na documentação e na verificação de ontologias.
- **Ontology Development 101** - contribui com uma visão clara de como se dá um

processo iterativo para o desenvolvimento de ontologias.

Cabe ressaltar que a combinação destas metodologias é discutida em trabalhos anteriores, a citar Rautenberg *et al.* (2008), Rautenberg *et al.* (2009) e Rautenberg *et al.* (2010); e caracteriza as atividades como descrito a seguir (Figura 4):

FIGURA 4 - PROCEDIMENTO METODOLÓGICO ADOTADO



Fonte: elaborada pelos autores.

1. **Especificação** - atividade cujo propósito é discernir sobre os custos do desenvolvimento de uma ontologia.
2. **Aquisição do conhecimento** - atividade de maior interação com os especialistas de domínio para abstrair os elementos de uma ontologia.
3. **Implementação** - atividade de menor interação com os especialistas de domínio, reservada às tarefas de cunho técnico/tecnológico.
4. **Verificação** - atividade que resgata a interação com especialistas de domínio para averiguar se a ontologia desenvolvida atende aos requisitos especificados.

6 ONTOLOGIA DESENVOLVIDA

De acordo com os procedimentos metodológicos, uma vez identificados o propósito, o escopo e as fontes de conhecimento, outra atividade importante é a aquisição do conhecimento. Neste sentido, objetivo primordial perseguido foi indagar os especialistas de domínio (engenheiros e gestores do conhecimento) na perspectiva que estes elaborassem questões de competência pertinentes ao entendimento do que são os Instrumentos da Gestão do Conhecimento e os Agentes Computacionais da Engenharia do Conhecimento. Cabe ressaltar que foram envolvidos 12 especialistas de domínio na atividade. O Quadro 1 enumera as questões percebidas durante as entrevistas com os especialistas, organizando-as segundo o *framework* de Zachman (SOWA; ZACHMAN, 1992).

QUADRO 1 - QUESTÕES LEVANTADAS REFERENTES AOS INSTRUMENTOS DA GESTÃO DO CONHECIMENTO E AGENTES COMPUTACIONAIS DA ENGENHARIA DO CONHECIMENTO

Dimensões	Questões de competência da ontologia
Como	Como implantar? Como integrar com processos? Como integrar com tecnologia? Como interage com as pessoas? Como retém os ativos de conhecimento?
Onde	Onde implantar? Onde pesquisar a respeito? Onde se utiliza?
Por que	Por que implantar? Por que não implantar? Por que utilizar? Por que não utilizar?
Qual	Quais são as aplicações possíveis? Quais são os ativos de conhecimento tratados? Quais são as características presentes? Quais são os casos de insucesso conhecidos? Quais são os casos de sucesso conhecidos? Quais são as desvantagens apresentadas? Quais são as ferramentas disponíveis que implementam a tecnologia? Quais são os indicadores de desempenho que podem ser aplicados? Quais são as pós-condições de implantação? Quais são as pré-condições de implantação? Quais são os recursos necessários para a utilização? Quais são as tendências tecnológicas? Quais são as vantagens apresentadas? Qual é a base conceitual? Qual é o cenário ideal de implantação? Qual é a complexidade de utilização? Qual é o comportamento cognitivo apresentado/estimado? Qual é a definição? Qual é o desempenho alcançado? Qual é o inter-relacionamento para com as demais tecnologias? Qual é o comportamento cognitivo apresentado?
Quando	Quando implantar? Quando não implantar? Quando utilizar? Quando não utilizar?
Quem	Quem são os especialistas de domínio? Quem são os grupos envolvidos? Quem são as organizações que implantaram? Quem são as organizações que pesquisam? Quem são os pesquisadores?

Fonte: elaborado pelos dos autores a partir das entrevistas com especialistas de domínio.

