
Modelando um Sistema Educacional de MMC sob a perspectiva da Web Semântica

Marlos Silva¹, Heitor Barros¹, Douglas Vêras¹,
Henrique Pacca¹, Ig Ibert¹, Evandro Barros¹, Alan Silva²

¹ Instituto de Computação – Universidade Federal de Alagoas (Ufal)
Av. Lourival Melo Mota, Km, 14 - Maceió - AL - Brasil

² Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFET-AL)
Rua Barão de Atalaia, s/nº - Centro - Maceió - AL - Brasil

{marlos.tacio, rotieh, douglassverass, hpluna, ig.ibert}@gmail.com

Abstract. *The increasing use of computer networks are breaking down geographical barriers of communication, enabling the sharing of all kinds of information. However, only the available information does not guarantee ease of use and no universal access to information. Access to information should be universal and participatory, in order that the user is not just a mere spectator, but a participant in the construction of knowledge. This article aims to demonstrate the modeling of an educational environment mediated by computer based on the Semantic Web, which contains tools and mechanisms for adaptive and collaborative learning.*

Resumo. *O uso cada vez maior das redes de computadores vêm quebrando as barreiras geográficas da comunicação, possibilitando o compartilhamento dos mais diversos tipos de informações. No entanto, apenas a disponibilização das informações não é garantia de facilidade de uso e nem do acesso universal à informação. O acesso a informação deve ser universal e participativo, tendo em vista que o usuário não é apenas um mero espectador, mas sim um participante na construção do conhecimento. Este artigo tem o objetivo de demonstrar a modelagem de um ambiente educacional mediado por computador baseado na Web Semântica, que contenha ferramentas e mecanismos de aprendizado adaptativas e colaborativas.*

1. Introdução

As crescentes inovações tecnológicas têm provido à Tecnologia da Informação (TI) novas formas de comunicação entre as pessoas. O uso cada vez maior das redes de computadores vêm quebrando as barreiras geográficas da comunicação, possibilitando o compartilhamento dos mais diversos tipos de informações. No entanto, apenas a disponibilização das informações não é garantia de facilidade de uso e nem do acesso universal à informação. É preciso conceber sistemas que vençam as barreiras educacionais, culturais, sociais e econômicas, de uma população altamente diversificada. Segundo a Sociedade Brasileira de Computação [de Leon F. de Carvalho et al 2006], o acesso a informação deve ser universal e participativo, tendo em vista que o usuário não é apenas um consumidor, mas também um participante na construção do conhecimento.

Em mais de meio século de pesquisas, diversas abordagens foram propostas visando atender os requisitos mencionados. Nesse meio tempo, tais abordagens foram conduzindo a construção do que atualmente são denominados ambientes educacionais mediados por computador [Costa 1997]. Dentre os sistemas educacionais, duas grandes vertentes vêm se destacando: i) Ambientes de Educação a Distância (EaD), que visam a interação entre estudantes, tutores e professores, utilizando a TI para garantir esta informação [Silva 2003] e ii) Ambientes de Inteligência Artificial e Educação (AIED), que empregam o uso de técnicas provenientes da Inteligência Artificial (IA) a fim de assegurar interações personalizadas, além de efetivar a aprendizagem e a resolução de problemas [Self 1995].

Tendo em vista, que os ambientes clássicos de EaD não suportam o controle de avaliação personalizada e a adaptação às características dos usuários presentes no ambiente, como estudantes, tutores, autores, monitores, entre outros [Brooks et al. 2006], e que ambientes AIED, em sua grande maioria, têm o foco estabelecido na resolução de problemas de aprendizagem e nas atividades sendo trabalhadas de forma personalizada ao modelo do aprendiz, fazendo com que tais características sejam de domínios restritos e que possuam um alto custo de desenvolvimento e manutenção [Murray 2003] [Manuel Rodrigues and Santos 2005]. É natural que haja a convergência entre os ambientes de EaD e os de AIED, criando uma nova classe de ambientes educacionais, que atualmente são chamados Ambiente de Educação a Distância Adaptativos ou Adaptive e-Learning [Garcia-Barrios 2006]. Assim os ambientes educacionais adaptativos (AEA), utilizam práticas da IA com o objetivo de se adaptar aos interesses e dificuldades de cada usuário, provendo a estes, informações de forma personalizada. Além de fornecer ferramentas colaborativas, para que o conhecimento possa ser construído de forma conjunta entre todos os seus utilizadores.

