

## UMA ONTOLOGIA PARA O MAPA DE CONTEÚDOS E O MAPA DE DEPENDÊNCIAS

Maria das Graças Pereira da Silva\*  
Rommel Wladimir de Lima\*

### Resumo

Este artigo apresenta a proposta de uma ontologia para representar o Mapa de Conteúdos e o Mapa de Dependências: duas ferramentas pedagógicas, cujo processo de criação é uma metodologia de planejamento de disciplina. O Mapa de Conteúdo que é uma ferramenta que possibilita apresentar a disciplina ou curso através de uma visualização gráfica dos conteúdos e das relações existentes entre os mesmos e do Mapa de Dependências que é uma ferramenta formada por um conjunto de objetivos educacionais relacionados entre si, por meio da hierarquia definida pela Taxionomia de Bloom, apresentados de forma gráfica e por um conjunto de comportamentos necessários para alcançar esse objetivo. O objetivo desta ontologia é fornecer um modelo de representação computacional dessas ferramentas, possibilitando sua reutilização, o compartilhamento do conhecimento e evitar interpretações ambíguas.

**Palavras-chave:** Ontologias. Mapa de Conteúdos. Mapa de Dependências. PROTÉGÉ

### Abstract

*This article presents the proposal of ontology to represent the Contents Map and Dependencies Map: two teaching tools, whose process of creation is a planning method of discipline. The Content Map is a tool that enables you to present the discipline or course through a graphical display of the content and the relationship between them and Dependencies Map is a tool that consists of a set of educational objectives related to each other by middle of the hierarch defined by Bloom's Taxonomy, presented graphically and by a set of behaviors needed to achieve this goal. The goal of this ontology is to provide a computational model of representation of these tools, allowing its reuse, knowledge sharing and to avoid ambiguous interpretations.*

**Keywords:** *Ontology. Content Map. Dependence Map. PROTÉGÉ*

\*Universidade do Estado do Rio Grande do Norte – UERN [gracinhapesilva@hotmail.com](mailto:gracinhapesilva@hotmail.com)

\*\*[rommelwladimir@uern.br](mailto:rommelwladimir@uern.br)

## Introdução

A necessidade de administrar os recursos reutilizáveis disponíveis para o processo de ensino-aprendizagem tem impulsionado o desenvolvimento de especificações de diversos metadados, a fim de representar o conteúdo de aprendizagem, recursos educacionais e metodologias de processo de aprendizagem (AMORIM et al, 2006).

As especificações para processos de aprendizagem, conhecidos como EML (Educational Modelling Language), são modelos de informação semântica e agregação que descreve, de um ponto de vista pedagógico, o conteúdo e as atividades educacionais. De acordo com Silva (2002), o objetivo do EML é criar uma notação que consiga representar integralmente uma unidade de estudo (um curso ou parte dele, por exemplo), isto é, não apenas seu conteúdo (textos, tarefas, provas, etc.), mas também as regras, relações, interações e atividades dos estudantes e professores. Para Amorim (2006), as principais especificações EML são: LMML (COVER PAGES, 2011), PALO (2011) e IMS (IMS LD, 2011).

A LMML (Learning Material Markup Language) é baseada em um metamodelo que pode ser utilizada em diferentes domínios de aplicação. Baseada em XML e utilizada na descrição de material de e-learning (Slavin et al, 1995), a LMML compreende vários módulos de materiais de aprendizagem, cada um contendo outros sub-módulos. Focada em uma estrutura conceitual, modular e hierárquica de conteúdo de e-learning, a LMML pode ser adaptada a diferentes situações de aprendizagem e alunos. Ela utiliza o conceito de Curso como uma unidade de estudo.

A PALO é uma linguagem de modelagem desenvolvida pela Universidad Nacional de Enseñanza a Distancia, Spain – UNED (Rodríguez-Artacho et al, 1999) que descreve cursos organizados em módulos que contém atividades de aprendizagem, conteúdo e um plano de ensino associados. A linguagem fornece modelos para definir os tipos de cenários de aprendizagem com suas propriedades pedagógicas associadas. Com algumas limitações, esses atributos também permitem definir prazos e dependências entre os módulos e tarefas. A linguagem utiliza o conceito de módulo como uma unidade de estudo.

A IMS LD (IMS Learning Design) é uma especificação, elaborada pelo grupo de trabalho IMS/LDWG, é uma integração da EML (Educational Modelling Language) desenvolvido pela Universidade Aberta da Holanda (Open University of the Netherlands - OUNL), com outras especificações IMS existentes para o intercâmbio e a interoperabilidade do material de e-learning. A IMS LD incorpora a EML OUNL e descreve a estrutura e processos educativos com base em um meta-modelo pedagógico, utilizando unidades de aprendizagem chamadas Learning Design.

Embora exista uma grande quantidade de ferramentas e de métodos para representação do processo de aprendizagem, de acordo com Lima e Fialho (2008b), existem poucos trabalhos relacionados com o processo de planejamento da disciplina. Para auxiliar o professor nesta tarefa, os autores propõem duas ferramentas pedagógicas: o Mapa de Conteúdos e o Mapa de Dependências cujo processo de criação é uma metodologia de

planejamento para disciplina. Embora estejam implementadas em um Ambiente Virtual de Aprendizagem verifica-se a necessidade de um modelo de representação computacional dessas ferramentas, evitando ambiguidades e favorecendo seu compartilhamento e reuso entre sistemas e pessoas (SILVA; LIMA, 2011).