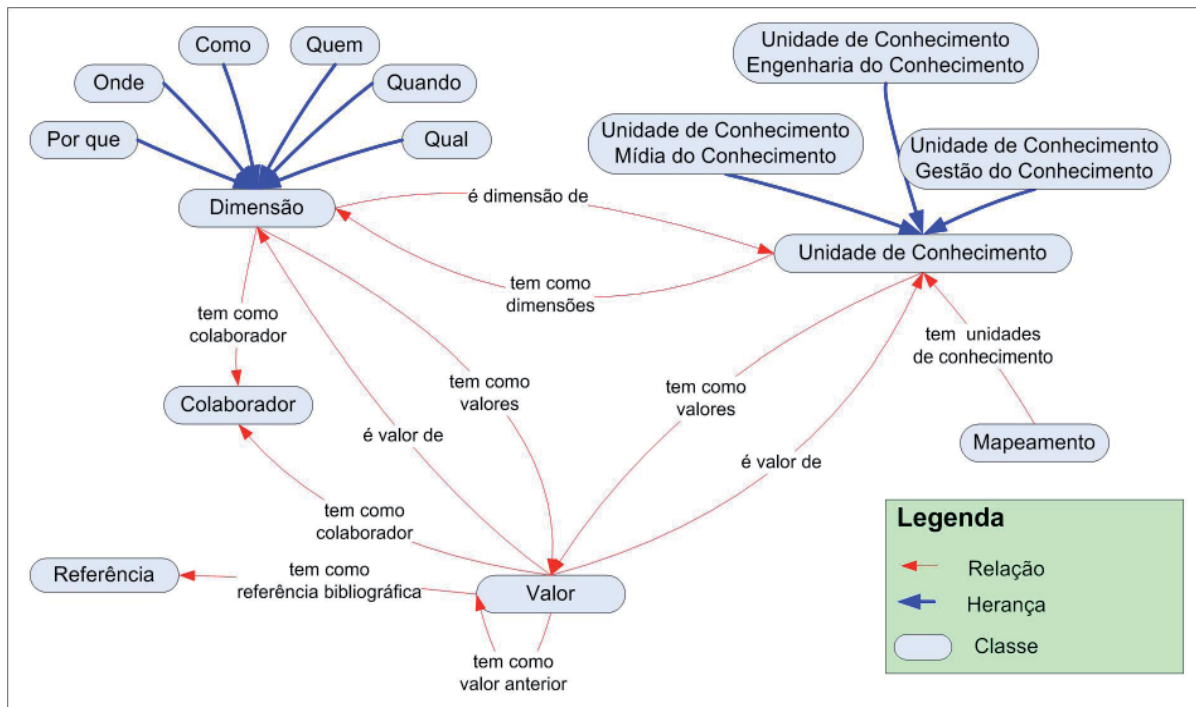
A partir da definição das questões de competência implementou-se uma ontologia, estruturando seus elementos constituintes de forma a privilegiar a formalização/representação do conhecimento inerente. Os elementos constituintes levantados são enumerados no Quadro 2, sendo que a organização resultante é abordada e exemplificada a diante.

QUADRO 2- PRINCIPAIS ELEMENTOS DA ONTOLOGIA DESENVOLVIDA

Elemento	Definição
Colaborador	Classe que representa os usuários, críticos e editores que colaboram no ciclo de vida da ontologia.
Como	Subclasse de Dimensão que representa as instâncias de dimensões de informação que respondem às questões de competência iniciadas por "Como".
Dimensão	Classe que representa todas as instâncias de dimensões de informação que podem ser explicitadas nas unidades de conhecimento.
é dimensão de	Relação inversa de tem como dimensões
é valor de	Relação inversa de tem como valores
Mapeamento	Classe que representa as instâncias do estabelecimento de uma correspondência biunívoca entre pontos de duas variáveis a serem consideradas.
Onde	Subclasse de Dimensão que representa as instâncias de dimensões de informação que respondem às questões de competência iniciadas por "Onde".
Por que	Subclasse de Dimensão que representa as instâncias de dimensões de informação que respondem às questões de competência iniciadas por "Por que".
Qual	Subclasse de Dimensão que representa as instâncias de dimensões de informação que respondem às questões de competência iniciadas por "Qual".
Quando	Subclasse de Dimensão que representa as instâncias de dimensões de informação que respondem às questões de competência iniciadas por "Quando".
Quem	Subclasse de Dimensão que representa as instâncias de dimensões de informação que respondem às questões de competência iniciadas por "Quem".
Referência	Classe que representa as instâncias de indicação de dados mínimos ou indispensáveis para identificação de um item bibliográfico.
tem como colaborador	Relação que mapeia os colaboradores como entidades responsáveis por atribuir os valores ou definir dimensões das unidades de conhecimento.
tem como dimensões	Relação que mapeia as dimensões de uma unidade de conhecimento.
tem como referência bibliográfica	Relação que mapeia as referências de um determinado valor.
tem como valor anterior	Relação que mapeia os valores anteriores de determinado valor.
tem como valores	Relação que mapeia os valores de uma dimensão, dada uma unidade de conhecimento.
tem unidades de conhecimento	Relação que mapeia as unidades de conhecimento para um determinado mapeamento.
Unidade de Conhecimento	Classe que representa as instâncias de pacotes atômicos do conteúdo de conhecimento que podem ser rotulados, indexados, armazenados, recuperados e manipulados em um contexto.
Unidade de Conhecimento Gestão do Conhecimento	Subclasse de Unidade de Conhecimento que especializa as Unidades de Conhecimento da Gestão do Conhecimento.
Unidade de Conhecimento Engenharia do Conhecimento	Subclasse de Unidade de Conhecimento que especializa as Unidades de Conhecimento da Engenharia do Conhecimento.
Unidade de Conhecimento Mídia do Conhecimento	Subclasse de Unidade de Conhecimento que especializa as Unidades de Conhecimento da Mídia do Conhecimento.
Valor	Classe que representa todas as instâncias de valores para as dimensões das unidades de conhecimento.

Fonte: elaborado pelos dos autores a partir da revisão da literatura e das entrevistas com especialistas.

