

Uma ontologia de domínio para a aprendizagem cooperativa

Tânia Barbosa Salles Gava¹, Crediné Silva de Menezes¹

¹Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica – Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)
CEP 29060-900 – Vitória – ES – Brazil – (27) 3335-2363

t_salles@zaz.com.br, credine@inf.ufes.br

Resumo. *Este artigo apresenta uma ontologia de domínio para a aprendizagem cooperativa. Ela tem como objetivo principal descrever o conhecimento sobre os elementos essenciais que devem ser considerados na aprendizagem cooperativa, envolvendo pessoas, atividades, recursos e produtos, bem como as relações entre estes elementos. Ela busca fornecer uma conceituação explícita sobre estes elementos, ajudando outras pessoas a compreenderem melhor esta área de conhecimento e contribui para a construção de ambientes cooperativos mais fundamentados.*

Palavras-chave: ontologia de domínio, aprendizagem cooperativa

1. Introdução

A palavra “ontologia” tem sido usada em muitos discursos, nas mais diversas áreas. Entretanto, o termo “ontologia” veio da Filosofia. De um ponto de vista filosófico, “Ontologia” com “O” maiúsculo é o ramo da Filosofia que lida com a natureza e a organização da realidade. A controvérsia está na definição do termo ontologia (com “o” minúsculo). A maior popularidade do termo, crescente a cada dia, está entre a comunidade de engenharia de conhecimento. Devido ao seu uso diversificado, seu significado tende a ser muito vago. Dessa forma, existem muitas definições para o termo. Segundo Russel & Norvig (1995, p. 222) a palavra ontologia significa uma teoria particular, expressa por meio de um vocabulário, da natureza do ser e do existir. Os autores consideram uma ontologia apenas como um vocabulário, ou seja, uma lista informal dos conceitos em um domínio. Já os axiomas são considerados apenas na formalização. Para Uschold & Grüninger (1996) o termo ontologia é usado para se referir ao entendimento compartilhado de algum domínio de interesse que pode ser usado como um framework unificado para resolver os problemas de comunicação, interoperabilidade e engenharia de sistemas. Chandrasekaran & Josephson (1999) definem ontologias como teorias de conteúdo sobre os tipos de objetos, propriedades dos objetos e relações entre objetos que são possíveis em um domínio de conhecimento específico. Segundo eles, as ontologias fornecem termos potenciais para descrever nosso conhecimento sobre o domínio. Finalmente, para Noy et. al. (2001) uma ontologia é uma especificação explícita dos conceitos em um domínio e as relações entre eles, que fornece um vocabulário formal para a troca de informações. No entanto, A definição de ontologia de Gruber (1993), que define uma ontologia como “uma especificação de uma conceituação”, tem sido atualmente adotada pela comunidade de Inteligência Artificial (IA). É interessante notar que, embora existam diferenças nas definições sobre ontologia, existe um consenso sobre as mesmas nos seguintes aspectos (Chandrasekaran & Josephson, 1999):

1. Existem objetos no mundo;
2. Objetos têm propriedades ou atributos que podem ter valores;
3. Podem existir várias relações entre os objetos;
4. Propriedades e relações podem mudar com o tempo;
5. Existem eventos que ocorrem em diferentes instantes de tempo;
6. Existem processos nos quais os objetos participam e que ocorrem no tempo;

7. O mundo e seus objetos podem ter diferentes estados;
8. Eventos podem causar outros eventos ou estados como efeitos;
9. Objetos podem ter partes.

Uma ontologia deve servir a um propósito específico. No contexto de especificação de software, as ontologias devem servir para apoiar a especificação e implementação de qualquer sistema de computação complexo. Segundo Smith (apud FALBO, 1998) uma ontologia é desenvolvida para satisfazer um dos seguintes propósitos:

1. Permitir que múltiplos agentes compartilhem seu conhecimento;
2. Ajudar as pessoas a compreenderem melhor uma certa área de conhecimento;
3. Ajudar outras pessoas a compreenderem melhor uma certa área de conhecimento;
4. Ajudar pessoas a atingir um consenso no seu entendimento sobre uma área de conhecimento.

2. Trabalhos Correlatos

Até então, os ambientes CSCL (Computer Supported Collaborative Learning) geralmente vêm sendo construídos de uma maneira ad-hoc, ou seja, sem fazer uso de modelos de referência que contemplem os elementos que devem compor um ambiente CSCL, bem como suas características. Hoje já se pode observar uma mudança neste cenário. Algumas iniciativas já se apresentam na literatura em busca de modelos independentes de um particular ambiente, em particular buscando o desenvolvimento de ontologias que ajudem a entender o domínio para o qual um software será construído. A seguir, duas dessas iniciativas serão apresentadas: a primeira diz respeito à uma ontologia dedicada ao contexto de ensino e aprendizagem do Projeto L³, que é um projeto alemão que visa o uso da Internet na educação. A segunda é uma ontologia CSCL baseada na Teoria da Atividade.