Neste contexto a utilização de uma ontologia conforme Noy e McGuinness (2001) fornecem um modelo de representação computacional, evitando interpretações ambíguas e possibilitando o compartilhamento de conhecimento e seu reuso. Dessa forma, o objetivo desse trabalho é apresentar uma ontologia para o Mapa de Conteúdos e para o Mapa de Dependências. Para isso, na segunda seção serão apresentados os principais conceitos envolvidos. Na terceira seção, será descrita a ontologia definida e por fim, na quarta seção serão apresentadas as considerações finais.

### **Conceitos envolvidos**

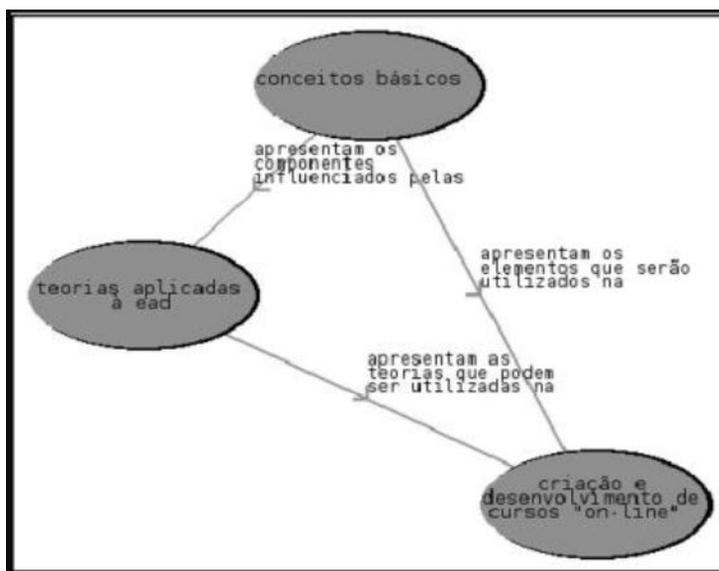
Nessa seção, serão apresentadas as ferramentas pedagógicas: Mapa de Conteúdos e Mapa de Dependências e alguns dos principais conceitos envolvendo ontologias, tais como: metodologias de desenvolvimento e ferramentas de construção.

### **Mapa de Conteúdos e Mapa de Dependência: uma metodologia de planejamento de disciplinas com base em objetivos educacionais**

O Mapa de Conteúdo e o Mapa de Dependência são duas ferramentas pedagógicas definidas em (Lima; Fialho, 2008b) que tem como principal objetivo fortalecer o processo de ensino-aprendizagem através de uma metodologia de planejamento da disciplina.

O Mapa de Conteúdos (MC) é uma ferramenta baseada na Teoria da Aprendizagem Significativa (Ausubel, 1976) e nos Mapas Conceituais (Peña et al, 2005). A Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel prioriza a aprendizagem cognitiva através da integração do conteúdo aprendido em uma edificação mental conectada à estrutura cognitiva já existente. A Figura 1 mostra um exemplo de um MC, contendo o primeiro nível de visão para disciplina de Educação a Distância, cujo conteúdo programático é mostrado na Figura 2.

**Figura 1** - Exemplo de um MC



Fonte: LIMA (2009)

Os Mapas Conceituais de Novak, são representações gráficas semelhantes a diagramas que indicam relações entre conceitos (palavras) através de setas descritivas. Seu conteúdo parte de uma estrutura que vai desde os conceitos mais abrangentes até os mais específicos, podendo contemplar as diversas áreas do conhecimento. Segundo Okada e Santos (2004), os Mapas Conceituais podem ser utilizados para auxiliar a ordenação hierarquizada de conceitos.

**Figura 2** - Exemplo de um Conteúdo Programático

<b>Conteúdo Programático</b>	
<b>Conceitos Básicos</b>	
1.	Introdução
2.	Contexto histórico
3.	Objetivos da Educação a Distância
4.	Tecnologias e Mídias
<b>Teorias aplicadas à Educação a Distância</b>	
1.	Aprendizagem e Teorias Cognitivas
2.	Teorias Centradas no educando
3.	Teorias e Conhecimentos da Educação a Distância
<b>Criação e Desenvolvimento de Cursos "on-line"</b>	
1.	Introdução;
2.	O ensino e os papéis do instrutor;
3.	O aluno de educação a distância;
4.	Dirigentes, administração e políticas.

Fonte: LIMA (2009)

Muito semelhante aos Mapas Conceituais, o MC é uma ferramenta gráfica que apresenta as relações e hierarquias existentes entre os conteúdos de uma disciplina ou curso. O MC tem como objetivo principal fortalecer o processo de ensino-aprendizagem, através do fornecimento de um conteúdo mais significativo para professor e aluno.

