

Integração de Conhecimento em Ambientes Colaborativos Utilizando Integração Ontológica Supervisionada

Leandro P. Natale¹, Nizam Omar¹

¹Faculdade de Computação e Informática – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Rua da Consolação, 896 – 01302-907 – São Paulo – SP – Brasil

leandro.natale@mackenzie.br, nizam.omar@mackenzie.br

Abstract. *The new Information and Communication Technologies (ICT) has become most dynamic the relationship between people. Those relationships are also gaining speed and complexity due to the amount of resources, data and information exchanged. For this process can be performed efficiently, these resources must be searchable, findable and integrated based on they stored knowledge. This knowledge must be processed to enable integration into a uniform, automatic and safe negotiated format. Based on these aspects, this paper presents a computer system architecture for collaborative systems development, which enables a social integration through an interlingua created from the system user's knowledge integration, in negotiated way.*

Resumo. *As novas Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) tem tornado o relacionamento entre as pessoas mais dinâmico. Este relacionamento também está ganhando velocidade e complexidade em razão da quantidade de recursos, dados e informações intercambiadas. Para que este processo possa ser efetuado de forma eficiente, estes recursos devem ser buscados, achados e integrados com base no conhecimento armazenado. Este conhecimento deve ser processado de forma a permitir uma integração em um formato uniforme, automática, negociada e segura. Com base nestes aspectos, este trabalho apresenta uma arquitetura se um sistema computacional para desenvolvimento de sistemas colaborativos, que viabiliza uma integração social através de interlínguas criadas a partir da integração do conhecimento, de forma negociada, dos usuários do sistema.*

1. Introdução

A organização do conhecimento para posterior busca e compartilhamento é uma tarefa inerente ao ser humano. As diferentes civilizações, em diferentes tempos, organizavam e compilavam o conhecimento em diferentes tipos de mídias como hieróglifos, rolos de papiros, livros, etc. O armazenamento do conhecimento, transcrito em recursos multimídia, passou a ser realizado de forma sistemática através de diferentes processos em bibliotecas, acervos, museus, etc.

Com o surgimento da Internet, esta passou a ser o principal repositório de devido à sua facilidade de interação, com interfaces simples que permitem aos usuários interagirem com ambientes computacionais complexos. Através desta interação os usuários tem a possibilidade de criar, armazenar e compartilhar seus próprios documentos.

Os dados coletados pelos Sistemas de Informação (SI), associados a diversos tipos de aplicativos, permitem que os conteúdos utilizados nessas transações ofereçam uma riqueza de conhecimentos sobre diferentes domínios envolvidos.

Neste sentido, cada usuário possui definições particulares de conceitos e definições contidas nestes recursos. A criação de um método que permita uma tradução automática destes conceitos, facilita a integração, comunicação mais fluente e intercâmbio de recursos entre os usuários de ambientes colaborativos.

O processamento do grande volume de informação armazenada e intercambiada em meio digital se tornou uma tarefa quase que totalmente computacional. Para viabilizar este processamento automático surge a necessidade de representação desta informação de forma a permitir busca e compartilhamento. A complexidade não está somente em como extrair a informação dos documentos armazenados, mas também classifica-la quanto a sua relevância, domínio, conteúdo, como compartilha-la em um ambiente colaborativo e principalmente como encontra-la, dado que a organização e classificação do conhecimento é um julgamento particular de cada usuário.

Esta tarefa depende diretamente do contexto e domínio da informação com relação à relevância e significado de cada termo atribuídos por cada usuários. Em acréscimo a relevância pode mudar com o tempo à medida que novas informações são disponibilizadas ou novos dispositivos passam a ser utilizados como ferramentas para a interatividade.

Analisando sob o ponto de vista das informações representadas nos diferentes recursos multimídia, Estes dados são, em sua essência, heterogêneos, e como visto, distribuídos em repositórios de informações distintos. Analisar, integrar e gerenciar todos estes dados de forma que possam transmitir alguma informação, de forma a possibilitar a extração de conhecimento destas bases, é um dos mais complexos desafios computacionais [16], [3], [5].

Muitas estratégias tem sido adotadas para viabilizar a representação do conhecimento como passo inicial do compartilhamento de recursos, entre elas é possível destacar a utilização de tesouros. Esta metodologia consiste em criar uma lista pré-compilada de palavras importantes para um dado domínio, e relacionar cada uma destas palavras com outros conjuntos de palavras que estabeleçam algum relacionamento sintático ou semântico. Desta forma é criado um dicionário de termos relacionados.

A criação de um tesouro também deve envolver a normalização do vocabulário utilizado, e pode incluir estruturas mais complexas como frases, categorias, subcategorias, etc.