2.1 Uma ontologia dedicada ao contexto de ensino e aprendizagem

Leidig (2001) apresenta uma ontologia que possui um modelo didático que caracteriza grafos conceituais e servidores como um tipo de vocabulário e gramática para informação semântica sobre objetos de conhecimento. O autor considera os conteúdos de um curso como objetos de conhecimento. Este modelo torna explícito o conhecimento didático de forma independente do domínio de conhecimento. O modelo consiste de conceitos didáticos, um conjunto de relações, como também um número de padrões que descrevem usos típicos de conceitos e suas relações. Os conceitos didáticos são usados para descrever várias dimensões pedagógicas. Leidig especifica seis dimensões:

Dimensão do assunto: descreve os conceitos dentro de um assunto e seus relacionamentos, similar a um thesaurus. (Ex: *generalization, specialization, part-of*).

Dimensão da competência: descreve as competências e práticas que deveriam ser transferidas pelo objeto de conhecimento. Leidig utiliza uma versão modificada da taxonomia de Bloom para descrever as relações entre competências, *performance*, teste e propriedades de competência.

Dimensão da mídia: descreve a mídia usada para transferir o conhecimento para o estudante, como, por exemplo, texto, figuras, vídeo, diagramas para recepção de conhecimento, vídeo-conferência, *chat* (salas de bate-papo) e correio eletrônico.

Dimensão do conhecimento: descreve o tipo de conhecimento. Leidig usa quatro tipos básicos de conhecimento: conhecimento de orientação, conhecimento explanatório (ou conhecimento de conceitos), conhecimento operacional e conhecimento de referência.

Dimensão retórica: consiste de um conjunto de relações (exemplo, *prerequisite-of, belongs-to, means-for*) mantidas entre objetos de conhecimento e descreve as dependências para verificar se a estrutura navegacional está construída.

Interatividade: descreve a interação do estudante com o sistema ou com outras pessoas. Diferenciam-se objetos de conhecimento de recepção, interatividade e colaboração.

De acordo com o nível de interatividade, Leidig distingue tipos de conhecimento, tipos de exercício e tipos de colaboração. Os quatro tipos básicos de conhecimento são: referência, ação,

explanação e orientação. Em contraste com as dimensões conceituais da ontologia apresentada, relações são divididas em um pequeno conjunto de relações hierárquicas e não-hierárquicas. Exemplos de relações hierárquicas são: part-of e generalizes. Tais como as relações retóricas, existem relações simétricas tais como similar-to, analog-to, alternative-to, bem como relações diretas como subsequent, determines, means-of, context-of, prerequisite-of, values, e assim por diante. Entretanto, a ênfase da ontologia da aprendizagem apresentada parece estar nos objetos de conhecimento, e não nas interações. Haja vista que sobre a dimensão interatividade, o autor se limita a diferenciar os objetos de conhecimento em receptivos, interativos e colaborativos.

2.2 Uma ontologia CSCL baseada na Teoria da Atividade

Barros et. al. (2001, 2002) apresentam uma ontologia CSCL baseada na Teoria da Atividade, criada a partir da pesquisa sobre mecanismos de representação para relacionar e integrar elementos de aprendizagem colaborativa presentes nos ambientes reais de aprendizagem. A ontologia CSCL apresentada considera e relaciona estes elementos de aprendizagem, usando-os para definir novos cenários de aprendizagem colaborativa. Outras propostas de ontologias CSCL já tem sido feitas, tendo sua ênfase em elementos como objetivos, modelos de comunicação e métodos para resolução de problemas (Ikeda et. al., 1997), tarefas de aprendizagem (Inaba et. al., 2001), objetivos de aprendizagem e formação de grupos. Entretanto, nenhuma dessas iniciativas visava as inter-relações e/ou interdependências entre estes elementos. O objetivo da ontologia de Barros et. al. é identificar os elementos básicos que permitem criar um vocabulário comum para a aprendizagem colaborativa, e as relações e dependências entre estes elementos. O *framework* teórico utilizado para organizar os elementos na ontologia foi a Teoria da Atividade¹. A ontologia CSCL visa ser uma estrutura conceitual para a definição e construção de ambientes CSCL e para a análise e avaliação da colaboração em grupo.

Por ser baseada na Teoria da Atividade, seus principais componentes são: ferramentas, regras, divisão de trabalho, comunidade, assunto, objetivo e resultado. A Figura 2 apresenta as classes básicas consideradas na ontologia, relacionadas respectivamente aos conceitos de recursos de informação para análise da colaboração, objetivos de aprendizagem, tarefas de aprendizagem e métodos de análise do processo de aprendizagem. São elas: recursos de informação, objetivo, tarefa, e métodos de análise. Uma outra classe considerada é a classe ferramentas, que considera os artefatos utilizados e as ferramentas de mediação utilizadas.

