

# Fundamentos sobre a Modelagem do Usuário através do uso de Ontologias

Regis Giongo 1

Guilherme Panizzon 1

Orientadora: Isabela Gasparini 1

**Resumo:** O modelo do usuário descreve o usuário para o sistema, ou seja, representa toda informação que o sistema conhece sobre o usuário. Em sistemas educacionais o modelo do usuário/aluno contém toda a informação sobre o perfil do aluno, tais como seu conhecimento, objetivos educacionais, preferências, estilo de aprendizagem. Atualmente, outras informações sobre os alunos estão sendo estudadas para comporem este modelo, como seu comportamento no sistema e-learning e o contexto do usuário. Existem diferentes maneiras para representar modelos de usuários e do contexto do usuário. Este trabalho estuda diversas ontologias existentes na literatura que podem ser reusadas na representação do modelo do usuário e de seu contexto em ambientes adaptativos educacionais.

**Abstract:** The user model describes the user to the system, i.e., is represents all the information that the system knows about the user. In educational systems, the user/student model contains all information about the student's

---

1 Departamento de Ciência da Computação, UDESC (Universidade do Estado de Santa Catarina)

{dcc6rg,dcc6gp,isabela@joinville.udesc.br}

profile, such as their knowledge, educational goals, preferences, learning style. Currently, other information about students are being studied to compose this model, as their behavior in e-learning system and the user's context. There are different ways to represent user models and user context. This paper studies several existing ontologies in the literature that can be reused in the representation of the user model and its context in adaptive educational environments.

## 1 Introdução

Um sistema e-learning baseado na Web é normalmente utilizado por uma grande variedade de alunos, com diferentes habilidades, experiências, preferências e estilos de aprendizagem. Especificamente em um ambiente e-learning: i) um usuário normalmente está no papel de aluno ou de professor; ii) seus objetivos estão relacionados às atividades do processo de aprendizagem, através da aquisição de novos conhecimentos, comportamentos, habilidades, preferências e valores, e podem envolver diferentes tipos de informações, e, iii) de forma diferente do que da interação entre seres humanos, na interação humano-computador o contexto de uso é geralmente descrito por um conjunto de características (e.g. culturais, tecnológicas, pedagógicas, etc.) para apoiar o processo de aprendizagem [9]. Os sistemas adaptativos ajustam o conteúdo, a apresentação e a navegação de acordo com o modelo do aluno. Personalização (ou adaptação) é o processo de adaptação de uma aplicação computacional de acordo com as necessidades de um usuário específico e aproveita o conhecimento adquirido sobre ele para fornecer a adaptação.

Os sistemas e-learning podem ser adaptados de forma mais dinâmica, não somente de acordo com o modelo do aluno, mas também de acordo com uma concepção mais rica do contexto do aluno. Existem diferentes maneiras para representar modelos de usuários e do contexto do usuário. Este trabalho estuda diversas ontologias existentes na literatura que podem ser reusadas na representação do modelo do usuário e de seu contexto em ambientes adaptativos educacionais.

Este trabalho está estruturado como segue. A seção 2 apresenta o conceito de modelagem do usuário e do contexto. A seção 3 explica o conceito de ontologias. A seção 4 mostra a linguagem OWL. A seção 5 detalha a modelagem do usuário através do uso de ontologias, explorando algumas ontologias que podem auxiliar na modelagem em sistemas educacionais. A seção 6 destaca a interoperabilidade em ontologias, destacando as técnicas para o reuso das informações. Por fim a seção 7 trata das considerações finais do trabalho.

## 2 Modelagem do Usuário e de Contexto

O modelo do usuário (MU) descreve o usuário para o sistema, ou seja, representa toda informação que o sistema conhece sobre o usuário, e.g. as preferências, os conhecimentos, os objetivos, o histórico navegacional e o nível de conhecimento do usuário [16]. Este modelo tem sua manutenção feita pelo sistema, apesar do usuário poder realizar modificações em seu perfil, tais como revisar e editar seus dados. Padrões de ações do usuário e eventos realizados nos vários níveis conceituais, como tarefas completadas e requisições de ajuda, são adicionados ao perfil do usuário.