O vocabulário normalizado de um tesouro é um forte candidato a ser utilizado na indexação e busca de documentos. Além de possibilitar a criação de hierarquias e classificações normalizadas dos conceitos utilizados, diminuindo ruídos nas tarefas de busca, e possibilitar ainda uma identificação semântica como forma de representação do conteúdo destes documentos [26].

Uma estratégia mais robusta utiliza Ontologias, as quais têm o objetivo de armazenar o conhecimento de um dado domínio formalmente, de forma que possam ser reutilizadas por aplicações e pessoas. Entretanto um domínio pode possuir diferentes definições representadas cada uma em uma ontologia diferente. Este cenário heterogêneo é uma das principais características de um ambiente colaborativo. Desta

forma, técnicas de integração e combinação ontológica são necessárias para tornar mais eficiente o reuso e compartilhamento de ontologias [9].

As bases ontológicas de conhecimento possuem grandes quantidades de dados e relacionamentos, formando grafos densos com vértices de grau elevado. Para que o processamento deste tipo de base seja eficiente, as bases ontológicas devem ser construídas seguindo metodologias que permitam seu reuso, reengenharia, processamento eficiente de facilitem a integração com outros sistemas [9].

A tarefa de integração destes dados para análises mais precisas, integrações sistêmicas e sociais, possui muitas incertezas inerentes. Estas incertezas surgem, devido ao formato de representação destes dados e técnicas utilizadas para extração da informação[18].

Visando minimizar estas incertezas, este trabalho apresenta um modelo de representação do conhecimento destas bases e integração de dados heterogêneos de forma automática, negociada e segura. O modelo WKI – Web Knowledge Integration – foi desenvolvido com o objetivo de estabelecer o alinhamento entre diferentes ontologias.

Desta forma, a utilização de métodos eficientes de representação do conhecimento traz melhores resultados em atividades de integração. Ontologias estão pautadas em representar domínios do conhecimento computacionalmente, possibilitando que agentes computacionais possam interagir automaticamente entre si [21].

O alinhamento de ontologias foi definido originalmente [15] como um método para estabelecer uma tradução automática ou supervisionada entre duas ontologias. Um mapeamento direto um-para-um pode, muitas vezes, não expressar a conceitualização complementar [15]. Desta forma o WKI promove emparelhamentos de melhor qualidade, através da utilização de uma interlíngua criada a partir da interação dos criadores das ontologias.

O WKI é composto pelo modelo de taxonomia das ontologias a serem alinhadas, algoritmos utilizados para extração e criação de ontologias, algoritmos de alinhamento ontológico e um conjunto de operadores que promovem a interação dos criadores de cada ontologia. Este algoritmo está implementado na arquitetura do software WProfile [25].

A arquitetura WProfile [25] foi projetada para gerenciar uma rede social que permite a busca e compartilhamento de recursos multimídia. Cada recurso multimídia presente no sistema está representado por uma ontologia local. A interação dos usuários buscando e compartilhando recursos é realizada de forma transparente com relação ao conhecimento local. Isto é possível através do modelo de alinhamento ontológico criado pelo WKI.

Será apresentado neste artigo os detalhes do WKI, como ele foi implementado na arquitetura WProfile, e os casos de teste utilizados para validação da implementação.

2. Integração Ontológica

Noy e Musen (1999) definem dois tipos de integração ontológica: alinhamento e mescla (“merge”). O alinhamento consiste em estabelecer ligações ou mapeamentos entre duas ontologias (não necessariamente de um mesmo domínio), mantendo as ontologias

originais. Nesta técnica devem ser utilizadas regras que interliguem dois conceitos criando uma associação ou interlíngua entre as duas ontologias. A integração ontológica utilizando técnicas de “merge” cria uma nova ontologia a partir do par original. A técnica de “merge” pressupõe que as duas ontologias sejam de um mesmo domínio, os conceitos presentes nas ontologias iniciais devem estar presentes na nova e mais geral ontologia de domínio criada.

A integração ontológica por alinhamento possui uma grande vantagem com relação ao processo de merge, pois permite unir duas ontologias de domínios diferentes. O processo pode ser realizado de três maneiras: automaticamente, supervisionado ou de uma forma híbrida. Independente do processo utilizando, após o alinhamento, as ontologias originais são mantidas inalteradas.

Os caminhos seguidos por diferentes autores que buscaram o alinhamento ontológico como forma de integração de ontologias de diferentes domínios, seguiu, principalmente a utilização de processos de merge de estruturas, e alinhamento de estruturas.