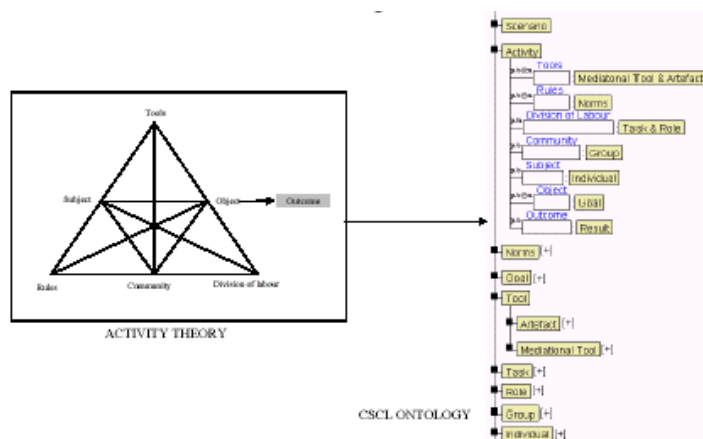


Figura 2 – Representação dos Componentes da Teoria da Atividade

3. Colaboração x Cooperação

Apesar do forte interesse da comunidade acadêmica pelo uso de um vocabulário comum, com muita frequência, na literatura, os significados dos termos se confundem e até se contradizem. Como exemplo, pode-se citar as diferenças entre o significado dos termos “colaboração” e “cooperação”. Da mesma

¹ A Teoria da Atividade é um tipo de atividade social envolvendo uma comunidade de aprendizes e estudantes, onde os membros compartilham e adquirem conhecimento (Barros et. al., 2002)

forma acontece com as expressões “aprendizagem colaborativa” e “aprendizagem cooperativa”. Abaixo, apresentam-se algumas definições para estes termos. Nitzke et al. (1999) apresentam algumas definições sobre os termos colaboração e cooperação, dadas por vários autores. Ted Panitz (1996) define a cooperação como “uma estrutura de interação projetada para facilitar a realização de um produto final ou objetivo específico através de pessoas trabalhando conjuntamente em grupos”. Já a colaboração ele define como “uma filosofia de interação e estilo de vida pessoal, onde os indivíduos são responsáveis por suas ações, incluindo a aprendizagem e o respeito às habilidades e contribuições de seus pares”. Segundo Schrange (apud COLLIS, 1993), a colaboração é um processo de criação compartilhada: dois ou mais indivíduos, com habilidades complementares, interagem para criar um conhecimento compartilhado que nenhum deles tinha previamente ou poderia obter por conta própria. A colaboração cria um significado compartilhado sobre um processo, um produto ou um evento. Suas idéias (COLLIS, 1993) têm semelhanças com as idéias do construtivismo social e com as idéias de Vygotsky sobre a interação social.

No Brasil observa-se que ambos os termos são utilizados por diferentes grupos para caracterizar o significado definido por Panitz para a aprendizagem colaborativa. Um dos grupos emprega a aprendizagem cooperativa como referência ao construto “co-operação”, originário da Teoria de Piaget, onde a cooperação representa as trocas sociais entre indivíduos, com um objetivo compartilhado, que pressupõe um acordo inicial suportado por uma base conceitual comum (common ground). Nessas interações deve estar presente o respeito mútuo, que pressupõe a reciprocidade das trocas sociais e a livre expressão (Arriada & Ramos, 2000).

Em relação às expressões aprendizagem colaborativa e aprendizagem cooperativa, abaixo apresentam-se algumas definições para as estas expressões:

“A Aprendizagem Colaborativa pode definir-se como um conjunto de métodos e técnicas de aprendizagem para utilização em grupos estruturados, assim como de estratégias de desenvolvimento de competências mistas (aprendizagem e desenvolvimento pessoal e social), onde cada membro do grupo é responsável, quer pela sua aprendizagem quer pela aprendizagem dos elementos restantes (Núcleo Minerva, 2001).”

“Aprendizagem Colaborativa é um termo usado em uma variedade de propostas educacionais envolvendo o esforço intelectual conjunto de estudantes, ou de estudantes e professores. Geralmente, os estudantes trabalham em grupos de dois ou mais, buscando mutuamente entendimento, soluções, significados e criar um produto. As atividades da aprendizagem colaborativa variam muito, centrando a atenção na exploração pelo estudante ou aplicação do material bibliográfico, e não simplesmente nas apresentações e explicações do professor. (Smith & Macgregor, 1992).”

“Aprendizagem Cooperativa é uma técnica onde os estudantes se ajudam no processo de aprendizagem, atuando como parceiros entre si e como parceiros do professor, buscando aprender um determinado assunto (Smyser, 1999).”

“Aprendizagem Colaborativa é uma filosofia pessoal e não apenas uma técnica de sala de aula. A aprendizagem colaborativa sugere que em todas as situações onde pessoas se agrupam, respeitem-se e valorizem-se as habilidades individuais e contribuições de cada membro do grupo. A premissa da aprendizagem colaborativa baseia-se na construção do conhecimento por meio da cooperação, em contraste com a competição individual. (Panitz & Panitz, 1998).”