O MC torna possível a apresentação da disciplina ou curso através de uma visualização gráfica dos conteúdos e das relações existentes entre os mesmos. No MC, as relações entre os conceitos obedecem a uma hierarquia, onde os conteúdos mais introdutórios ocupam o topo do gráfico e os mais complexos a base. Essa relação entre os conteúdos indica ao aluno a necessidade de entender os conceitos presentes no conteúdo mais simples para poder compreender os conceitos existentes no conteúdo mais complexo.

O Mapa de Dependências (MD) é uma ferramenta pedagógica formada por um conjunto de Objetivos Educacionais (OE) apresentados de forma gráfica e relacionados entre si através da Taxionomia de Bloom (BLOOM et al., 1977; BLOOM; HASTNGS; MADANS, 1983).

A Taxionomia de Bloom surgiu para facilitar a troca de informações sobre os desenvolvimentos curriculares e os planos de avaliação, e tem como finalidade classificar objetivos do sistema educacional. O seu uso possibilita a definição dos OEs desejados para uma determinada unidade e ou conteúdo. Contudo, a taxionomia permite apenas que se verifique se o resultado foi alcançado ou não. Dessa forma, o uso exclusivo da Taxionomia de Bloom pode apresentar problemas quando o aluno não alcança o objetivo proposto. Nesse caso, tanto o professor como o aluno não conseguem identificar onde se encontra a falha do processo de ensino-aprendizagem.

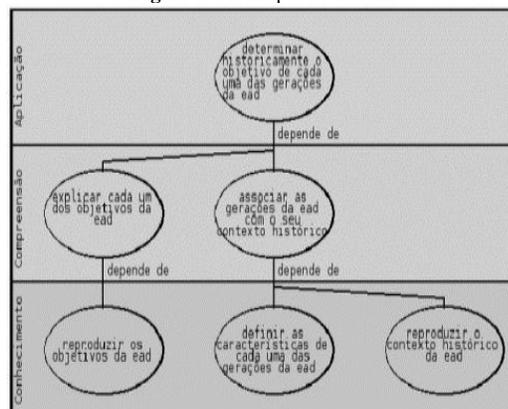
Para que seja possível identificar onde está o problema, quando o aluno não consegue atingir o OE designado, a metodologia proposta apresenta o MD. Trata-se de uma

ferramenta formada por um conjunto de OEs relacionados entre si, através da hierarquia definida pela Taxionomia de Bloom, e que são apresentados de forma gráfica. O MD, em geral, é formado por um OE e por um conjunto de comportamentos necessários para se atingir esse objetivo. Tanto o OE quanto os comportamentos necessários para alcançá-lo são definidos de acordo com as categorias existentes na Taxionomia de Bloom.

O nível mais alto do MD representa o OE, pertencente a uma determinada classe da taxionomia, definido pelo professor para explicitar o que espera dos alunos em relação a um conteúdo. Após esse primeiro nível, o MD mostra a relação de dependência entre esse objetivo inicial e qualquer número de comportamentos da classe inferior, que possam contribuir para a realização do objetivo inicial. Esse relacionamento de dependência se repete, com o MD podendo conter tantos níveis quantos forem necessários, até se atingir a classe mais simples da Taxionomia de Bloom ou até que se atinja um comportamento que não necessite de novas dependências.

No exemplo ilustrado pela Figura 3, o OE definido foi: “determinar historicamente o objetivo de cada uma das gerações da EAD”. De acordo com a Taxionomia de Bloom caracteriza habilidades da classe de Aplicação. No exemplo, foi definido que para se alcançar esse objetivo o aluno deve possuir duas habilidades no nível de Compreensão: “explicar cada um dos objetivos da EAD” e “associar as gerações da EAD com o seu contexto histórico”. Dessa forma, o MD indica que para se alcançar o objetivo pretendido no nível de Aplicação, o aluno tem que dominar determinadas habilidades no nível de Compreensão.

Figura 3 - Exemplo de um MD



Fonte: Lima (2009)

O processo de definição de habilidades ou comportamentos necessários continua, de forma recursiva, até que se verifique que não são mais necessárias ou que se atinja o nível mais baixo da taxionomia. No exemplo, para cada habilidade definida no nível de Compreensão foi definido pelo menos um comportamento necessário no nível de Conhecimento.

## Ontologias

A palavra Ontologia vem do grego ontos+logoi e significa “conhecimento do ser”. Para filosofia, ontologia é o estudo que trata da natureza do ser, da realidade, da existência dos entes e das questões metafísicas em geral (SEMPREBOM; CAMADA; MENDONÇA, 2007).

Para computação, de acordo com Freitas (2003), as ontologias servem como ferramenta para a organização, reutilização, compartilhamento e disseminação de conhecimento, para trocas de informações entre os membros de uma comunidade, sejam eles humanos ou agentes inteligentes, para caracterizar e relacionar os conceitos em um domínio, fornecendo um vocabulário para representação do conhecimento nele contido, e para a construção semântica da base de conhecimento, dotando os sistemas de inteligência e autonomia.