O PROMPT, algoritmo desenvolvido para realizar o processos de alinhamento e merge de Ontologias [15]. Este método analisa a estrutura de relacionamentos dos conceitos que foram emparelhados na vizinhança. Este algoritmo inicia selecionando um conjunto de classes baseado na similaridade de nomes. A partir deste ponto, existe uma interação com o usuário que direciona o alinhamento ou fusão dos termos das ontologias. A cada interação são avaliadas as vizinhanças de cada relacionamento de forma a otimizar o processo.

Este método utiliza um dos princípios das técnicas de Knowledge Management, a supervisão de um especialista durante o processo de construção de uma ontologia. Isto proporciona melhores resultados ao processo final pois o especialista pode direcionar a construção do conhecimento.

O método ONIONS (ONtological Integration Of Naive Sources) [27], utiliza-se do alinhamento de ontologias de forma supervisionada. Esta metodologia está pautada na estratificação de ontologias genéricas, intermediárias e de domínios. Os alinhamentos são criados diretamente entre os metadados das diferentes ontologias envolvidas.

Diferente dos métodos anteriores o FCA-Merge (Stumme and Maedche, 2001), considera, além das ontologias a serem emparelhadas, um conjunto de documentos do domínio de cada uma destas ontologias. Desta forma, são extraídos dos documentos conceitos que pertencem a ambas ontologias.

Desta forma se o conceito C1 da ontologia O1 possui instancias em um documento que contenha instancias de conceito C2 da ontologia O2. Então C1 e C2 são candidatos a serem considerados um mesmo conceito.

Hwang (2009) descreve o OntoMProcess, como um método capaz de integrar duas ontologias de um mesmo domínio em um ambiente colaborativo. Neste método a ontologia de integração é criada a partir de um conceito “semente” (*seed*) e que deve ser conceituado de forma colaborativa. Entretanto este processo possui alguns problemas relacionados ao tratamento da redundância de termos e definições dos conceitos para cada usuário.

O OntoMProcess não prevê que cada usuário deva ter uma ontologia local formalmente criada, fazendo com que o tempo médio para criar as ontologias é ao redor de 1,5 minutos, relativamente grande para um ambiente web. Desta forma algumas inconsistências semânticas e redundâncias em definições são geradas, e devem ser resolvidas por um administrador do sistema [13].

Seguindo abordagens diferenciadas para integração de conhecimento e documentos. O e-Share, proporciona a integração manual entre diferentes grupos de usuários. A criação dos grupos de compartilhamento não utiliza nenhuma ferramenta gerenciadora de redes sociais, desta forma não é possível realizar buscas por recursos compartilhados neste ambiente. Esta ferramenta não possui nenhuma ferramenta para criar uma taxonomia dos dados, como forma de otimização dos processos.

O Mendeley, especializado em recursos acadêmicos, permite a criação de grupos de pesquisadores com livre compartilhamento dos recursos. Este serviço possui um mecanismo de ranqueamento de artigos, como forma de otimizar o compartilhamento. Também existem serviços que permitem indexar os artigos e assim facilitar a busca local e de forma global. Serviços semelhantes são disponibilizados pelo Google Drive.

Dentro deste paradigma de compartilhamento de conhecimento, também se destacam ferramentas com características que proporcionam o aprendizado colaborativo, através do compartilhamento de conhecimento, e agrupadas sob o termo Ensino Colaborativo com Suporte Computacional (CSCL – Computer-Supported Collaborative Learning).

Além destas importantes características de integração de documentos e bases de dados, o compartilhamento é alcançado através da utilização do envio de e-mails. Esta infraestrutura é amplamente escalável e com alta performance, proporciona uma maior interação entre os indivíduos, principalmente num ambiente empresarial, organiza as discussões de forma hierárquica, resultando em tópicos e sub-tópicos nas bases de dados.

Apesar da possibilidade deste tipo de interação, os usuários não estão conectados entre si através de interesses pessoais ou profissionais (diretamente), pois existe apenas um grande catálogo de endereços eletrônicos.

Analisando as características de um ambiente colaborativo, os repositórios de dados locais são criados a partir dos recursos de cada usuário. Para que estes recursos possam ser armazenados de forma eficiente, de forma a permitir a criação de uma ontologia local correta, e consistente, devem ser utilizadas ferramentas especializadas em extração e recuperação de informação. Estas ferramentas devem ainda ser capazes de trabalhar com diferentes tipos de recursos (como textos, áudio, vídeo, etc.) de forma a disponibilizar aos usuários melhores experiências e possibilidades de armazenamento das informações.