Embora existam diferenciações sutis nestas definições, elas expressam o mesmo sentido, no que diz respeito à preocupação em encarar o estudante como agente ativo no processo de aprendizagem, incentivando o trabalho em grupo e não a cultura do individualismo e da competição. Colocar os estudantes como agentes ativos no processo de aprendizagem automaticamente tira o foco do professor como peça central, incentivando não a transmissão de informação, mas a construção coletiva de conhecimento.

Este trabalho adota a expressão “aprendizagem cooperativa”. Por colaboração entende-se a junção de esforços para atingir um objetivo coletivo comum, sem necessariamente uma construção conjunta, mas apenas a união de esforços, que podem ser até isolados, mas unidos ao final para atender ao objetivo traçado. Na cooperação também se pretende atingir um objetivo coletivo comum, mas subentende-se um esforço conjunto em prol do alcance deste objetivo.

A aprendizagem cooperativa busca promover um ambiente de aprendizagem onde o estudante pode se envolver a fazer coisas e a refletir sobre o que está fazendo. Além disso, busca incentivar a interação entre todos os agentes envolvidos no processo, onde todos podem refletir, opinar, sugerir, contrapor, na busca de soluções, aprendizagens e construção do conhecimento. Ao invés do envolvimento individual, a aprendizagem cooperativa busca promover o esforço intelectual conjunto de indivíduos e o envolvimento na busca de soluções e na produção de conhecimento.

Quando não há interação, perde-se a oportunidade de falar sobre nossas idéias e de ouvir o que os outros têm a dizer sobre elas. Deve-se, por um lado, incentivar os estudantes a terem suas próprias opiniões, ter coragem de exteriorizá-las e defendê-las. Mas por outro lado deve-se aprender a ouvir contraposições, sugestões, opiniões, idéias diferentes e até mesmo opostas às nossas, refletir sobre elas e resignificar nossos conceitos, se decidirmos por isso.

Dois teóricos destacam-se no estudo das Teorias de Aprendizagem que focam sobre a interação entre indivíduos. O primeiro é Jean Piaget (1896-1980), nascido em Nêuchatel, Suíça, estudou a evolução do pensamento até a adolescência, procurando entender os mecanismos mentais que o indivíduo utiliza para captar o mundo. Como epistemólogo, investigou o processo de construção do conhecimento, sendo que nos últimos anos de sua vida centrou seus estudos no pensamento lógico-matemático. A Teoria de Piaget é a mais conhecida concepção construtivista da formação da inteligência e é denominada de *Epistemologia Genética* ou *Teoria Psicogenética* (Centro de Referência Educacional, 2003a). O segundo teórico é Lev S. Vygotsky (1896-1934), contemporâneo de Piaget, nasceu em Orsha, pequena cidade da Bielorrússia, foi professor e pesquisador. Construiu sua teoria tendo por base o desenvolvimento do indivíduo como resultado de um processo sócio-histórico, enfatizando o papel da linguagem e da aprendizagem nesse desenvolvimento, sendo esta teoria considerada *histórico-social* ou *sócio-cultural*. Sua questão central é a aquisição de conhecimentos pela interação do sujeito com o meio (Centro de Referência Educacional, 2003b)

4. Ferramentas e Metodologias para o desenvolvimento de ontologias

O desenvolvimento de ontologias envolve diversos aspectos, tais como linguagens de representação formais, metodologias e ferramentas para o seu desenvolvimento. Nesta seção serão apresentados alguns exemplos de linguagens, metodologias e ferramentas.

4.1 Linguagens para representação de ontologias

Desde que o homem é um ser inteligente e por isso raciocina, e que o raciocínio é um processo interno sobre o que está à nossa volta, para raciocinarmos sobre o mundo precisamos ter uma representação do conhecimento envolvido neste mundo. Uma ontologia, então, é a descrição dos elementos observáveis neste mundo (nosso domínio de conhecimento) e das relações entre eles, e que pode estar representada das mais diversas formas, de acordo com o nível de formalismo desejado, quer seja em lógica de primeira ordem, redes semânticas, *frames*² ou em linguagem natural.

Várias linguagens têm sido usadas para formalizar ontologias como, por exemplo, a lógica de primeira ordem, KIF, Ontolingua, LOOM, OCML e FLOGIC.

A *Web* armazena um número grandioso de documentos, que cresce exponencialmente, que em sua maioria são escritos em linguagem natural. Pelo fato do ser humano só conseguir processar uma pequena fração desses documentos, surge a necessidade de automatizar a tarefa de processamento e análise desse conteúdo. Com as tecnologias disponíveis atualmente, máquinas não podem interpretar e entender o significado das informações em linguagem natural. Com essa motivação, uma semântica para o conteúdo *Web* (*Semantic Web*) torna-se necessária para expressar informações de forma precisa e interpretável por máquina. Dessa forma, os agentes de software que processam o mesmo conjunto de dados podem ter um entendimento compartilhado sobre o significado dos termos que descrevem um dado. Uma semântica da *Web* pode ser vista como uma proposta para estender a *Web* com informação semântica, para facilitar a comunicação, fazendo a *Web* adequada para a comunicação máquina-máquina.