O MU, também chamado de modelo do aluno pelos sistemas adaptativos educacionais, também pode representar o conhecimento e as habilidades cognitivas do aluno em um dado momento, pode ser constituído por dados estáticos e dados dinâmicos e contém uma representação do estado do conhecimento do aluno no momento que interage com o sistema [16].

Para entender o contexto do usuário, é necessário especificar, gerenciar e usar as informações contextuais relacionadas a este usuário. A informação contextual pode ser analisada segundo seis dimensões, conhecidas como 5W + 1H. Essas dimensões estão relacionadas às questões *de quem* (WHO), *em que momento* (WHEN), *em qual local* (WHERE), *o que está fazendo* (WHAT), *com que motivação* (WHY), e *de que forma* (HOW) em um sistema, contextualizando uma situação.

Segundo Kokinov [3] contexto é o conjunto de todas as entidades que influenciam o comportamento humano (ou de um sistema) em uma ocasião específica. Essa teoria é centrada em quatro princípios: (1) contexto é um estado mental; (2) contexto não possui limites claros; (3) contexto consiste de todos os elementos associativamente relevantes; e (4) contexto é dinâmico. De acordo com Bazire e Brézzilon [4], contexto é toda a informação que pode ser utilizada para caracterizar a situação de uma entidade, onde a entidade é uma pessoa, lugar ou objeto que é considerado relevante para a interação entre o usuário e sua aplicação, incluindo o próprio usuário.

Vieira, Tedesco e Salgado [5] mencionam que um Contexto é o que viabiliza a identificação do que é ou não relevante em uma dada situação e para entender isso, faz-se uso de Sistemas Sensíveis ao Contexto (SSCs). Um SSCs é um sistema que inclui um modelo de domínio composto de um conjunto de elementos de conhecimento e suas relações, que mantém um modelo de usuário explícito para armazenamento de propriedades de usuário, e é capaz de adaptar algumas partes visuais ou funcionais do sistema, de acordo com o modelo de usuário.

Existem diferentes técnicas para a representação de informações contextuais: par chave-valor, linguagem de marcação, mapas de tópicos, modelo geográficos e ontologias [5]. Cada técnica possui vantagens e desvantagens, porém o uso de ontologias para a representação das informações de contexto têm se popularizado como uma técnica promissora.

### 3 Ontologias

Uma ontologia é um modelo de dados que representa um conjunto de conceitos dentro de um domínio e os relacionamentos entre estes. Uma ontologia é utilizada para realizar inferência sobre os objetos do domínio. Uma ontologia é definida como uma especificação formal e explícita de uma conceitualização compartilhada, onde especificação formal significa algo que é legível para os computadores, explícita são os conceitos, propriedades, relações, funções, restrições e axiomas claramente definidos; conceitualização representa um modelo abstrato de algum fenômeno do mundo real e compartilhada significa conhecimento consensual [17].

Ontologias são repositórios de conhecimentos que podem ser utilizados em várias áreas de aplicações. Um exemplo é no contexto educacional, onde podem ser usadas para propósitos de navegação, adaptação, compartilhamento e cooperação entre os estudantes.

Segundo Guizzard [1], as ontologias consistem de uma estrutura formal de conceitos e relações de um domínio e um conjunto de axiomas que restringem a interpretação desta estrutura e permite a derivação de novos conhecimentos a partir do conhecimento real representado na estrutura de um determinado domínio. Conforme Uschold e Jasper [2], uma ontologia pode assumir vários formatos, mas necessariamente deve incluir um vocabulário de termos e alguma especificação de seu significado. Esta deve abranger definições e uma indicação de como os conceitos estão inter-relacionados, o que resulta na estruturação do domínio e nas restrições de possíveis interpretações de seus termos.

### 4 Linguagem OWL

Em 2004 a W3C (*World Wide Web Consortium*) lançou a OWL (*Web Ontology Language*) com uma revisão da linguagem DAML+OIL, sendo projetada de modo a atender as necessidades das aplicações para a Web Semântica. A OWL pode ser dividida em três sublinguagens em ordem crescente de expressividade conforme o trabalho de Sosnovsky e Dicheva [6], sendo elas:

- OWL Lite: É destinada a aqueles usuários que optam por uma hierarquia de classificação e restrições simples.
- OWL DL: Foi projetada para ter o máximo de extremidade possível. OWL DL inclui todas as construções da linguagem OWL, mas elas podem ser usadas somente sob certas restrições.
- OWL Full: Uma semântica diferente da OWL Lite e da OWL DL, e foi projetada para preservar alguma compatibilidade com o esquema RDF. OWL Full permite que uma ontologia aumente o significado do vocabulário pré-definido (RDF ou OWL).