3. O Método Web Knowledge Integration (WKI)

Grüninger (2005) propõe a integração entre máquinas e humanos através da utilização de ontologias modulares e criadas a partir de inferências semânticas baseadas em detalhes e descrições previamente armazenadas.

O desenvolvimento deste método amplia este conceito, propondo a integração de seres humanos, em ambientes colaborativos, através de ontologias interligadas. Este

método possibilita que definições particulares de cada usuário, representadas em ontologias locais, possam ser integradas, permitindo uma comunicação mais fluente entre os usuários.

Desta forma o método WKI é um método de alinhamento ontológico, baseado em ontologias locais de usuários de ambientes colaborativos, redes sociais, e similares. O WKI é composto por uma fase automatizada, e outra fase supervisionada. A proposta principal da abordagem deste método está em criar uma interlíngua entre duas ontologias de domínios diferentes, utilizando a supervisão de seus especialistas.

Este método adapta dois processos importantes para alinhamento ontológico em ambientes colaborativos. O primeiro se refere ao processamento automático, semelhante ao utilizado pelo ONIONS [27], seguido de um processo supervisionado assíncrono.

Desta forma, a seguir estão detalhados as atividades necessárias para realizar este alinhamento ontológico.

Atividade 1. Construção de ontologias de Nível Superior. Primeiramente devem ser construídas ontologias para diferentes domínios, que permitam conceitualizar recursos multimídia. Nesta etapa também é construída uma ontologia semântica, utilizada para a conceitualização semanticamente os atributos e propriedades de cada recurso multimídia a ser classificado.

Atividade 2. Construção das ontologias locais. Nesta fase são construídas as ontologias locais através de um processo de extração de informação e metadados de recursos multimídia dos usuários. Para isto, são utilizadas as ontologias de nível superior da Atividade 1 e cada atributo ou propriedade também pode ser conceptualizado.

Atividade 3. Análise Taxonômica. Cada usuário deve classificar e definir os atributos e propriedades de seus recursos. Esta fase é de primordial importância, pois cada usuário (especialista ontológico) descreve o significado particular de cada termo, e recurso. Este processo permite ao usuário classificar semanticamente os termos como:

- Polissêmicos: Um termo pode adquirir diferentes significados, de acordo com o contexto. Por exemplo Java pode significar um arquipélago na indonésia (em um contexto geográfico), uma linguagem de programação, ou um tipo de bebida feita com grãos de café. Um diferente conceito para cada significado de Java deve ser criado.
- Sinônimos: Dois ou mais termos de grafia diferente possuem um mesmo significado
- Antônimos. Termos diferentes com significados opostos.

Atividade 4. Ampliação Ontológica Local. Esta etapa utiliza um motor de inferência para estabelecer novos relacionamentos, ampliando semanticamente os relacionamentos locais. Nesta etapa ocorre um alinhamento semântico local.

Atividade 5. Refinamento Semântico. Quando um usuário realiza uma busca por recursos no ambiente colaborativo, deve fornecer um termo que o identifique, caso este ainda não esteja definido em sua ontologia local deve refina-lo executando a Atividade 2. Nesta atividade pode ser criada uma nova classe ou instância na ontologia local.

Atividade 6. Seleção Ontológica. Processo através do qual é realizada uma busca nas diversas ontologias do ambiente, de forma a encontrar equivalências com o termo buscado. Este processo chama-se seleção, pois é realizada uma seleção das ontologias que possuem alguma conceptualização do termo buscado ou de suas definições. Caso não seja selecionada nenhuma ontologia, o usuário deve executar a Atividade 2 novamente de forma a refinar ainda mais o termo ou conceito que está buscando.

Nesta interação o WKI utiliza-se do mesmo conceito utilizado pelo FCA-Merge, mas de uma forma estendida. Se um conceito C1, ou um de seus conceitos derivados, pertencente a uma ontologia O1 (neste caso a ontologia local) também possui um conceito equivalente C2 em uma ontologia O2 (qualquer uma das demais ontologias locais presentes no ambiente), eles são candidatos a possuírem algum tipo de relacionamento (não necessariamente de serem o mesmo conceito).

Neste caso o emparelhamento ocorrerá somente após a análise dos criadores de cada uma das ontologias locais no estágio Negociação Ontológica Multi-Local.

Atividade 7. Negociação Ontológica Multi-Local. Nesta atividade cada termo é formalizado de forma negociada, pois os usuários das duas ontologias analisam os conceitos de forma a aceitar ou não o novo conceito. Para ambos os usuários (aquele que realizou a busca, e aquele que possui o recurso desejado) são apresentadas seções das ontologias de forma a facilitar a compreensão do novo conceito.