De acordo com Gómez-Pérez (1999), uma ontologia é formada pelos seguintes componentes: conceitos, relacionamentos, funções, axiomas e instâncias. Os conceitos, que são organizados de acordo com uma taxionomia, representam qualquer coisa em um domínio, como uma tarefa, uma função, uma estratégia, um conjunto, uma classe de entidades entre outras coisas.

Os relacionamentos representam um tipo de interação entre os conceitos de um domínio, sendo a cardinalidade sempre  $n$  para  $n$ . Já a função é um caso especial de relacionamento em que um conjunto de elementos tem uma relação única com outro elemento, ou seja, a cardinalidade é  $n$  para 1. Os axiomas são as sentenças que restringem a

interpretação e o uso do conceito e são sempre verdadeiras, independentes da situação, ou seja, devem ser verdadeiras em todos os mundos possíveis. Por fim, as instâncias são utilizadas para representar os elementos específicos do domínio, ou seja, os próprios dados.

Embora seja uma área em eferescência, devido a web-semântica, com uma grande quantidade de pesquisas e modelos sendo desenvolvidos, não existe um consenso sobre a utilização de uma metodologia para a construção de ontologias, ficando a critério do desenvolvedor a adoção de alguma metodologia. Muitos pesquisadores da área estudam os aspectos relacionados à construção e manipulação de ontologias e, com base nesses estudos, algumas propostas de metodologias foram desenvolvidas (OLIVEIRA, 2006).

Seguindo essa linha, outro exemplo é a metodologia Toronto Virtual Enterprise - TOVE proposta por Michael Grüninger e Mark S. Fox (1994). Essa metodologia teve como base para o seu desenvolvimento a experiência obtida no desenvolvimento da ontologia do projeto TOVE, o qual modela processos e atividades comerciais para empresas com os domínios de processos corporativos e de negócios.

Assim, a primeira metodologia para o desenvolvimento de ontologias foi proposta por Mike Uschold e Martin King (1995). O grupo do pesquisador Mike Uschold desenvolveu o projeto Enterprise Ontology, que trata da modelagem de processos empresariais. A experiência obtida com a construção da ontologia deste projeto serviu de base para o desenvolvimento da metodologia.

Outro exemplo é o projeto KACTUS cuja metodologia proposta por Bernaras et al (1996) tem como um dos objetivos investigar o reuso do conhecimento com suas regras ontológicas necessárias em sistemas complexos. Esta metodologia foi proposta para integrar ontologias existentes para a construção de uma nova, em aplicações de complexos sistemas técnicos.

Além de não existir uma metodologia padrão para a construção de ontologias, também existem disponíveis muitas ferramentas e ambientes que podem ser usados para a construção e reuso de ontologias. Em relação à escolha de quais ferramentas e ambientes adotar, Gava e Menezes (2003) definem alguns critérios que devem ser considerados, por exemplo: a arquitetura do software e a evolução da ferramenta, a interoperabilidade, a representação do conhecimento, o serviços de inferência e a usabilidade.

No trabalho proposto, o editor de ontologias utilizado na construção da ontologia do Mapa de Conteúdos e do Mapa de Dependências foi o PROTÉGÉ. O PROTÉGÉ é um software livre, recomendado pela W3C, para construção de ontologias e que, a princípio, foi desenvolvido para a área biomédica em atenção às bases de conhecimento que formam a Biblioteca Nacional de Medicina (ELUAN; FACHIN, 2007). Além do código aberto, o PROTÉGÉ importa e exporta ontologias em diversos formatos, o que facilita a reutilização da ontologia. Assim, o uso desse editor elimina parte da complexidade e diminui a probabilidade de erros (DINIZ, 2010).

## Metodologia de Desenvolvimento

Embora muitas metodologias para sistematizar a construção de ontologias tenham sido propostas, ainda não existe um consenso de um modelo padrão a ser utilizado. Dessa forma, o desenvolvimento da ontologia proposta não seguiu fielmente nenhuma metodologia para construção de ontologias encontradas na literatura.

O domínio utilizado neste trabalho refere-se a duas ferramentas pedagógicas: Mapa de Conteúdos e Mapa de Dependências, utilizadas para auxiliar o professor no planejamento de uma disciplina. Nesse sentido, o primeiro passo no desenvolvimento da metodologia proposta foi a análise desse domínio, onde foram identificados os termos importantes para o contexto, como por exemplo, os conceitos e propriedades identificados informalmente antes da representação formal.

A identificação dos termos foi realizada através da análise do trabalho definido por Lima e Fialho, (2008b). Foi verificado que o Mapa de Conteúdo é composto pelos conteúdos existentes para um determinado nível de visão da disciplina ou curso e por seus relacionamentos. Um conteúdo pode está relacionado ou não com um ou mais conteúdos e representa os conteúdos informados pelo professor. Para facilitar o entendimento do conteúdo pelo aluno cada conteúdo pode ser composto por vários subníveis, onde cada subnível é composto por um conjunto de conteúdos e seus relacionamentos.

Cada conteúdo contém objetivos educacionais que se espera que o aluno alcance. Cada objetivo educacional será associado a uma das categorias definidas na Taxionomia de Bloom. O Mapa de Dependência é formado por um objetivo educacional e por um conjunto de comportamentos necessários para alcançar o objetivo educacional, cada comportamento é considerado um novo objetivo educacional que pode necessitar de comportamentos para alcançá-lo.