FIGURA 5 - REPRESENTAÇÃO DA ONTOLOGIA DESENVOLVIDA

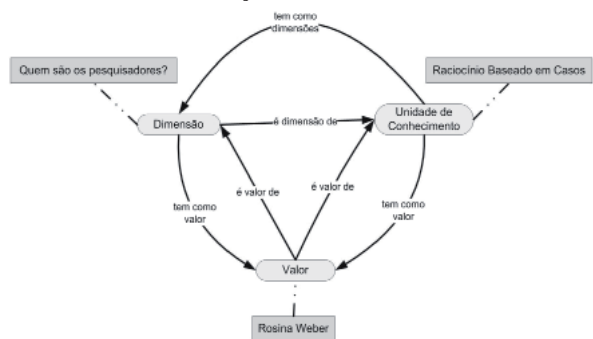


Fonte: elaborado pelos autores.

Representado na Figura 5, o cerne da ontologia se baseia nas classes “Unidade de Conhecimento”, “Dimensão” e “Valor” e nas relações entre classes “tem como valores”, “é valor de”, “tem como dimensões” e “é dimensão de”. A organização do conhecimento a ser representado na ontologia se dá principalmente por meio das relações entre: a) as instâncias de “Valor” para com as instâncias de “Dimensão”; b) as instâncias de “Valor” para com as instâncias de “Unidade de Conhecimento”; e c) as instâncias de “Dimensão” para com as instâncias de “Unidade de Conhecimento”.

Exemplificando, a Figura 6 esboça a seguinte situação: “Quem são os pesquisadores do Agente Computacional da Engenharia do Conhecimento denominado Raciocínio Baseado em Casos?”. Ao simular a utilização da ontologia, ter-se-ia como resposta a instância que representa a pesquisadora “Rosina Weber”. Perante a ontologia, o acesso à instância “Rosina Weber” se dá por duas circunstâncias:

FIGURA 6 - EXEMPLIFICAÇÃO DA ORGANIZAÇÃO DA ONTOLOGIA



Fonte: elaborado pelos autores.

- 1 “Quem são os pesquisadores?” representa uma instância de “Dimensão” que está relacionada à instância de “Valor” denominada “Rosina Weber” e também à instância de “Unidade de Conhecimento”

denominada “Raciocínio Baseado em Casos”.

- 2 Além de estar atrelada à instância de “Dimensão” “Quem são os pesquisadores?”, a instância de “Valor” “Rosina Weber” também está atrelada à instância de “Unidade de Conhecimento” “Raciocínio Baseado em Casos”.

Em outras palavras “Rosina Weber” é o elo entre “Quem são os pesquisadores?” de “Raciocínio Baseado em Casos”.

Uma vez apresentada a ontologia implementada, diante os procedimentos metodológicos resta discutir a atividade de verificação. Neste sentido, a próxima seção disserta a respeito dos principais aspectos da atividade supracitada, na forma de estudos de caso.

6 ESTUDOS DE CASO

Considerando a metodologia de desenvolvimento empregada, deve-se verificar a ontologia sob três aspectos:

1. perante o domínio da aplicação de uma ontologia prevenir-se das inconsistências em relação ao entendimento aceito expresso nas fontes de conhecimento coletadas;
2. frente a *framework* de referência (o propósito, o escopo e as questões de competência da ontologia) é preciso avaliar a consistência da ontologia de acordo com os requisitos levantados; e
3. considerando os possíveis usuários, deve-se questionar os indivíduos quanto à utilidade, à precisão e à cobertura da ontologia na explicitação do conhecimento representado.

Observando os aspectos enumerados, uma das formas de verificação de ontologias são os estudos de caso. Neste sentido, para verificar a ontologia desenvolvida foram propostos dois estudos de caso: a) o mapeamento do Agente Computacional da Engenharia do Conhecimento “Raciocínio Baseado em Casos (RBC)” para

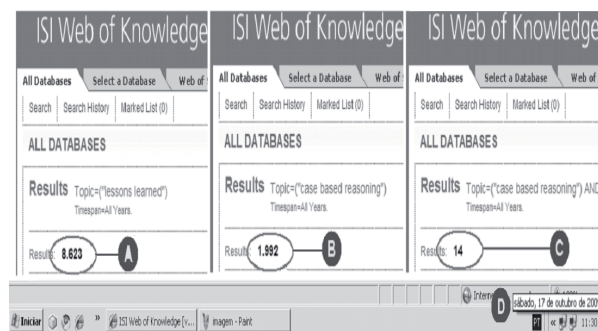
2 é um paradigma computacional de aprendizado e de resolução de problemas por meio de experiências passadas, ou casos (AAMODT; PLAZA, 1994). No sentido da resolução, um novo problema é resolvido por

com o Instrumento da Gestão do Conhecimento “Lições Aprendidas (LA)”³; e b) o mapeamento do Agente Computacional da Engenharia do Conhecimento “RBC” para com o Instrumento da Gestão do Conhecimento “Comunidades de Prática (CoP)”⁴.