Atividade 8. Criação da interlândia. Esta é a atividade em que a interlândia de integração ontológica é criada. Automaticamente, com base nos conceitos negociados na Atividade 7, é criada uma ontologia para união dos novos conceitos, através das relações Subclass-Of, Superclass-Of, Part-Of, Associated-by, Inverse-Of e Same-As.

Atividade 9. Enriquecimento Ontológico. Esta última atividade tem por objetivo realizar uma operação de inferência nesta nova ontologia de integração com base nas definições e conceitos de ambas ontologias adjacentes. Diferente da atividade 4, a análise semântica realizada neste momento é limitada somente a operações transitivas, de forma a evitar falsas relações, pois as ontologias adjacentes, recém interligadas, são de domínios diferentes.

Visando minimizar combinações ontologias incorretas, as ontologias locais são integradas em pares de entidades. O emparelhamento negociado permite a criação de um mapeamento entre os recursos compartilhados, criando uma interlândia de integração e minimizando a incerteza destes relacionamentos.

O WKI permite a integração de repositórios de recursos multimídia em num nível ontológico. Cada repositório deve possuir uma ontologia local para sua representação. Isto possibilita a criação de uma interoperabilidade entre as ontologias locais. O emparelhamento de todas as ontologias, proporciona o surgimento de uma ontologia geral de domínio superior que descreve todos os conceitos de todos os repositórios de dados integrados.

4. Modelagem e Arquitetura WProfile

Esta sessão apresenta a utilização do WKI como suporte à integração e compartilhamento de recursos no ambiente colaborativo WProfile. Este é um ambiente colaborativo, que permite aos usuários efetuar buscas e compartilhamento de recursos

multimídia de acordo com o conteúdo semântico destes recursos, diferente das ferramentas utilizadas normalmente.

Este ambiente permite que o usuário possa incluir recursos multimídia, todos estes representados a partir de uma ontologia de domínio. Esta camada ontológica permite uma melhor conceitualização dos recursos armazenados.

A partir desta camada ontológica, o ambiente permite a criação de uma camada semântica para cada conteúdo. Esta camada permite a cada usuário definir computacionalmente conceitos particulares, referentes a cada recurso.

Desta forma, cada usuário pode definir, de forma particular, o significado de cada termo ou expressão relacionada ao recurso. Todos os recursos armazenados devem possuir um documento RDF responsável por descrever as informações e fornecer uma camada semântica básica. Esta camada utiliza um documento RDF devido a compatibilidade com o OWL utilizado para a criação das Ontologias de cada usuário.

A camada ontológica foi criada com ontologias de diferentes domínios, todas elas baseadas na taxonomia criada pelo consórcio shema.org. A camada semântica está definida como uma parte de cada Ontologia de domínio, já unificada previamente. Inicialmente existe suporte apenas À definições mais simples como definições “é um”, “não é um”, “faz parte de”, “é composto por”, “é uma sub-classe de”. Todas estas definições são especializações de termos já existentes na linguagem OWL.

A tabela 1 apresenta as principais classes da ontologia de nível superior, criada e utilizada pelo WProfile. Esta ontologia é formada pelo alinhamento de outras ontologias de utilizadas para descrever recursos multimídia. Este alinhamento foi realizado previamente de forma a garantir toda a integração e contextualização semântica dos termos.

Os recursos são categorizados e as palavras-chave que o descreve são armazenadas como uma lista. Desta forma cada usuário, através do ambiente, conceitua semanticamente cada termo, utilizando os atributos apresentados.

Para os recursos do tipo texto, o WProfile realiza um processamento especial, utilizando o Solr [20]. Inicialmente é realizada a extração e indexação dos recursos recentemente adicionados. Esta indexação destes conteúdos é utilizada como ferramenta de criação da camada ontológica. Após a indexação dos recursos, os principais termos são ranqueados e apresentados ao usuário para serem incluídos no atributo de palavras-chave da ontologia respectiva e da camada semântica.

A figura 2 apresenta a arquitetura sistêmica, demonstrando o relacionamento dos componentes utilizados nas tarefas de extração de conteúdo e criação da camada ontológica. Também é demonstrado como os componentes sistêmicos interagem para armazenar e recuperar as informações de cada usuário utilizando metadados semânticos.