A fase final da criação da ontologia foi realizada através de uma representação específica que permite o processamento e a abrangência do conhecimento pela máquina. Isso é possível através de uma linguagem específica para a criação de ontologias e de uma ferramenta que permita sistematizar e integrar as especificações definidas à linguagem utilizada.

Para a implementação da ontologia, foi utilizada a linguagem OWL Web Ontology, ou simplesmente OWL por ser padronizada pela W3C e por oferecer recursos compreensíveis às máquinas, atendendo assim às necessidades da Web Semântica. Esta linguagem possibilita descrever classes e as relações existentes entre elas, além de possibilitar que essas classes sejam reutilizadas.

A ferramenta utilizada foi o PROTÉGÉ. Um editor de ontologias de código aberto e foi desenvolvido pela Stanford Medical Informatics na Stanford University School of Medicine. Ele permite a criação, visualização e manipulação de ontologias em diferentes formas de representação, tal como a OWL. As funcionalidades do mesmo podem ser estendidas utilizando plug-ins disponíveis na internet ou mesmo podendo ser criados pelos próprios usuários. O plug-in utilizado para visualização da ontologia do Mapa de Conteúdos e do Mapa de Dependências foi o ONTOGRAF.

A conexão entre os indivíduos é representada no PROTÉGÉ através das propriedades do objeto (Object Properties). Uma propriedade é declarada como do Object Property quando tem o papel de relacionar uma classe à outra classe.

Após a definição das classes, subclasses e propriedades, criaram-se as instâncias para a base da ontologia. As instâncias representam indivíduos específicos de uma determinada classe. Na ontologia proposta as instâncias são os verbos que podem representar os comportamentos esperados do aluno.

### A Ontologia do Mapa de Conteúdos e do Mapa de Dependências

Na construção da ontologia do Mapa de Conteúdos e do Mapa de Dependências foram definidas as seguintes classes: Mapa de Conteúdo, Conteúdo, Relação, Subnível, Objetivo educacional, Nível, Mapa de Dependência e Nível-1. A figura 4, retirada do software PROTÉGÉ, ilustra a estrutura dessas classes e suas hierarquias.

Além das classes, existe a necessidade de se modelar a relação entre os indivíduos, ou seja, como eles se conectam. Essa conexão é representada através das propriedades do objeto (Object Properties). A Figura 5 ilustra as propriedades dos objetos para ontologia proposta.

A classe Mapa de Conteúdo é composta pela quantidade de conteúdos que existem para um determinado nível de visão da disciplina ou curso e pelos conteúdos e suas relações com outros conteúdos. Por sua vez, a classe Conteúdo representa cada conteúdo informado pelo professor e seus nomes e a classe Relação mostra o nome e relacionamento existente entre cada Conteúdo. Assim, Mapa de conteúdo está relacionado com Conteúdo através da propriedade tem Conteúdo. Esta propriedade também conecta Mapa de conteúdo a Relação.

Figura 4 – Classes da ontologia do MC e do MD



Fonte: Silva; Lima (2011).

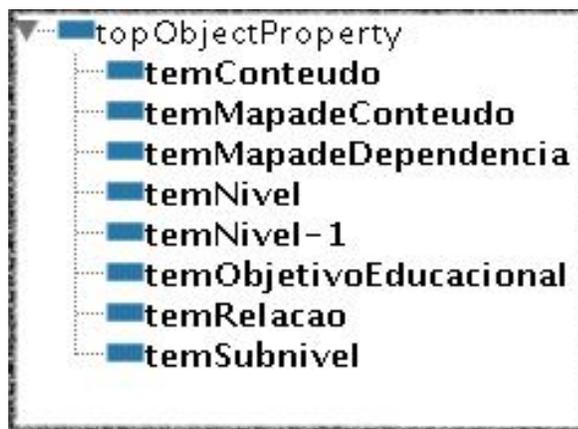
Para facilitar o processo de entendimento do aluno, a classe Subnível implementa subníveis de visões. No caso, cada Conteúdo pode ser composto por vários níveis, onde cada nível contém um pequeno conjunto de Conteúdo e sua Relação. Nesse caso, cada conteúdo pode ser expandido para outro subnível de visão, num processo de refinamento da descrição da disciplina ou curso.

A classe Conteúdo está relacionada à classe Relação através da propriedade tem Relação. Como visto, cada conteúdo pode conter subníveis, assim, a ligação entre Conteúdo e Subnível é realizada através da propriedade tem Subnível. Por sua vez, Subnível esta relacionada com Mapa de conteúdo através da propriedade tem Mapa de Conteúdo.

Os conteúdos contêm objetivos educacionais, a relação entre a classe Conteúdo e a classe Objetivo educacional é estabelecida através da propriedade tem Objetivo Educacional. A classe Objetivo educacional representa os objetivos educacionais que o aluno deve alcançar, para cada um dos conteúdos inseridos. Cada objetivo educacional pertence a um nível da Taxionomia de Bloom. A categorização dos objetivos educacionais é realizada através de verbos e dos comportamentos esperados do aluno. Cada Objetivo educacional será associado a uma classe Nível, que representa as categorias definidas na Taxionomia de Bloom (BLOOM; HASTINGS; MADANS, 1983).