6.1 Estudo de caso RBC e LA

Intencionalmente, alguns artigos científicos que abordam os construtos RBC e/ou LA foram considerados como fontes de conhecimento. De antemão, já se sabia que estes construtos se interrelacionavam na literatura científica, visto que uma lição aprendida representa uma experiência passada e que pode ser manipulado computacionalmente na forma descritiva de um caso em um RBC (WEBER; AHA, 2002). A Figura 7 evidencia o interrelacionamento, representando uma consulta realizada em um instrumento de consulta em bases científicas. Na figura são evidenciadas as consultas realizadas, onde são destacados: (A) o número de artigos que citam LA como um de seus tópicos; (B) o número de artigos que citam RBC como um de seus tópicos; (C) o número de artigos que citam ambos os construtos em seus tópicos; e (D) a data da realização das consultas.

FIGURA 7 - INTERRELACIONAMENTO ENTRE



Fonte: adaptado de ISI (2009, on-line).

encontrar um caso similar passado em sua base de casos e reutilizar a solução passada ao problema presente.

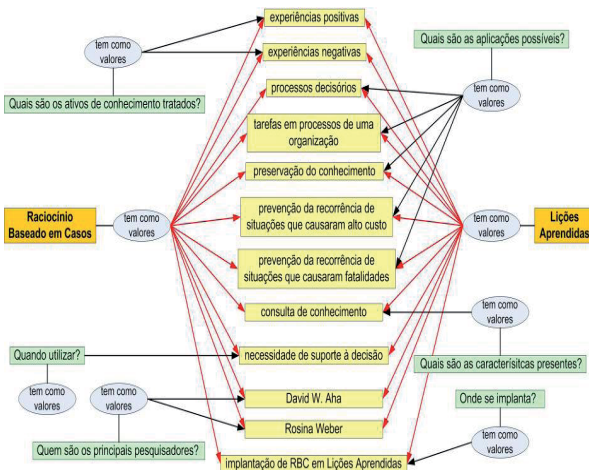
3 são experiências (de sucesso ou não) armazenadas como conhecimento organizacional e que estão disponibilizadas explicitamente para consulta e aprendizado de indivíduos (KEYES, 2006; KULKARNI; FREEZE, 2006).

4 são constituídas por um grupo de indivíduos que tem práticas comuns de trabalho, promovendo mecanismos de compartilhamento de conhecimento em uma ou várias organizações (KEYES, 2006). Compartilhando conhecimento tácito ou explícito, têm como objetivos resolver problemas, desenvolver melhores práticas, desenvolver habilidades, recrutar e reter talentos, só para citar alguns exemplos (WENGER; SNYDER, 2000).

Ao simular a utilização da ontologia no mapeamento entre RBC e LA, das fontes de conhecimento levantadas, foram abstraídas algumas instâncias.

A Figura 8 evidencia o mapeamento entre RBC e LA abstraído, integrando a percepção de quais são as dimensões de informação cujos valores são compartilhados entre as duas unidades de conhecimento. Ou seja, momentaneamente, de acordo com as instâncias de Dimensão “Quais são as aplicações possíveis?”, RBC e LA compartilham as instâncias de Valor: “prevenção da recorrência de situações que causaram alto custo”; “prevenção da recorrência de situações que causaram fatalidades”; “tarefas nos processos de uma organização”; “processos decisórios” e “preservação do conhecimento”. Interpretações similares, segundo a figura, podem ser feitas para as instâncias de Dimensão: “Quem são os pesquisadores?”; “Quando utilizar?”; “Onde implantar?”, “Quais são as características presentes?” e “Quais são os ativos de conhecimento tratados?”.

FIGURA 8 - DIMENSÕES E VALORES QUE MAPEIAM RBC E LA



Fonte: elaborado pelos autores.

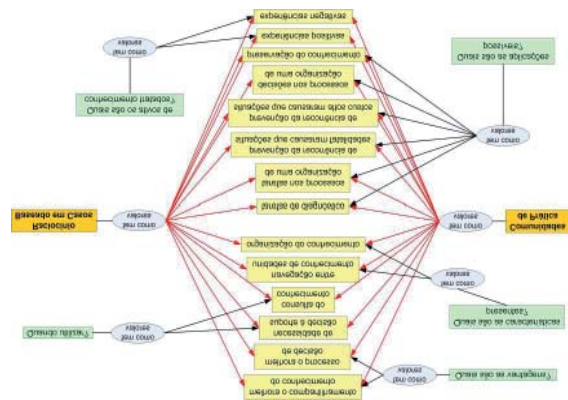
Com este estudo de caso, evidenciou-se que a ontologia permite incorporar indícios de mapeamento já apontados na literatura científica. Ou seja, observa-se que a ontologia permite organizar, formalizar e compartilhar

conhecimento explicitado academicamente e cientificamente.