Tabela1: Ontologia Utilizada no WProfile

Livro	
<i>Propriedades</i>	Tipo
Nome	<i>String</i>
url	<i>String</i>
descrição	<i>String</i>
autor	<i>String</i>
ISBN	<i>String</i>

Edicao	<i>String</i>
Editora	<i>String</i>
Data de	<i>Data</i>
Publicação	
Corpo do	<i>String</i>
Texto	
Palavras	<i>List<String></i>
Chaves	
Artigo	
Nome	<i>String</i>
url	<i>String</i>
Autor	<i>String</i>
Descrição	<i>String</i>
Data de	<i>Data</i>
criação	
Corpo do	<i>String</i>
texto	
Palavras	<i>List<String></i>
Chave	

O alinhamento das ontologias, realizado pelo WKI, inicia a partir de cada busca realizada pelos usuários no ambiente WProfile. Quando um usuário pesquisa por algum termo no ambiente, seguindo as atividades definidas pelo WKI, é verificado na ontologia local a definição e conceitualização do termo buscado. Caso seja um termo ainda não definido na ontologia local, o usuário é direcionado a realizar esta definição.

Em seguida o ambiente inicia a busca destes termos, e termos semelhantes em todas as ontologias do ambiente. Encontrando termos semelhantes, é criada uma notificação para o usuário, dono da ontologia local, informando que seus recursos foram localizados em uma busca.

Esta notificação possui o termo buscado e o recurso selecionado. Desta forma o usuário deve avaliar

Cada termo e conceito são negociados, e a partir do momento que é aceito é criada uma interlíngua entre os dois indivíduos. Esta interlíngua descreve os conceitos negociados, formando o banco de dados ontológico, e facilitando a comunicação entre os indivíduos.

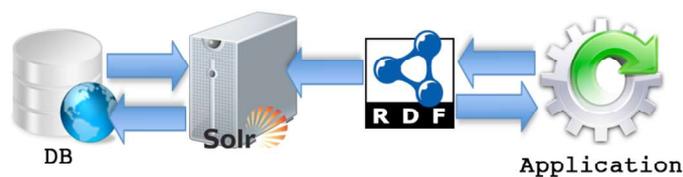


Figura. 1. Camada Semântica de Repositório Local.

A figura 2 mostra as interlínguas de integração entre os indivíduos do ambiente. Cada interlíngua é criada a partir da negociação de conceitos realizada a cada dois indivíduos que buscavam informações no ambiente. Os repositórios de dados locais possuem uma camada ontológica, formando um banco de dados ontológico. Esta camada armazena metadados dos recursos armazenados e a conceptualização de cada termo.

Os elementos que compõem o banco de dados ontológico, responsável pela integração dos demais repositórios estão representados pelo retângulo de cantos arredondados. Estes elementos utilizam uma extensão da OWL, criada especificamente para esta integração semântica.

Sob o ponto de vista funcional estas conexões representam uma interlíngua entre os metadados de cada usuário. Estruturalmente as interlínguas formam um banco de dados ontológicos, com termos conceituados através da interação colaborativa dos usuários no ambiente, como demonstrado na figura 3.

A arquitetura WProfile, detalhada na figura 1, postula que cada indivíduo deve criar metadados para cada recurso armazenado de forma a conceituar cada item. Este tipo de conceptualização também é estendida aos recursos de vídeo, áudio, textos, imagens, etc, que cada usuário possui em sua estação pessoal (laptop, smartfone, tablete, etc). Estes conceitos pode então serem utilizados para a criação de uma ontologia local e pessoal de cada indivíduo.

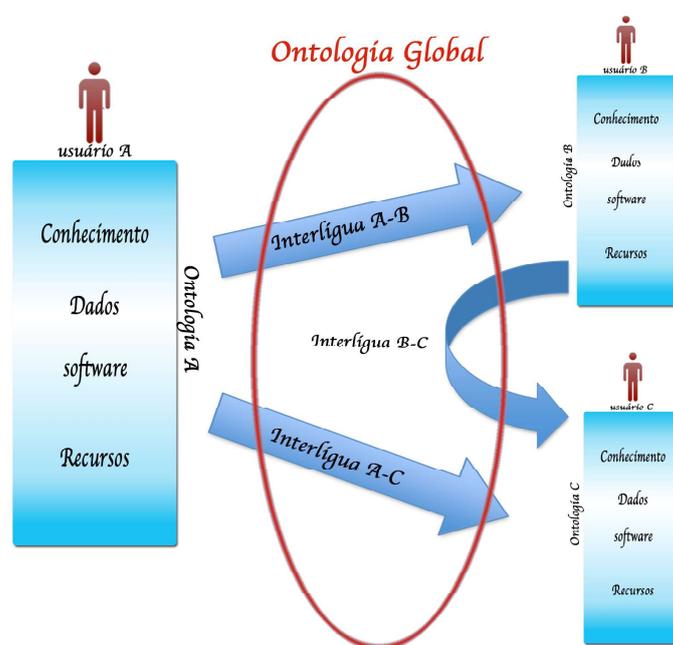


Figura. 2. Arquitetura WProfile para integração semântica e compartilhamento de recursos.