Como mencionado no parágrafo anterior, a metodologia leva em conta que a categorização dos objetivos educacionais, de acordo com a Taxionomia de Bloom, pode ser realizada através de verbos ou atitudes que representam os possíveis comportamentos esperados do aluno (LIMA, 2009a). Estes Verbos foram classificados na ontologia do Mapa de Conteúdos e do Mapa de Dependências como entidades. A seguir, uma descrição de cada subclasse da classe Nível com suas instâncias:

Figura 5- Propriedades do Objeto



Fonte: Silva; Lima (2011)

**Subclasse Conhecimento:** inclui comportamentos e situações de verificação, nos quais se salienta a evocação, por reconhecimento ou memória, de ideias, materiais ou fenômenos. O aluno adquire e armazena informações que mais tarde precisa evocar. (Entidades: escreva,

liste, rotule, mostre, tabule, enumere, copie, selecione, nomeie, diga, defina, reproduza, relate, identifique, cite, colete e evoque.)

**Subclasse Compreensão:** referem-se àqueles objetivos, comportamentos ou respostas que representam um entendimento da mensagem literal contida em uma comunicação. Para alcançar esta compreensão, o estudante pode modificar mentalmente a comunicação, expressando-a em uma forma análoga que lhe é mais significativa. (Entidades: explique, associe, distinga, estenda, estimule, agrupe, sumarie, discuta, traduza, ordene, diferencie, resuma, parafraseie, descreva, interprete e ilustre.)

**Subclasse Aplicação:** necessita de uma etapa a mais do que a categoria compreensão, que requer apenas que o aluno conheça suficientemente a abstração para demonstrar seu uso quando necessário. Em um problema novo apresentado para o aluno, ele deverá aplicar as abstrações apropriadas, sem que lhe tenha sido sugerido quais são estas abstrações ou sem que lhe seja ensinado como usá-las naquela situação. O aluno, ao demonstrar compreensão, pode usar abstração quando seu uso está especificado. Na aplicação, o aluno deve usar corretamente a abstração em uma situação na qual ela não está de modo algum especificada. (Entidades: use, compute, resolva, aplique calcule, termine, experimente, demonstre, descubra, determine, torne, estabeleça, articule, transfira, ensine, prepare e construa.)

**Subclasse Análise:** focaliza o desdobramento do material em suas partes constitutivas, a percepção de suas inter-relações e seus modos de organização. Orienta-se, também, em relação às técnicas e instrumentos que se empregam para comunicar o significado ou estabelecer o resultado final de uma comunicação. (Entidades: analise, classifique, categorize, compare, contraste, deduza, arranje, conecte, divida, prioriza, indique, diagrama, discrimine, focalize e separe.)

**Subclasse Síntese:** o aluno deve reunir elementos de diversas fontes e reorganizá-los em uma estrutura ou configuração não claramente percebida antes. Seus esforços devem estar dirigidos para a elaboração ou construção de um resultado identificável em vários sentidos e mais integral do que os materiais com que ele iniciou seu trabalho. (Entidades: crie, proponha, formule, modifique, planeje, elabore, hipótese, invente, projete, desenvolva, ligue, componha, generalize, substitua, integre, rearranje, reescreva, adapte, antecipe e compile.)

**Subclasse Avaliação:** pode ser definida como um processo de julgamento acerca do valor de ideias, trabalhos, soluções, métodos, materiais, dentre outras, realizados com um determinado propósito. A avaliação foi colocada neste nível da taxionomia porque é relativamente considerada como um estágio final do complexo processo, que envolve certa combinação de todos os outros comportamentos classificados nas categorias anteriores. (Entidades: julgue, argumente, avalie, recomende, critique, justifique, decida, teste, convença e conclua.)

A Classe Mapa de Dependência modela a ferramenta Mapa de Dependências, que é formada por um objetivo educacional e por um conjunto de comportamentos necessários para se atingir este objetivo. O objetivo educacional é definido dentro de uma das categorias da Taxionomia de Bloom e os comportamentos necessários para atingir o objetivo proposto pertencem a níveis inferiores. Por sua vez, cada comportamento esperado

do aluno é considerado um objetivo educacional que também pode necessitar de comportamentos esperados para que seja alcançado. Na ontologia proposta, essa recursividade é representada pela classe Nível-1.

Assim, temos que os objetivos educacionais são compostos por níveis e por um Mapa de Dependência. O relacionamento entre a classe Objetivo educacional e a classe Nível é realizado através da propriedade tem Nível. A relação entre Objetivo educacional e Mapa de dependência é estabelecida através da propriedade tem Mapa de Dependência. O Mapa de Dependências pode conter vários objetivos educacionais de nível inferior ao objetivo proposto, representado na ontologia pela classe Nível-1. Esta classe se relaciona com Objetivo educacional através da propriedade tem Objetivo Educacional.