6.2 Mapeamento: RBC e COP

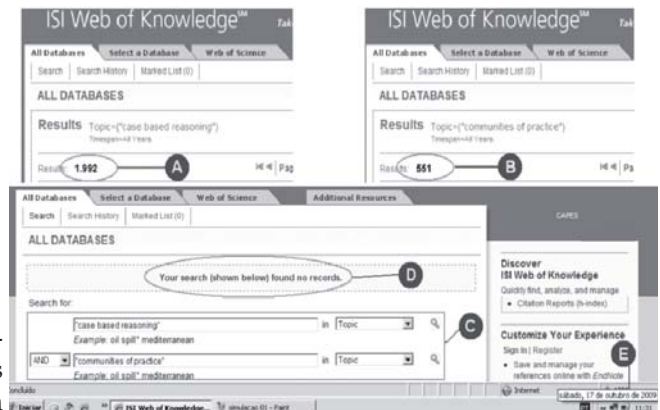
Com o intuito de comprovar a reutilização de recursos (no caso, as instâncias de Valor criadas para RBC), intencionalmente, buscou-se mapear a utilização de RBC em Comunidades de Prática (CoP). Diante da leitura de algumas fontes de conhecimento, concluiu-se que CoP e RBC também compartilham instâncias de Dimensão e de Valor, como pode ser percebido na Figura 9.

FIGURA 9 - DIMENSÕES E VALORES QUE MAPEIAM RBC E CoP



Fonte: elaborado pelos autores.

FIGURA 10 - INTERRELACIONAMENTO ENTRE RBC E CoP



Fonte: adaptado de ISI (2009, on-line).

Para comprovar o interrelacionamento neste estudo de caso, mediante o instrumento de consulta em bases científicas, tentou-se comprovar o mapeamento. A Figura 10 apresenta as consultas realizadas, onde: (A) indica o número de artigos com o tema ou palavra RBC; (B) indica o número de artigos com o tema CoP; (C) os termos consultados para a verificação do interrelacionamento; (D) a constatação que não existe um relacionamento explícito divulgado cientificamente entre os termos da consulta; (E) a data de realização das consultas. Diante da caracterização desta simulação, conclui-se que a ontologia proposta também permite a criação de conhecimento (pelo menos, não devidamente formalizado academicamente) que pode ser aplicado e refinado.

Ressalta-se que verificação dos estudos de caso realizados não se observou inconsistências em relação ao entendimento aceito do domínio, evidenciando também o atendimento dos requisitos levantados no *framework* de referência da ontologia (o escopo, o propósito e as questões de competência). E ao questionar os usuários quanto à utilidade, à precisão e à cobertura da ontologia, estes confirmaram como contribuições do trabalho:

1. O levantamento de questões que norteiam o entendimento de objetos de investigação em aplicações e em pesquisas interdisciplinares da Gestão do Conhecimento e da Engenharia do Conhecimento.
2. O refinamento ou a explicitação de parte do conhecimento no domínio da Engenharia do Conhecimento a ser utilizado no projeto de Agentes Computacionais da Engenharia do Conhecimento.
3. O refinamento ou a explicitação de parte do conhecimento no domínio da Gestão do Conhecimento a ser utilizado na

implantação dos Instrumentos da Gestão do Conhecimento.

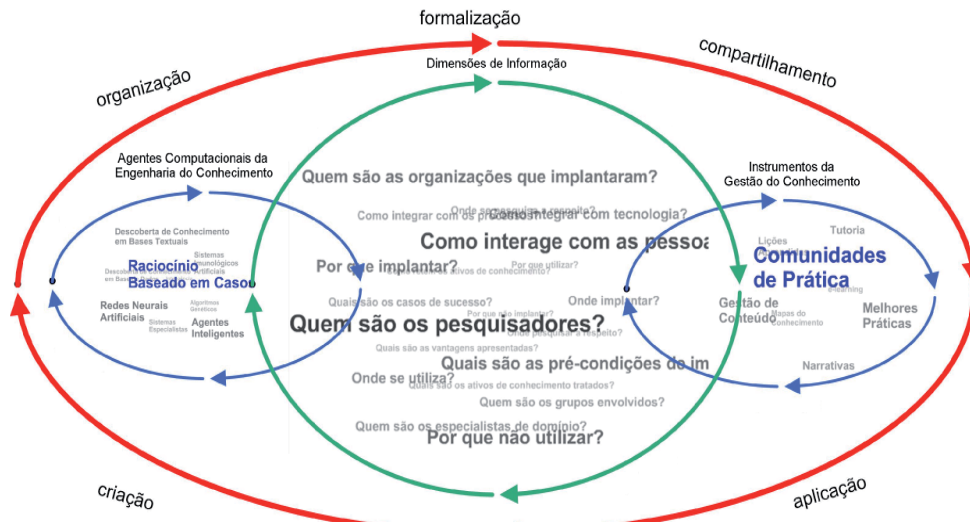
4. Uma forma de integração do conhecimento inerente ao projeto de Agentes Computacionais da Engenharia do Conhecimento como soluções tecnológicas mais aderentes aos Instrumentos da Gestão do Conhecimento.
5. Um conjunto de insumos à prospecção de um ambiente aberto para publicação, compartilhamento e exploração do conhecimento interdisciplinar.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste artigo apresentou-se o desenvolvimento de uma ontologia para o mapeamento de Instrumentos da Gestão do Conhecimento e Agentes da Engenharia do Conhecimento. Na literatura, foram encontrados dois trabalhos correlatos, o de Holsapple e Joshi (2004) e de Saito, Umemoto e Ikeda (2007). Contudo, nestes trabalhos não é percebida uma ontologia que contemple o relacionamento entre os construtos apontados.