² Um *Frame* é uma coleção de atributos, em geral chamados *slots*, valores a ele associados e restrições sobre estes valores, que descrevem alguma entidade do mundo.

Como resultado desse esforço, novas linguagens de especificação de ontologias têm sido desenvolvidas, como é o caso das linguagens XML, RDF, SHOE, XOL e OIL (Noy et. al, 2001).

Corcho & Gómez-Pérez (2000) classificam as linguagens de representação de ontologias em três grupos, a saber: linguagens que têm sido vastamente utilizadas pela comunidade de ontologia (Ontolingua, OCML, Flogic e LOOM), outras linguagens criadas no contexto da Internet e que são recomendações da W3C³ (XML, RDF e RDF schema), e outras novas linguagens para a especificação de ontologias (XOL, SHOE e OIL). Às linguagens tradicionais exemplificadas por Corcho & Gómez-Pérez (2000), pode-se citar ainda as linguagens KIF, *Description Logic* e Lógica de Primeira Ordem (Falbo, 1998).

4.2 Metodologias para o desenvolvimento de ontologias

Atualmente, existem alguns grupos de pesquisa que estão propondo uma série de passos e metodologias para o desenvolvimento de ontologias. Porém, esta tendência está ainda dando seus primeiros passos, no sentido de que o que acontece na maioria dos casos é a adoção de uma metodologia própria desenvolvida por cada grupo de pesquisa da área de ontologia. Noy & McGuinness (2001) argumentam que não há uma maneira ou metodologia “correta” para desenvolver ontologias, e apresentam três papéis fundamentais no projeto das mesmas:

- 1) Não existe uma maneira correta de modelar um domínio – sempre existem alternativas viáveis. A melhor solução quase sempre depende da aplicação;
- 2) O desenvolvimento de uma ontologia é necessariamente um processo iterativo;
- 3) Conceitos em uma ontologia deveriam ser próximos dos objetos (físicos ou lógicos) e relacionamentos do domínio de interesse. Os conceitos, então, deveriam ser provavelmente substantivos (objetos) ou verbos (relacionamentos) em sentenças que descrevem o domínio. López (2001), apresenta algumas das metodologias mais representativas usadas no desenvolvimento de ontologias, que foram propostas a partir de 1995. Dentre estas metodologias estão a metodologia de Uschold & King, a metodologia de Grüninger & Fox, a proposta de Amaya Berneras et. al. e METHONDOLOGY.

4.3 Ferramentas para a construção de ontologias

Existem muitas ferramentas e ambientes disponíveis que podem ser usados para a construção de ontologias, que podem ser criadas ou reusadas. Em relação à estas ferramentas, alguns critérios devem ser consideradas na escolha de qual usar, tais arquitetura do software e evolução da ferramenta, interoperabilidade, representação do conhecimento, serviços de inferência e usabilidade. O Portal OntoWeb possui um overview que apresenta várias ferramentas e uma comparação entre elas segundo os critérios citados. (<http://babage.dia.fi.upm.es/ontoweb/wp1/onRoadMap/>). As ferramentas citadas nesta documentação são as seguintes: Apollo, LinkFactory®, OIEd, OntoEdit, Servidor Ontolingua, OntoSaurus, OpenKnoME, Protégé-2000, SymOntoX, WebODE e WebOnto.

5. Uma ontologia para a aprendizagem cooperativa

Uma ontologia pode ser classificada em diferentes tipos (Falbo, 1998, Guarino, 1998, Studer et. al., 1998), a saber: ontologias genéricas, ontologias de domínio, ontologias de tarefa, ontologias de aplicação e ontologias de representação. Uma ontologia de domínio captura o conhecimento válido para um tipo particular de domínio (medicina, mecânica, eletrônica, biologia etc). Expressam conceituações de domínios particulares descrevendo o vocabulário relacionado a um domínio genérico, tal como Medicina. Ou seja, uma ontologia de domínio apresenta um vocabulário relativo a um domínio genérico (Guarino, 1998). Este artigo apresenta uma ontologia de domínio que tem como objetivo principal descrever o

³ O W3C é um consórcio da *World Wide Web* que desenvolve tecnologias para interoperabilidade (normas, recomendações, software e ferramentas) no sentido de potencializar o uso da *Web* (<http://www.w3.org>).

conhecimento sobre os elementos essenciais que devem ser considerados na aprendizagem cooperativa, envolvendo pessoas e artefatos, bem como as relações entre estes elementos. Ela busca fornecer uma conceituação explícita sobre os elementos essenciais envolvidos na aprendizagem cooperativa. A ontologia de domínio será descrita por meio dos seguintes elementos epistemológicos: conceitos, propriedades, relações e axiomas. A seguir, apresenta-se uma descrição informal da ontologia de domínio, bem como seus conceitos e relacionamentos.