De acordo com Guangdong e Lei [7], para o uso da linguagem de ontologia OWL deve ser considerado a sublinguagem que melhor se adapte as suas necessidades. A escolha

entre a OWL Lite e a OWL DL depende da medida de elementos expressivos que o desenvolvedor necessitar. Já a escolha da OWL DL ou da OWL Full depende principalmente da medida em que os usuários precisarem do mecanismo de metamodelo RDF.

## 5 Modelagem do Usuário através do uso de Ontologias

O objetivo da modelagem de usuário é identificar e representar as características dos usuários e do contexto do usuário de acordo com seu perfil. Em se tratando de sistemas educacionais, percebe-se que o contexto do usuário pode ser classificado quanto ao contexto cultural, tecnológico, educacional e pessoal [9]. Desta forma algumas ontologias foram analisadas, com intuito do possível reuso para a modelagem do usuário em ambientes educacionais.

### 5.1 SUMO (Suggested Upper Merged Ontology)

A SUMO (*Suggested Upper Merged Ontology*), também conhecida como uma ontologia de topo, foi proposta por um grupo de trabalho de ontologias que se chama Standard Upper Ontology (SUMO) working Group da IEEE e que é formado por vários pesquisadores de diversas áreas. "É uma grande ontologia definida na lógica de primeira ordem com algumas extensões de ordem superior" [8].

É importante mencionar que a SUMO é uma ontologia que possibilita algumas características como:

- Progresso em aplicativos ligados ao comércio eletrônico;
- Integração de Software com base na Internet;
- Buscas mais precisas baseadas em Palavras-Chaves;
- Fornecimento de um conjunto de definições precisas para programação de aplicativos de software de ponta;
- Além do mais ela é referência para várias outras ontologias, pelo fato de ser grande e genérica.

### 5.2 CUMO (Cultural User Model Ontology)

A ontologia CUMO (*Cultural User Model Ontology*) [18] é utilizada quando tratamos da área cultural do usuário. Ela contém informações tais como os diferentes locais de residência de uma pessoa, a nacionalidade de seus pais, as línguas faladas, e a religião do usuário [20]. Além disso, a ontologia CUMO contém informações sobre as cinco dimensões de Hofstede [19] e seus valores. Seu conteúdo e sua interface de usuário baseiam-se na pesquisa de campos com usabilidade, localização, cultura, modelagem de usuário e personalização.

A CUMO estabelece as bases para um processo de uma aquisição da informação de forma rápida, identificando a localização do usuário de forma automatizada. Ela leva em

consideração todos os locais de residência de um usuário e calculam a sua influência sobre as dimensões do usuário de acordo com o tempo de permanência do mesmo nesses lugares [20].

### 5.3 FOAF (The Friend of a Friend)

FOAF é muito utilizada na web para descrever pessoas em plataformas sociais como: Facebook, Twitter, dentre outras. "FOAF fornece um vocabulário RDF/XML para descrever informação pessoal" [10]. Conforme Ding et al [11], o componente mais importante de um documento FOAF é o vocabulário FOAF, o qual é identificado pelo namespace URI <http://xmlns.com/foaf/0.1/>.

O vocabulário FOAF define tanto classes (e.g., foaf:Agent, foaf:Person, and foaf:Document) como também propriedades (e.g., foaf:name, foaf:knows, foaf:interests, e foaf:mbox) fundamentado em RDF. Cada fato é descrito utilizando-se um padrão de dados descrito na linguagem de marcação RDF. Aliás, FOAF descreve um vocabulário simples para descrever fatos básicos, como: “casado-com”, “irmão-de”, entre outros.