Aplicações construídas com base nesta arquitetura tem a capacidade de fornecer a seus usuários uma maior interação e compartilhamento eficiente de recursos. Cada usuário cria seu profile no ambiente colaborativo, e tem a possibilidade de adicionar diferentes recursos multimídia com suas descrições. A interação entre os indivíduos, a partir deste ponto, pode ser gerenciada e tratada de forma mais eficiente e automática pelo ambiente.

A integração semântica entre os repositórios de dados de cada usuário permite que as buscas por usuários e recursos no ambiente sejam realizadas de forma simples, e baseadas inicialmente na ontologia local de cada usuário. O ambiente passa a utilizar a ontologia local para criar um grafo semântico que auxiliará a encontrar outros usuários no ambiente. De forma complementar, agentes ontológicos do ambiente podem utilizar

o grafo semântico para encontrar conceitos semelhantes nas demais ontologias locais armazenadas.

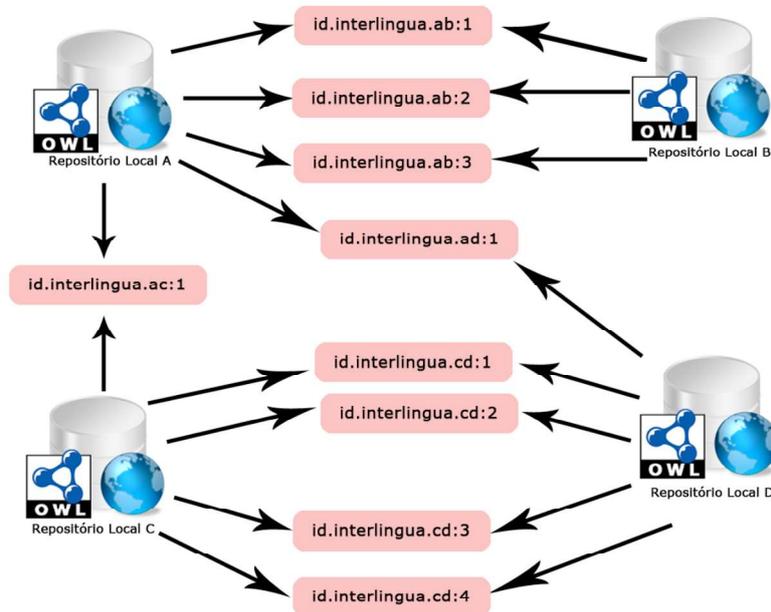


Figura. 3. Representação das Interlínguas

5. Conclusão

Sistemas gerenciadores de ambientes colaborativos, tais como os de redes sociais, gestão do conhecimento, aprendizado colaborativo, manipulam uma grande quantidade de dados e recursos heterogêneos. A integração dos usuários e seus recursos devem ocorrer de uma forma transparente e o mais automática possível, de forma a proporcionar uma melhor usabilidade das ferramentas.

A criação de interlínguas, criadas a partir da negociação de conceitos, permite a integração de repositórios de dados e recursos heterogêneos sob uma perspectiva ontológica. A negociação é um processo colaborativo.

Neste sentido, a integração ontológica baseada neste tipo de cooperação, cria um processo que permite o surgimento de uma ontologia de nível superior, criada a partir de um senso comum. Esta ontologia é refinada e evolui na medida em que as ontologias locais evoluem, e novos acordos são estabelecidos, refinando assim a ontologia global.

Estressar este modelo e verificar novas linguagens que permitam diferentes tipos de integração é um planejamento para futuros trabalhos. A partir deste ponto também será possível mensurar a qualidade que cada tipo de iteração proporciona à integração dos repositórios de dados e recursos.

6. Referências

- [1] Aulanet - Technological solution for training in attendance: E-LEARNING – B-LEARNING, Disponível em <<http://www.aulanet.pt>>, Acesso em abril, 2011.