5.1 Descrição informal da ontologia

A ontologia de domínio está no contexto da aprendizagem cooperativa, que envolve pessoas, formando uma comunidade de aprendizagem, artefatos e atividades. Pessoas podem se agrupar formando grupos. Um artefato pode ser um documento ou uma mensagem. Documentos e mensagens são agrupados em coleções. Temas de discussão podem ser associados a grupos e coleções. Subtemas também podem estar associados a temas. Pessoas, grupos, documentos, coleções, temas e atividades podem ser unicamente identificados por seus nomes.

Uma pessoa pode participar em um ou mais grupos. Uma ou mais pessoas podem ser responsáveis por um grupo. Os responsáveis por um grupo devem fazer parte do grupo. Cada grupo possui uma data de criação. Os grupos também podem estar associados a temas, que geralmente estão associados a temas de discussão ou assuntos de interesse do grupo.

Um documento é muito rico em detalhes. Cada documento tem um tipo, que pode ser textual, áudio, vídeo ou imagem. Os documentos textuais podem ser um artigo, texto, dissertação, tese etc, que possuem propriedades muito particulares. Um documento pode ter um ou mais autores e um único proprietário e uma data de criação. Por questões de simplificação, a ontologia considerará apenas as propriedades mais importantes. Entretanto, a ontologia permite que qualquer outra propriedade não contemplada possa ser adicionada no momento em que se queira, conforme a necessidade da aplicação da ontologia. Um documento pode ser público ou privado. Um documento público pode ser acessado por todas as pessoas e grupos. Um documento privado só pode ser acessado por seu proprietário e pelas pessoas ou grupos que têm acesso ao documento. O proprietário do documento é quem dá permissão de acesso ao documento.

Uma mensagem é unicamente identificada por seu identificador. Uma mensagem tem assunto e data de envio. Uma mensagem tem origem e destino. Uma mensagem só pode ser enviada por uma única pessoa. Já o destino de uma mensagem pode ser uma ou mais pessoas ou grupos. Uma coleção pode agrupar mensagens, documentos ou outras coleções.

Uma coleção de mensagens só pode agrupar mensagens ou coleções de mensagens. Da mesma forma, uma coleção de documentos só pode agrupar documentos ou coleções de documentos. Cada coleção também possui um proprietário. Embora uma coleção possua um único proprietário, outras pessoas e grupos podem ter acesso a ela. Quem dá acesso a uma coleção é o seu proprietário. Uma coleção pode ser pública ou privada. Se uma coleção for pública todas as pessoas e grupos da comunidade de aprendizagem podem acessá-la. Se uma coleção for privada, apenas seu proprietário e as pessoas e grupos que têm direito de acesso a ela podem acessá-la. Uma atividade possui um objetivo e o período em que será realizada. Cada atividade tem um ou mais responsáveis que devem participar da atividade. Uma atividade pode ser composta por uma ou mais atividades.

5.2 Descrição dos conceitos, suas propriedades e relacionamentos

Os seguintes conceitos estão presentes na ontologia de domínio:

- 1. Pessoa(Nome):** refere-se a toda e qualquer pessoa que participa da comunidade de aprendizagem. Toda pessoa possui um nome.
- 2. Grupo(Nome,Data_Criação):** refere-se a um grupo de pessoas. Todo grupo possui um nome e uma data de criação.
- 3. Tema(Nome):** refere-se a um tema que geralmente está relacionado a temas de discussão ou assuntos de interesse de um grupo. Todo tema possui um nome.
- 4. Artefato:** refere-se a uma mensagem ou um documento. Pode ser:

4.1 Documento(Nome, Tipo_Doc,Tipo_Acesso,Data_Criação,Corpo): refere-se a qualquer documento produzido ou utilizado pelas pessoas de uma comunidade de aprendizagem. Todo documento possui um nome, um corpo e uma data de criação. Um documento pode ser do tipo artigo, texto, dissertação, tese et. Um documento pode ser público ou privado a uma ou mais pessoas ou grupos.

4.2. Mensagem(Id,Assunto,Data_Envio,Corpo): refere-se a uma mensagem trocada entre pessoas ou grupos de pessoas. Toda mensagem possui um identificador, assunto, data de envio e corpo.

5. Coleção(Nome,Tipo_Acesso): refere-se a uma coleção de documentos ou mensagens. Uma coleção pode possuir documentos, mensagens ou coleções. Toda coleção possui um nome, podendo ser pública ou privada a uma ou mais pessoas ou grupos.

6. Atividade(Nome,Objetivo,Data_Inicial,Data_Final): refere-se a uma atividade realizada por um mais membros da comunidade de aprendizagem. Toda atividade tem um período (Data_Inicial,Data_Final

Relacionamentos:

Os seguintes relacionamentos fazem parte da ontologia:

Acessa(Nome_Pessoa/Nome_Grupo,Nome_Documento/Nome_coleção): estabelece que uma pessoa ou grupo tem acesso a um documento ou coleção.

Autoria(Nome_Pessoa,Nome_documento): estabelece que uma pessoa é autora de um documento.

Participa_em(Nome_Pessoa,Nome_Grupo/Nome_Atividade): estabelece que uma pessoa participa em um grupo ou atividade.