### 5.4 SIOC (Socially Interconnected Online Communities)

SIOC fornece uma ontologia da Web Semântica para representar dados ricos da Web Social em RDF. Seu uso em uma variedade de aplicações de software comercial e de código aberto, e é comumente usada em conjunto com o vocabulário FOAF para expressar perfil pessoal e informações de redes sociais. A SIOC possui 25 tipos de propriedades, a maioria frequentemente utilizada em blogs, fóruns, etc.

### 5.4 Ontologia Person

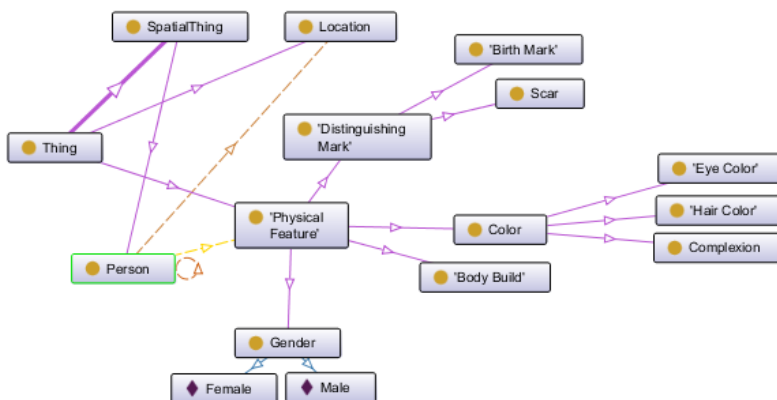
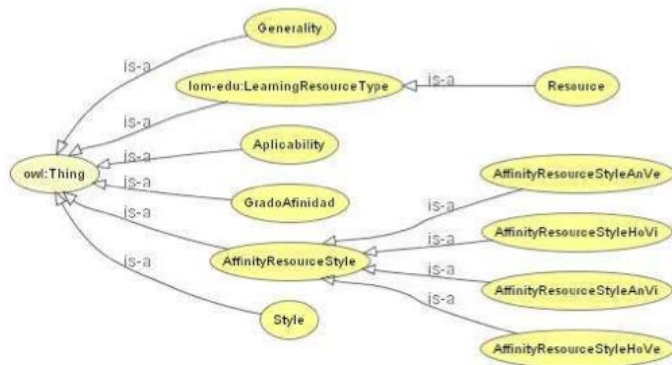


Figura 1. Estrutura da Ontologia Person.

É uma ontologia para representar características de uma pessoa, levando em conta sua localização e o seu gênero. A ontologia Person possui atributos como: data de nascimento, nome, descrição, altura, dentre outros. Levando em conta as propriedades dos objetos tem-se: local de nascimento, características físicas e parentes da pessoa. Conforme a Figura 1, podemos ver que a classe Physical Feature (Características Físicas) possui subclasses como: Color (Cor) e Body Build (tipo físico do indivíduo: ectomorfo, endomorfo ou mesomorfo), Color possuindo as subclasses: “Eye Color” (cor dos olhos), “Hair Color” (cor do cabelo) e “Complexion” (fenótipo). Com isso, fica evidente que se pode reutilizar a maioria das informações dessa ontologia.

#### 5.4 Ontologia sobre os Estilos de Aprendizagem

De acordo com Motz et al. [12], a ontologia sobre os estilos de aprendizagem determina uma forma de organizar e representar a informação para os estudantes visando uma melhor e mais rápida absorção do conhecimento. Conforme a Figura 2 de Guzmán e Motz [13], a qual representa a hierarquia de classes dessa ontologia, pode-se observar que a classe "AfinityResourceStyle" é a classe que identifica os quatro estilos existentes nessa ontologia: Estilo Analítico Verbal (AfinityResourceStyleAnVe), Estilo Holístico Visual (AfinityResourceStyleHoVi), Estilo Analítico Visual (AfinityResourceStyleAnVi) e Estilo Holístico Verbal (AfinityResourceStyleHoVe).



**Figura 2. Ontologia sobre o Estilo de Aprendizagem. [13]**

As ontologias apresentadas nesta seção foram selecionadas pois podem auxiliar na modelagem do aluno, de acordo com suas características educacionais, pessoais ou culturais. Porém, para se fazer reuso de uma ontologia já existente é necessário identificar como esses conceitos poderão ser integrados a um novo modelo. Desta forma, a seção a seguir destaca os principais mecanismos para prover reuso da informação.