- [2] Ahmed et al., 'SemanticLIFE' - A Framework for Managing Information of A Human Lifetime, *Proc. of the Int. Conf. on Information Integration, Web-Applications and Services (IIWAS'04, Indonesia)*.
- [3] Ashish, N, Bitton, D., Carey, M., Draper, D., Pollock, J., Rosenthal, A., Ssikka, V. "Enterprise Information Integration: Success, Challenges and Controversies". *SIGACM-SIGMOD*. Baltimore, Maryland, EUA, 2005.
- [4] Baeza-Yates, R. A. and Ribeiro-Neto, B. A. *Modern Information Retrieval*. ACM Press / Addison-Wesley, 1999.
- [5] Bernstein, P. A., Haas, L. M. "Information Integration in the Enterprise: A guide to the tools and core Technologies for merging information from disparete sources." *Communications of the ACM*. September, 2008.
- [6] Bernstein, P. A., Haas, L. M. "Information Integration in the Enterprise: A guide to the tools and core Technologies for merging information from disparete sources." *Communications of the ACM*. September, 2008.
- [7] Covis – Learning Through Collaborative Visuzalization. Disponível em <<http://www.covis.northwestern.edu>>, Acesso em abril, 2011.
- [8] Deverakonda R., et al. Next-Generation Search Engines for Information Retrieval, in *International Journal of Software Engineering (IJSE)*, Volume (2) : Issue (1) : 2011
- [9] Fernandez-López, M. et al. *Ontological Engineering with examples from the áreas ok Knowledge Management, e-Commerce and the Semantic Web*. Primeira Edição. Springer-Verlag, 2004.
- [10] Goble C, Sevens R. State of the nation in data integration for bioinformatics. *J Biomed Inform* 2008, 41:687-693.
- [11] Gruninger , Michael, Richard Hull, and Sheila McIlraith. *A first order ontology for semantic web services*. In *Proceedings of W3C Workshop on Frameworks for Semantics in Web Services 2005 (FSWS'05)*, Innsbruck, Austria, June 2005. W3C.
- [12] Gruber, T.R., "A Translation Approach to Portable Ontology Specifications." *Knowledge Acquisition*, 5(2), 199-220, 1993
- [13] Hwang, D. Lee, K. I. Jung, J. J. "ONTOCS: A Web-based System for Collaborative Ontology Contruction". In *Computing ans Informatics*. Vol 28, 2009.
- [14] Natale, L.P. *Utilização de Banco de Dados Ontológicos e Análise de Redes Sociais de Cidadãos em Sistemas de Governo Eletrônico*. São Paulo, Brasil. 2007.
- [15] Noy N., & Musen, M.: SMART: Automated Support for Ontology Merging and Alignment. 12th Workshop on Knowledge Acquisition, Modeling and Management. Banff, Canada. Oct. 1999.
- [16] Seligman. et al. Openll: AN Open Source Information Integration Toolkit. *SIGMOD*. Indianápolis, Indiana, EUA. June, 2010.

- [17]X. Dong, A. Halevy, and C. Yu. Data integration with uncertainty. In Proceedings of *VLDB*, 2008.
- [18]T. Berners-Lee, J. H, O. L. *The Semantic Web*. Scientific American, maio, 2001. Disponível em: <<http://www.scientificamerian.com/2001/0501issue/0501berners-lee.html>>. Acesso em: nov. 2004.
- [19]Solr. Enterprise Search Server Documentation. Disponível em: <<http://lucene.apache.org/solr>>. Acesso em: 19 mar 2011.
- [20]Swatout, W. *Ontologies*. IEEE Intelligent Systems, 1999.
- [21]SWSF Committee. Semantic Web Services Framework (SWSF) overview, Disponível em: <http://www.w3.org/Submission/SWSF>, Acesso em Set, 2010.
- [22]RDF - W3C (WORLD WIDE WEB CONSORTIUM), Resource Description Framework (RDF) Syntax Schema Specification (Revised). <<http://www.w3.org/TR/rdf-syntax-grammar/>>. Acesso em: mar 2012.
- [23]Owl. W3C (WORLD WIDE WEB CONSORTIUM). Web Ontology Language (OWL): <<http://www.w3.org/TR/owl-semantics/#1>>. Acesso em: mar 2012.
- [24]Stumme, Gerd, and Alexander Maedche. "FCA-Merge: Bottom-up merging of ontologies." *IJCAI*. Vol. 1. 2001.
- [25]Natale, Leandro Pupo, and Nizam Omar. "Utilização de Bancos de Dados Ontológicos em Integração de Bases de Dados Heterogêneas." *Proceedings of International Conference on Engineering and Computer Education*. Vol. 8. 2013.
- [26]Baeza-Yates, Ricardo, and Diego Saez-Trumper. "Online social networks: beyond popularity." Proceedings of the 22nd international conference on World Wide Web companion. International World Wide Web Conferences Steering Committee, 2013.
- [27]Gangemi, Aldo, Geri Steve, and Fabrizio Giacomelli. "ONIONS: An ontological methodology for taxonomic knowledge integration." *ECAI-96 Workshop on Ontological Engineering*, Budapest. 1996.