Pertence(Nome_Documento/Id_msg/Nome_Coleção,Nome_Coleção): estabelece que um documento, mensagem ou coleção pertence a uma coleção.

Possui(Nome_Grupo/Nome_Documento/Id_msg/Coleção,Nome_Tema): estabelece que um grupo, documento, mensagem ou coleção possui um tema associado.

Proprietário(Nome_Pessoa,Nome_Documento/Nome_Coleção): especifica que um documento ou coleção é de propriedade de uma pessoa. No caso de propriedade sobre um documento, não importa se o documento foi criado pela pessoa ou não. O que interessa é que a pessoa possui todos os direitos sobre o documento, inclusive o de permitir que outras pessoas o acessem. O proprietário de uma coleção é quem dá permissão de acesso à coleção.

Responsável_Grupo(Nome_Pessoa,Nome_Grupo): especifica que uma pessoa é responsável por um grupo.

Responsável_Atividade(Nome_Pessoa,Nome_Atividade): especifica que uma pessoa é responsável por um grupo.

Subcoleção(Nome_Subcoleção,Nome_Coleção): estabelece que uma coleção é subcoleção de uma coleção.

Subgrupo(Nome_SubGrupo,Nome_Grupo): estabelece que um grupo é subgrupo de um grupo.

Subatividade(Nome_SubAtividade, Nome_Atividade): estabelece que uma atividade é subatividade de uma atividade.

Subtema(Nome_SubTema,Nome_Tema): estabelece que um tema é subtema de um tema.

Os conceitos e relacionamentos descritos acima, na verdade geram apenas uma taxonomia. Para que uma ontologia seja completa ela precisa ser regida com axiomas. Os axiomas de uma ontologia visam descrever com precisão os fatos do mundo modelado pela ontologia, definindo seus contornos. Ou seja, os axiomas regem o mundo que está sendo modelado pela ontologia, tornando-a mais ou menos flexível, de acordo com o conjunto menor ou maior de axiomas definidos. Os axiomas da ontologia de domínio foram descritos em lógica de primeira ordem. Foram identificados 35 axiomas, sendo um deles apresentado abaixo. Este axioma descreve que a relação subgrupo é anti-simétrica.

$$(\forall a,b,c,d) \text{ Grupo}(a,b) \wedge \text{Grupo}(c,d) \wedge \text{Subgrupo}(a,c) \Leftrightarrow \neg \text{Subgrupo}(c,a)$$

6. Considerações Finais

O uso de ontologias tem crescido, principalmente entre a comunidade de engenharia de conhecimento. Isso tem gerado a criação de diversos que auxiliam o desenvolvimento de ontologias, tais como linguagens de representação de conhecimento, metodologias e ferramentas para o desenvolvimento de ontologias. A definição do termo ontologia é ainda muito vago, possuindo muitas interpretações, mas aos poucos a comunidade internacional vem refinando esse conceito.

Neste artigo apresentou-se uma ontologia de domínio para a aprendizagem cooperativa. Ela tem como objetivo principal descrever o conhecimento sobre os elementos essenciais que devem ser considerados na aprendizagem cooperativa, envolvendo pessoas, atividades, recursos e produtos, bem como as relações entre estes elementos. Ela busca fornecer uma conceituação explícita sobre estes elementos, ajudando outras pessoas a compreenderem melhor esta área de conhecimento. Esta ontologia está sendo utilizada como um dos elementos de um modelo de referência para a construção de estações de aprendizagem, que são ambientes centrados no indivíduo e que integra o conhecimento envolvido em seu processo de aprendizagem.