## 6 Interoperabilidade de Ontologias

Conforme Simon et al. [14] a interoperabilidade é baseada em protocolos comuns, que definem as interações entre repositórios. Ou seja, é a capacidade de dois ou mais sistemas trabalharem em conjunto, compartilhando informações. Em um segundo momento, é necessário que a informação seja compreendida, acessada, localizada e processada pelos mesmos sistemas. Felicíssimo[15] menciona que reutilizar informações de diferentes ontologias requer mecanismos específicos e eficientes, capazes de lidar com diferentes níveis de interoperabilidade. Estes são descritos na próxima seção.

### 6.1 Mecanismos de Interoperabilidade

Para que conceitos, propriedades e relações de outras ontologias possam ser reaproveitadas é necessário fazer o uso de abordagens distintas de interoperabilidade existentes: mapeamento, alinhamento combinação ou fusão e integração.

O mapeamento de ontologias [15] é a ligação de conceitos de um modelo em conceitos de um segundo modelo, resultando em uma estrutura formal contendo expressões dessas ligações. Já o alinhamento [15] é comumente utilizado quando temos ontologias que são de domínios complementares e essa técnica é utilizada somente entre duas ontologias que passam a ter seus elementos separados, porém com ligações estabelecidas entre elas. Dessa forma, as ontologias podem reusar as informações uma das outras. Na combinação temos como resultado a versão das ontologias originais com todos os seus termos juntos, mas sem a definição clara de suas origens [15]. Aliás, essas ontologias originais descrevem domínios similares ou de sobreposição. Por fim, o mecanismo por integração [15] resulta numa única ontologia criada pela especialização, extensão, montagem ou adaptação de outras ontologias de assuntos distintos. Além disso, nessa abordagem é possível identificar quais regiões foram geradas a partir das ontologias originais.

Os quatro mecanismos destacados são abordagens distintas para o reuso de ontologias. Para a escolha do mecanismo a ser adotado deve-se analisar as estruturas das ontologias a serem estudadas.

## 7 Considerações Finais

Este trabalho apresentou a representação e a modelagem do usuário destacando-se o uso de ontologias como a técnica mais promissora para a modelagem do contexto do usuário. Atualmente, em sistemas e-learning, o uso de ontologias para a modelagem do usuário vem se destacando. Em um ambiente de aprendizado, podemos encontrar diversas classes de usuários com características e objetivos bem diferentes.

Dessa maneira é possível utilizar ontologias para a representação do conhecimento, onde um dos objetivos é o de sua utilização para a modelagem do perfil e do contexto do usuário, fornecendo a ele um ambiente no qual possa adquirir uma maior quantidade de



informação de forma mais individualizada e adaptada ao seu perfil. Além disso, este trabalho seguiu uma metodologia que iniciada com a fundamentação teórica e o levantamento das ontologias para modelar os contextos pessoal, educacional e cultural dos alunos. Como trabalhos futuros serão realizadas análises do uso dessas ontologias e quais elementos serão relevantes para o modelo do aluno em desenvolvimento. Para isso, faz-se necessário o uso de técnicas de interoperabilidade de ontologias. Fazer uso de interoperabilidade é um desafio, devido às muitas diferenças que podem existir, tanto na estrutura de classes como nos nomes de conceitos. Este trabalho estudou as quatro principais técnicas de reuso existentes: combinação, mapeamento, alinhamento e integração. Como resultado deste estudo será realizada a modelagem conceitual do contexto do aluno, na qual será implementada e testada em um ambiente adaptativo educacional.