De forma geral, a Figura 11 representa a ontologia desenvolvida. Nas extremidades da figura são agrupadas e exemplificadas instâncias de Agentes Computacionais da Engenharia do Conhecimento e de Instrumentos da Gestão do Conhecimento. Ao centro são evidenciadas as questões que norteiam o mapeamento realizado pela ontologia proposta e que privilegiam: 1) a comunicação entre dois modelos conceituais (a convergência científica da Gestão do Conhecimento e da Engenharia do Conhecimento); e 2) a integração de dois construtos (a convergência tecnológica dos Instrumentos da Gestão do Conhecimento e dos Agentes Computacionais da Engenharia do Conhecimento).

FIGURA 11 - REPRESENTAÇÃO DA ONTOLOGIA DESENVOLVIDA.



Fonte: elaborada pelos autores.

No que tange a convergência citada, ao se explorar o conhecimento representado, em um fluxo que perpassa os processos de criação, organização, formalização, compartilhamento, aplicação e refinamento do conhecimento, a ontologia pode ser utilizada para auxiliar a responder questões gerais como:

1. Que e como tecnologias avançadas podem ser empregadas na GC?
2. O que deve ser feito para que Sistemas de Conhecimento tomem seu lugar como ferramentas avançadas para a Gestão do Conhecimento?
3. Como combinar infraestrutura tecnológica e organizacional, no contexto de organizações baseadas no conhecimento?

Considerando essas questões e buscando contextualizar o modelo no campo da EC, admite-se que a ontologia proposta auxilia o engenheiro do conhecimento na estruturação e codificação de conhecimento diante a perspectiva da GC. Ou seja, para o engenheiro, a ontologia é uma importante fonte de conhecimento que permite entender definições mais adequadamente, que reflitam na amplitude dos conceitos inerentes à GC, assim como, nas especificidades dos Sistemas de Conhecimento.

Já no lado da GC, compreendendo-a como uma área de pesquisa interdisciplinar, tem-se que a ontologia auxilia o gestor do conhecimento na compreensão dos paradigmas de tecnologia circunscritos pela sua práxis. Ou seja, um gestor que não tem formação técnica, mas que deseja conhecer as tecnologias avançadas que são abarcadas nos Instrumentos da Gestão do Conhecimento, teria uma visão geral das soluções tecnológicas disponibilizadas pela EC.

Por fim, ao se ponderar sobre um ambiente de atuação interdisciplinar, para os engenheiros e gestores do conhecimento, a ontologia proposta se torna um importante meio de comunicação entre tais atores, quando do desenvolvimento de Agentes da Engenharia do Conhecimento tecnologicamente mais aderentes aos Instrumentos da Gestão do Conhecimento. Em outras palavras, pelo fato da ontologia desenvolvida representar conhecimento, primando pela estruturação, organização e integração de conhecimento interdisciplinar, ela permite explorar o conhecimento circunscrito na intersecção dos construtos Instrumentos da Gestão do Conhecimento e Agentes Computacionais da Engenharia do Conhecimento.

Entretanto, durante a verificação, alguns especialistas demonstraram disposição para verificar

a ontologia mediante a utilização de uma interface navegacional, com a possibilidade real de explorar os elementos constituintes e suas dimensões de informação. Embora o desenvolvimento de um sistema desta natureza não faz parte do escopo desta pesquisa, percebeu-se que sua implementação/ utilização poderia contribuir para materializar a ontologia na forma de uma aplicação para exploração do conhecimento. Por isso, como trabalho futuro, sugere-se o desenvolvimento de um ambiente computacional afim, como interface navegacional intuitiva do conhecimento representado.

Também é importante ressaltar que a ontologia foi verificada somente em dois estudos de caso que demonstraram sua viabilidade para criar, organizar, formalizar, compartilhar, aplicar e refinar conhecimento. Contudo, para avaliar completamente a ontologia, entende-se que existe a necessidade de expandir o conhecimento representado, mediante o incremento de novas instâncias. Isso permitiria a realização de novas simulações, possibilitando a realização e a análise de contraexemplos.

AN ONTOLOGY FOR KNOWLEDGE MANAGEMENT INSTRUMENTS AND KNOWLEDGE ENGINEERING AGENTS

Abstract

Based on their methods and tools, the Knowledge Engineering develops models to support the knowledge management processes. So, Knowledge Engineering and Knowledge Management are complementary and interdisciplinary areas, whose convergence has been accentuated in recent years. However, due to polysemy of some interdisciplinary concepts, the communication between knowledge engineer and manager is a critical issue. As a way to contribute to communication, there is the proposal for domain ontology of the convergence of two central concepts of the mentioned interdisciplinarity: the Knowledge Engineering Computational Agents and the Knowledge Management Instruments. This paper presents the developed ontology, which was verified by domain experts (knowledge engineers and managers), with the following reported results: a) a set of questions that guide the understanding of interdisciplinary research objects from Knowledge Engineering and Knowledge Management areas; and b) a way to integrate knowledge elements inherent to the application of Knowledge Engineering Computational Agents as technological solutions that are more adherent to the Knowledge Management Instruments.