7. Referências

- ARRIADA, Mônica Carapeços, RAMOS, Edla Faust. Como promover condições favoráveis à aprendizagem cooperativa suportada por computador? In: Congresso Iberoamericano de Informática na Educação, 5., 2000, Chile. Anais eletrônicos. Disponível em: <http://www.c5.cl/ieinvestiga/actas/ribie2000/>. Acesso em: 15 ago. 2001.
- BARROS, B., VERDEJO, M. F., READ, T., MIZOGUCHI, R. Applications of a Collaborative Learning Ontology. 2002.
- BARROS, B., MIZOGUCHI, R., VERDEJO, M. F. A platform for collaboration analysis in CSCL: an ontological approach. In: Proceedings of the AIED'2001. 2001.
- CENTRO DE REFERÊNCIA EDUCACIONAL. Piaget. 2003a. Disponível em: <http://www.centrorefeducacional.com.br/piaget.html>. Acesso em: 06 mai. 2003.
- CENTRO DE REFERÊNCIA EDUCACIONAL. Vygotsky e a Educação. 2003b. Disponível em: <http://www.centrorefeducacional.com.br/vygotsky.html>. Acesso em: 06 mai. 2003.
- CHANDRASEKARAN, B., JOSEPHSON, J. R. What Are Ontologies, and Why Do We Need Them? In: IEEE Intelligent Systems, 14(1):20-6, 1999
- COLLIS, B. Cooperative Learning and CSCW: Research Perspectives for Internetworked Educational Environments. IFIP Working Group 3.3 Working Conference "Lessons from Learning. Archamps, França. set, 1993.
- CORCHO, Oscar, GÓMEZ-PÉREZ, Assunción. A Roadmap to Ontology Specification Languages. Madrid, Espanha. EKAW'00. Springer-Verlag. 2000. Disponível em: <http://www.ontoweb.org.br>. Acesso em: 01 nov. 2002.
- FALBO, Ricardo A., Integração de Conhecimento em um Ambiente de Desenvolvimento de Software. Tese de Doutorado, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil, 1998.
- NICOLA, Guarino. Formal Ontologies and Information Systems. In: FIRST INTERNATIONAL CONFERENCE (FOIS), 1., 1998, Trento, Itália. Anais... Trento: IOS Press, 1998.
- INABA, A., OHKUBO, R., IKEDA, M., MIZOGUCHI, R., TOYODA, J.. Design and Analysis of Learners' Interaction based on Collaborative Learning Ontology . In: Proc. of EuroCSCL01, pp.308-315, 2001.
- IKEDA, M., SETA, K., MIZOGUCHI, R. Task ontology makes it easier to use authoring tools. In Proc. of the 15th IJCAI, pp. 342--347, Japan. International Joint Conference on Artificial Intelligence, Morgan Kaufmann Publishers, Inc., 1997.
- JARKE, Matthias. Experience-based knowledge management: a cooperative information systems perspective. Control Engineering Practice, January, 2001.
- LEIDIG, Torsten. L3 – Towards an Open Learning Environment. ACM Journal of Educational Resources in Computing, v. 1, n. 1, Spring 2001.
- LÓPEZ, F. Overview of methodologies for building ontologies. In Proceedings of the IJCAI-99 Workshop on Ontologies and Problem-Solving Methods: Lessons Learned and Future Trends. CEUR Publications, 1999. Intelligent Systems, 16(1):26-- 34, 2001.

- NOY, N., MACGUINNESS, D. L. *Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology*. 2001.
- _____. SINTEK, Michael, CRUBÉZY, Monica, FEGERSON, Ray. W., MUSEN, Mark A. *Creating Semantic Web Contents with Protégé-2000*. *IEEE Intelligent Systems*, 16(2):, 2001. p. 60-71.
- NÚCLEO MINERVA DA UNIVERSIDADE DE ÉVORA, 2001. Disponível em: <<http://www.minerva.uevora.pt/cscl/>>. Acesso em: 30 abr. 2003.
- GUARINO N. *Formal Ontology and Information Systems*. In N. Guarino (ed.), *Formal Ontology in Information Systems*. Proc. of the 1st International Conference, Trento, Italy, 6-8 June 1998. IOS Press
- GRUBER, Thomas R. *Toward Principles for the Design of Ontologies used for Knowledge Sharing*. *Int. J. Humam-Computer Studies*, v. 43, n. 5/6, 1993.
- _____. *Toward Principles for the Design of Ontologies used for Knowledge Sharing*. *Int. J. Humam-Computer Studies*, v. 43, n. 5/6, 1995.
- NITZKE, Julio Alberto, CARNEIRO, Mara Lúcia Fernandes, GELLER, Marlise, SANTAROSA, Lucila Costi. *Criação de Ambientes de Aprendizagem Colaborativa*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO. 10., 1999, Curitiba.
- PANITZ, T. *A definition of collaborative vs cooperative learning*, 1996. Disponível em: <<http://www.lgu.ac.uk/deliberations/collab.learning/panitz2.html>>. Acesso em: 13 out. 2001.
- PANITZ, Theodoro, PANITZ, Patricia. "Ways To Encourage Collaborative Teaching In Higher Education". In: *University Teaching: International Perspectives*, James J.F. Forest edition, Garland Publishers: New York, pp161-202, 1998 .
- RUSSELL, Stuart; NORVIG, Peter. *Artificial Intelligence: A modern approach*. New Jersey: Prantice Hall, 1995.
- SMITH, Bárbara Leigh, MCGREGOR, Jean T. *What is Collaborative Learning*. Washington Center for Improving the Quality of Undergraduate Education. 1992. Disponível em: <<http://learningcommons.evergreen.edu/pdf/collab.pdf>>. Acesso em: 30 abr. 2003.
- SMYSER, Brifget M. *Active and Cooperative Learning*. 1999. Disponível em: <<http://www.wpi.edu/Academics/CEDTA/ISG501/coop.htm>>. Acesso em: 30 abr. 2003.
- STUDER, R., BENJAMINS, V., FENSEL, D. *Knowledge engineering: Principles and methods*. *IEEE Transactions on Data and Knowledge Engineering*, 25:161 -- 197., 1998.
- SOWA, John, F. *Knowledge Representation: logical, philosophical and computational foundations*. 1. ed. Pacific Grove: Brooks/Cole, 2000.
- USCHOLD, Mike, GRUNINGER, Michael. M. Uschold and M. Gruninger. *Ontologies: principles, methods and applications*. *The Knowledge Engineering Review*, 11(2):93--136, November 1996.