## Referências

- [1] GUIZZARD G. "Ontological Foundations for Structural Concept Models", Ph.D. Thesis, University of Twente, The Netherlands, 2005.
- [2] USCHOLD M, JASPER R. A Framework for Understanding and Classifying Ontology Applications. In: Benjamins VR (ed) IJCAI'99 Workshop on Ontology and Problem Solving Methods: Lessons Learned and Future Trends. 1999.
- [3] KOKINOV, B. "Dynamics and Automaticity of Context: A Cognitive Modeling Approach", In: Proc. of the 2nd International and Interdisciplinary Conference on Modeling and Using Context (CONTEXT'99), LNCS 1688, pp. 200-213, Trento, Italy, 1999.
- [4] BAZIRE, M. & BRÉZILLON, P. Understanding Context Before Using It. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 2005.
- [5] VIEIRA, V.; TEDESCO, P.; SALGADO, A. C. Modelos e Processos para o Desenvolvimento de Sistemas Sensíveis ao Contexto. XV Escola Regional de Informática do Paraná, 2009.
- [6] SOSNOVSKY S.; DICHEVA D. "Ontological technologies for user modelling". School of Information Sciences, University of Pittsburgh, Pittsburgh, PA 15260, USA. ' Department of Computer Science, Winston-Salem State University, Winston Salem, NC 27110, USA. Int. J. of Metadata, Semantics and Ontologies, 2010 Vol.5, No.1, pp.32 - 7.
- [7] GUANDONG He.; LEI An, "Ontology Language OWL Research Study," International Conference on Management and Service Science (MASS), 2011.
- [8] PEASE A. & BENZMÜLLER C. "Ontology Archaeology: Mining a Decade of Effort on the Suggested Upper Merged Ontology". The ECAI-10 Workshop on Automated Reasoning about Context and Ontology Evolution (ARCOE-10), Lisbon, Portugal, August 16-17, 2010.

- [9] GASPARINI, I., PERNAS, A. M., BOUZEGHOUB, A., DE OLIVEIRA, J. P. M., DE LIMA, J. V., PIMENTA, M. S. Taking Rich Context and Situation in Account for Improving an Adaptive e-Learning System. CSEDU (International Conference on Computer Supported Education), 2011, pp. 165-172.
- [10] DUMBILL E. Finding friends with xml and rdf. IBM's XML Watch June 2002. Disponível em <<http://www-106.ibm.com/developerworks/xml/library/x-foaf.html>>. Acesso em: 09 de jul. 2013.
- [11] DING L.; ZHOU L.; FININ T.; JOSHI A. "How the Semantic Web is Being Used: An Analysis of FOAF Documents". Proceedings of the 38th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS'05) - Track 4, 2005.
- [12] MOTZ, R. GUZMÁN, J.; DECO, C.; BENDER, C. Applying Ontologies to Educational Resources Retrieval driven by Cultural Aspects. Journal of Computer Science & Technology (JCS&T), 5(4), pp 279-284, 2005.
- [13] GUZMAN, J.; MOTZ, R., "Towards an adaptive cultural e-learning system". Web Congress, 2005. LA-WEB 2005.
- [14] SIMON, B., Massart, D., Van Assche, F., Ternier, S., Duval, E., Brantner, S., Olmedilla, D., Miklós, S.: A Simple Query Interface for Interoperable Learning Repositories. WWW 2005.
- [15] FELICÍSSIMO, C.H. Interoperabilidade Semântica na Web: Uma Estratégia para o Alinhamento Taxonômico de Ontologias. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Informática do Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2004.
- [16] GASPARINI, I. Interface Adaptativa no ambiente AdaptWeb: navegação e apresentação adaptativa baseada no modelo do usuário. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação em Computação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003.
- [17] BORST, W. N. Construction of engineering ontologies. Tese (Doutorado). University of Twente, Enschede, 1997. Disponível em: <<http://doc.utwente.nl/17864/1/t0000004.pdf>> Acesso em 10 de maio 2013.
- [18] REINECKE, K.; REIF, G.; BERNSTEIN, A. Cultural User Modeling With CUMO: An Approach to Overcome the Personalization Bootstrapping Problem. Workshop on Cultural Heritage on the Semantic Web, ISWC, 2007.
- [19] HOFSTEDE, Geert. Culture's Consequences: comparing values, behaviors, institutions, and organizations across nations. 2nd ed. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications, 2001.
- [20] GASPARINI, I.; KEMCZINSKI, A.; PIMENTA, M. S.; PALAZZO M. de Oliveira, J. Modelo do usuário sensível ao contexto cultural em um sistema e-learning adaptativo. Informática na Educação, v. 14, p. 123-135, 2011.