Keywords:

Ontology. Knowledge Engineering Computational Agents. Knowledge Management Instruments. Knowledge Management. Knowledge Engineering.

Artigo recebido em 03/09/2010 e aceito para publicação em 10/04/2011

REFERÊNCIAS

AAMODT, A.; PLAZA, E. Case-Based Reasoning: Foundational Issues, Methodological Variations, and System Approaches. **AI Communications**, v. 7, n. 1, p. 39-59, 1994.

ALMEIDA, M. B. Roteiro para construção de uma ontologia bibliográfica através de ferramenta automatizada. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v. 8, n. 2, p. 164-179, 2003.

ALMEIDA, M. B.; BAX, M. P. Uma visão geral sobre ontologias: pesquisa sobre definições, tipos, aplicações, métodos de avaliação e de construção. **Ciência da Informação**, v. 32, n. 3, p. 7-20, 2003.

BORST, W. N. **Construction of Engineering Ontologies**. Tese, University of Twente - Centre for Telematica and Information Technology, Enschede, Nederland, 1997.

- BRUSA, G.; et al. Towards ontological engineering: a process for building a domain ontology from scratch in public administration. **Expert Systems**, v. 25, n., 5, p. 484-503, 2008.
- CHUA, A. A Framework for Knowledge Management Implementation. **Journal of Information & Knowledge Management**, v. 2, n. 1, 79-86, 2003.
- CHUA, A. Implementing Knowledge management system architecture: a bridge between KM consultants and technologists. **International Journal of Information Management**, v. 24, n. 1, p. 87-98, 2004.
- CORCHO, O.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, M., GÓMEZ-PÉREZ, A. Methodologies, tools and languages for building ontologies. Where is their meeting point? **Data & Knowledge Engineering**, v. 46, n. 1, p. 41-64, 2003.
- CUNHA, M. B. da; CAVALCANTI, C. R. de O. **Dicionário de biblioteconomia e arquivologia**. Brasília: Briquet de Lemos, 2008.
- DACONTA, M. C.; OBRST, L. J.; SMITH, K. T. **The Semantic Web: A Guide to the Future of XML, Web Services, and Knowledge Management**. Chichester: John Wiley & Sons, 2003.
- FERNÁNDEZ-LÓPEZ, M.; GÓMEZ-PÉREZ, A. Overview and analysis of methodologies for building ontologies. **The Knowledge Engineering Review**, v. 17, n. 2, p. 129-156, 2002.
- GASEVIC, D.; DJURIC, D.; DEVEDZIC, V., SELIC, B. V. **Model Driven Architecture and Ontology Development**. Heidelberg: Springer, 2006.
- GÓMEZ-PÉREZ, A; CORCHO, O.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, M. **Ontological Engineering: with examples from the areas of knowledge management, e-commerce and the semantic web**. Heidelberg: Springer, 2004.
- GOTTSCHALK, P. **Knowledge management systems: value shop creation**. London: Idea Group Inc., 2007.
- HEPP, M.; SIORPAES, K.; BACHLECHNER, D. Harvesting Wiki Consensus Using Wikipedia Entries as Vocabulary for Knowledge Management. **Internet Computing**, v. 11, n. 5, p. 54-65, 2007.
- HOLSAPPLE, C. W. The inseparability of modern knowledge management and computer-based technology. **Journal of Knowledge Management**, v. 9, n. 1, p. 42-52, 2005.
- HOLSAPPLE, C. W; JOSHI, K. D. A Formal Knowledge Management Ontology: Conduct, Activities, Resources, and Influences. **Journal of the American Society for Information Science and Technology**, v. 55, n. 7, p. 593-612, 2004.
- ISI Web of Knowledge. Search all Databases. Disponível em: <http://apps.isiknowledge.com/UA_GeneralSearch_input.do?product=UA&search_mode=GeneralSearch&SID=1F4biedMf32nfmI0CDk&preferencesSaved=>>. Acesso em: 17 out. 2009. 10:00.
- ISKE, P.; BOERSMA, W. Connected brains: Question and answer systems for knowledge sharing: concepts, implementation and return on investment. **Journal of Knowledge Management**, v. 9, n. 1, p. 126-145, 2005.
- KENDAL, S.; CREEN, M. **An Introduction to Knowledge Engineering**. Heidelberg: Springer, 2007.
- KEYES, J. **Knowledge Management, Business Intelligence, and Content Management: the IT Practitioner's Guide**, Auerbach Publications, 2006.
- KEYES, J. **Knowledge Management, Business Intelligence, and Content Management: the IT Practitioner's Guide**. Boca Raton: Auerbach Publications, 2006.
- KIRYAKOV, A. Ontologies for Knowledge Management. In: DAVIES, J.; et al. (eds). **Semantic Web Technologies: trends and research in ontology-based systems**, Chichester: John Wiley & Sons, p. 115-138, 2006.