### **Considerações Finais**

Embora existam diversas ferramentas relacionadas com ensino-aprendizagem, principalmente para os Ambientes Virtuais de Aprendizagem, existem poucas ferramentas relacionadas com o processo de planejamento da disciplina. O Mapa de Conteúdos e o Mapa de Dependências são duas ferramentas pedagógicas desenvolvidas com base em teorias pedagógicas consolidadas e que promovem o planejamento da disciplina através da definição do objetivo educacional para cada unidade.

Embora as ferramentas tenham sido implementadas em um Ambiente Virtual de Aprendizagem, funcionalidades mais complexas, tais como: reutilização de cursos, busca por conteúdo, dentre outras, necessitam que as ferramentas sejam modeladas numa representação que possibilite o tratamento computacional.

Para isso, a utilização de uma ontologia permite representar os termos envolvidos de forma a evitar ambiguidades, favorecendo seu compartilhamento e reuso. Além disso, possibilita, também a formalização, o compartilhamento e a definição de conceitos, restrições, instâncias, relacionamentos e axiomas de um domínio de conhecimento (CARNEIRO; BRITO, 2005).

Para a representação da ontologia proposta foi utilizado o software PROTÉGÉ, um editor popular, de código aberto que importa e exporta ontologias em diversos formatos, facilitando a reutilização e intercâmbio de ontologias.

A ontologia do Mapa de Conteúdos e do Mapa de Dependências é composta pelas classes: Mapa de Conteúdo composta pelos conteúdos existentes para um determinado nível de visão da disciplina ou curso. Conteúdo que pode está relacionado ou não com um ou mais conteúdos e representa os conteúdos informados pelo professor e a classe Relação representando o relacionamento existente entre cada Conteúdo. Para facilitar o entendimento do conteúdo pelo aluno cada Conteúdo pode ser composto por vários subníveis, onde cada subnível é composto por um conjunto de Conteúdo e sua Relação. A classe Subnivel implementa os subníveis de visões.

Cada conteúdo contém objetivos educacionais. A classe Objetivo educacional representa os objetivos educacionais que se espera que o aluno alcance. Cada Objetivo educacional será associado a uma classe Nível, que representa as categorias definidas na

Taxionomia de Bloom. A classe Mapa de Dependência é formada por um objetivo educacional e por um conjunto de comportamentos necessários para alcançar o objetivo educacional, cada comportamento é considerado um novo objetivo educacional que pode necessitar de comportamentos para alcançá-lo, esta recursividade é representada pela classe Nível-1.

A utilização de uma ontologia possibilita desenvolvimento de mecanismos que irão facilitar o processo de utilização e aplicação das ferramentas Mapa de Conteúdos e Mapa de Dependências.

Nesse sentido, a modelagem dessas ferramentas pedagógicas dentro de uma ontologia possibilita o desenvolvimento de novas funcionalidades e mecanismos que irão facilitar o processo de utilização e aplicação dessas ferramentas. Dessa forma, este artigo apresentou uma breve descrição das ferramentas pedagógica Mapa de Conteúdo e Mapa de dependências e apresentou uma proposta de uma ontologia para estas ferramentas.

Como o Mapa de Conteúdos e o Mapa de Dependências são ferramentas pedagógicas relacionadas com o planejamento de cursos em Ambientes Virtuais de Aprendizagem, o próximo passo do trabalho será modelar a ontologia definida dentro de uma ontologia genérica de domínio para cursos virtuais.

## Referências

AMORIM, Ricardo et al. A learning design ontology based on the IMS specification. **Journal of Educational Technology & Society**, v. 9, n. 1, p. 38-57, 2006.

AUSUBEL, David Paul; NOVAK, Joseph Donald; HANESIAN, Helen. **Psicologia educativa: un punto de vista cognoscitivo**. Trad. Roberto Helier Domínguez. México: Trillas, 1976.

BERNARAS, Amaia; LARESGOITI, Iñaki; CORERA, Jose. Building and reusing ontologies for electrical network applications. In: EUROPEAN CONFERENCE ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE (ECAI), 12. 1996, Chichester. **Anais...** Chichester, UK, John Wiley and Sons, 1996, p. 298-302.

BLOOM, Benjamim Samuel et al. **Taxionomia de objetivos educacionais: domínio cognitivo**. 6. ed. Porto Alegre: Globo, 1977.

BLOOM, Benjamim Samuel; HASTINGS Tomas; MADAUS, George. **Manual de avaliação formativa e somativa do aprendizado escolar**. São Paulo: Pioneira, 1983.

CARNEIRO, Raquel; BRITO, Parccilene. Definição de uma ontologia OWL para representação de conteúdos educacionais. In: ENCONTRO DE ESTUDANTES DE INFORMÁTICA DO ESTADO DO TOCANTINS, 7, 2005, Palmas. **Anais...** Palmas, 2005, CD-ROM.

COVER PAGES. Cover pages: Learning Material Markup Language (LMML). Disponível em: <<http://xml.coverpages.org/lmml.html>>. Acesso em: 3 ago. 2011.

DINIZ, Anthony Andrey Ramalho. **Contribuição ao desenvolvimento de ontologias para processos petroquímicos**: estudo de caso em planta DEA. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia do Petróleo)-Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2010.