- KULKARNI, U.; FREEZE, R. Measuring Knowledge Management Capabilities. In: SCHWARTZ, David G (ed). **Encyclopedia of Knowledge Management**. London: Idea Group, p. 605-613, 2006.
- MAIER, R. **Knowledge Management Systems Information and Communication Technologies for Knowledge Management**, 3º ed, Heidelberg: Springer, 2007.
- MARCONDES, C. H.; MENDONÇA, M. A. R.; MALHEIROS, L. R.; SANTOS, T. C. P. dos. Ontologias como novas bases do conhecimento científico. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v. 13, n. 3, p. 20-39, 2008.
- METAXIOTIS, K.; ERGAZAKIS, K.; SAMOUILIDIS, E.; PSARRAS, J. Decision support through knowledge management: the role of the artificial intelligence. **Information Management & Computer Security**, v. 11, n. 5, p. 216-221, 2003.
- MIKA, P.; AKKERMANS, H. Towards a new synthesis of ontology technology and knowledge management. **The Knowledge Engineering Review**, v. 19, n. 4, p. 317-345, 2005.
- MUNAKATA, T. **Fundamentals of the New Artificial Intelligence: Neural, Evolutionary, Fuzzy and More**. Heidelberg: Springer, 2008.
- NISSEN, M. E. **Harnessing knowledge dynamics**. London: Idea Group Inc., 2006.
- NOY, N. F.; MCGUINNESS, D. L. **Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology**. Disponível em: <<http://www.wksl.stanford.edu/people/dlm/papers/ontology-tutorial-noy-mcguinness.pdf>>. Acesso em: 02 abril 2008 17:00.
- O'LEARY, D. E. Using AI in Knowledge Management: Knowledge Bases and Ontologies. **Intelligent Systems and Their Applications**, v. 13, n. 3, p. 34-39, 1998.
- PICKLER, M. E. V. Web Semântica: ontologias como ferramentas de representação do conhecimento. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v. 12, n. 1, p. 65-83, 2007.
- RAUTENBERG, S.; GOMES FILHO, A. C.; TODESCO, J. L.; GAUTHIER, F. Á. O. Ferramenta ontoKEM: uma contribuição à Ciência da Informação para o desenvolvimento de ontologias. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v. 15, p. 239-258, 2010.
- RAUTENBERG, S.; TODESCO, J. L.; GAUTHIER, F. Á. O. Processo de desenvolvimento de ontologias: uma proposta e uma ferramenta. **Revista Tecnologia (UNIFOR)**, v. 30, p. 133-144, 2009.
- RAUTENBERG, S.; TODESCO, J. L.; STEIL, A. V. Uma metodologia para o desenvolvimento de ontologias. **Revista de Ciências Exatas e Naturais**, v. 10, p. 237-262, 2008.
- SAITO, A.; UMEMOTO, K.; IKEDA, M. A strategy-based ontology of knowledge management technology. **Journal of Knowledge Management**, v. 11, n. 1, p. 97-114, 2007.
- SCHREIBER, G.; AKKERMANS, H.; ANJEWIERDEN, A.; de HOOG, R.; SHADBOLT, N.; van der VELDE, W.; WIELINGA, B. **Knowledge engineering and management: the commonKADS methodology**. Massachusetts: MIT Press, 2002.
- SHADBOLT, N.; MILTON, N. From Knowledge Engineering to Knowledge Management. **British Journal of Management**, v. 10, n. 4, p. 309-322, 1999.
- SOWA, J.; ZACHMAN, J. Extending and formalizing the framework for information systems architecture. **IBM Systems Journal**, v. 31, p. 590-616, 1992.
- STUDER, R.; DECKER, S.; FENSEL, D.; STAAB, S. Situation and Perspective of Knowledge Engineering In: Cuenca, J; et al. (eds). **Knowledge Engineering and Agent Technology: IOS Series on Frontiers in Artificial Intelligence and Applications**. Amsterdam: IOS Press, 2000.

SURE, Y.; STUDER, R. A Methodology for Ontology-based Knowledge Management. In: DAVIES, John; et al (eds). **Towards The Semantic Web: Ontology-Driven Knowledge Management**. Chichester: John Wiley & Sons, 2003, p. 33-46.

TSUI, E.; GARNER, B. J.; STAAB, S. The role of artificial intelligence in knowledge management. **Knowledge-Based Systems**, v. 13, n. 5, p. 235-239, 2000.

WALTZ, E. **Knowledge management in the intelligence enterprise**. Norwood: Artech House, 2003.

WEBER, R. O.; AHA, D. W. Intelligent delivery of military lessons learned. **Decision Support Systems**, v. 34, n. 3, p. 287-304, 2002.

WENGER, E.; SNYDER, W. M. Communities of Practices: the organizational frontier. **Harvard Business Review**, v. 78, n. 1, p. 139-145, 2000.

WIIG, K. M. **People-Focused Knowledge Management: How Effective Decision Making Leads to Corporate Success**. Amsterdam: Elsevier, 2004.

WOOLDRIDGE, M; JENNINGS, N. R. Intelligent agents: theory and practice. **Knowledge Engineering Review**, v. 10, n. 2, p. 115-152, 1995.