FERNÁNDEZ-LÓPEZ, Mariano; GÓMEZ-PÉREZ, Asunción; JURISTO, Natalia. Methontology: From ontological art towards ontological engineering. In: AAAI-97 SPRING SYMPOSIUM SERIES, STANFORD UNIVERSITY, 1997. **Anais...** Stanford University, California, 1997, p. 33-40.

GAVA, Tânia; MENEZES, Crediné S. Uma ontologia de domínio para a aprendizagem cooperativa. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO (SBIE), 14, 2003, Rio de Janeiro. **Anais...** NCE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2003, p. 355-363.

GÓMEZ-PÉREZ, Asunción. Tutorial on Ontological Engineering. In: INTERNATIONAL JOINT CONFERENCE ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE (IJCAI'99), 16, 1999. **Anais ...** 1999.

GRÜNINGER, Michel; FOX, Mark. The role of competency questions in enterprise engineering. In: WORKSHOP ON BECHMARKING, THEORY AND PRACTICE, 1994, Trondheim. **Anais ...** Trondheim, Norway, 1994.

IMS. **Global Learning Consortium**. Disponível em: <<http://www.imsglobal.org/>>. Acesso em: 03 ago. 2011.

LIMA, Rommel Wladimir. **Mapa de Conteúdos e Mapa de Dependências**: ferramentas pedagógicas para uma metodologia de planejamento baseada em objetivos educacionais e sua implementação em um ambiente virtual de aprendizagem. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica)-Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 106 f. Natal, 2009.

LIMA, Rommel Wladimir; FIALHO, Sergio V. Dependence Maps: a methodology for subject planning and learning assessment in virtual learning environments. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTERNET AND WEB APPLICATIONS AND SERVICES (ICIW), 3. Athens, 2008. **Anais...** Athens, Greece, 2008, p. 66-71.

\_\_\_\_\_. Introducing assessment into the teaching-learning process of Distance Education using discipline planning. In: IFIP WORLD CONFERENCE ON COMPUTERS IN EDUCATION, 9. 2009, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves, 2009.

\_\_\_\_\_. Mapa de Dependências e Mapa de Conteúdos: o uso dos mapas conceituais e da taxionomia de Bloom no Moodle. In: MOODLEMOOT BRASIL, 3. São Paulo, 2009. **Anais...** São Paulo, Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2009, p. 119-128.

\_\_\_\_\_. Mapa de Dependências: uma metodologia para o planejamento e avaliação da aprendizagem. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING AND TECHNOLOGY EDUCATION, 10. 2008, Peruíbe/SP. **Anais ...** Peruíbe/Santos, 2008.

MOREIRA, Marco Antônio; MASINI, Elcie. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo, SP: Moraes, 1982.

OKADA, Alexandra; SANTOS, Edméa Oliveira. Mapeando redes de informações com uso de software: uma experiência de pesquisa e docência em EAD online. **Revista Digital de Tecnologia e Educação a Distância**, v. 2, n. 1, 2005. Disponível em: <<http://www.pucsp.br/tead/n2/pdf/artigo2.pdf>>. Acesso em: 3 ago. 2011.

OLIVEIRA, Girlena Silva. **Metodologia para construção de ontologias**. Monografia (Graduação em Ciência da Computação)-UFBA, Salvador, 2006.

PALO LANGUAGE HOME PAGE. Disponível em: <<http://sensei.lsi.uned.es/palo/>>. Acesso em: 3 ago. 2011.

PEÑA, Antônio Ontoria et al. **Mapas conceituais: uma técnica para aprender**. São Paulo: Loyola, 2005.

SEMPREBOM, Tiago; CAMADA, Marcos; MENDONÇA, Igor. **PROTÉGÉ e ontologias**. Disponível em: <<http://www.das.ufsc.br/~gb/pg-ia/Protege07/ontologias.pdf>>. Acesso em: 3 ago. 2011.

SILVA, Jaime Balbino. Scorm x EML. **Boletim EAD Unicamp**, n. 31, 2003. Disponível em: <<http://www.rau-tu.unicamp.br/nou-rau/ead/document/?down=26>>. Acesso em: 3 ago. 2011.

SILVA, Maria das Graças Pereira; LIMA, Rommel Wladimir. Definição de uma ontologia para representação das ferramentas pedagógicas Mapa de Conteúdos e Mapa de Dependências. In: WORKSHOP TÉCNICO CIENTÍFICO DE COMPUTAÇÃO - II WTCC, 2. 2011, Mossoró. **Anais ...** WTCC. Mossoró: UFERSA, 2011, CD-ROM.

THE PROTEGE ONTOLOGY EDITOR AND KNOWLEDGE ACQUISITION SYSTEM. Disponível em: <<http://protege.stanford.edu>>. Acesso em: 30 maio 2011.

USCHOLD, Mike; KING, Martin. Towards a methodology for building ontologies. In: IJCAI: WORKSHOP ON BASIC ONTOLOGICAL ISSUES IN KNOWLEDGE SHARING, Montreal, 1995. **Anais...** Montreal, Canadá, 1995.