Apesar dos AEAs apresentarem uma ótima abordagem para ambiente mediados por computador, desafios que vão desde a definição dos mecanismos de inteligência artificial e especificação até o desenvolvimento, manutenção e evolução destes tipos de sistemas, oneram a construção dos mesmos. Além disto a representação puramente sintática das informações dificulta a automatização de muitas atividades do sistema, bem como empobrece a representação do conhecimento, aumentando a complexidade da extração e processamento de informações relevantes. Assim, visando estender a visão da Web Clássica, Tim Berners-Lee [Berners-Lee et al. 2001] propõe a estruturação semântica dos recursos contidos na Web, para que tanto agentes humanos quanto agentes artificiais possam compreender o conteúdo descrito nas aplicações. A Web Semântica, como é atualmente conhecida, oferece inúmeras melhorias no contexto de Sistemas Educacionais Baseados na Web, contribuindo para o aumento da qualidade da aprendizagem, criando assim os Ambientes Educacionais Baseados na Web Semântica [Devedzic 2004]. Logo, o uso das tecnologias oriundas da Web Semântica apresentam, entre outras características, as seguintes vantagens: i) reutilização do vasto conteúdo educacional disponível na Internet para elaboração de novos cursos; ii) aplicação de mecanismos para fornecer conteúdo relacionado às necessidades e objetivos do aluno em tempo real e de forma personalizada e iii) uso de técnicas sofisticadas para prover mecanismos de *feedback* em tempo real.

O presente artigo visa apresentar a modelagem de um ambiente educacional baseado na Web Semântica para o domínio de Mínimo Múltiplo Comum (MMC),

definindo as ferramentas que guiem, de forma personalizada e colaborativa, o processo de aprendizado do usuário. Para tal tarefa foi utilizada a infra-estrutura da plataforma MASSAYO [Bittencourt 2009], bem como sua ferramenta de sequenciamento de recursos educacionais e dos mecanismos de tutoramento e recomendação de estudantes. O uso da plataforma foi motivada tendo em vista que esta atende as exigências expostas, disponibilizando: i) ferramentas interativas, visando a colaboração entre os diversos atores (estudantes, professores, tutores, outros) envolvidos no ambiente; ii) recursos inteligentes e adaptativos, que são utilizados no processamento inteligente das informações; iii) especificação de Agentes, Ontologias e Serviços Web Semânticos, para o provimento de automatização, integração e reuso entre as aplicações.

Este artigo está organizado como segue: na Seção 2 é apresentada a fundamentação teórica, na qual são introduzidos os conceitos da plataforma MASSAYO; na Seção 3 são apresentadas as ontologias educacionais e a modelagem proposta neste trabalho; na Seção 4, são discutidos trabalhos que de alguma forma se relacionam com a proposta deste artigo; e por fim, na Seção 5, são apresentadas as conclusões e os trabalhos futuros.

2. Fundamentação Teórica

Nesta seção são apresentados os principais conceitos relacionados a plataforma MASSAYO.

2.1. MASSAYO

A Web Semântica busca descrever o conteúdo dos recursos da Web atual, com o objetivo de dar suporte, tanto para agentes humanos quanto para agentes artificiais, no processamento de informações. Diante desta perspectiva, a comunidade de Inteligência Artificial e Educação (IAEd) tem demonstrado interesse neste ramo de pesquisa, com o intuito de evoluir os sistemas educacionais atuais, criando ambientes que sejam adaptativos e semânticos. Em vista deste cenário a plataforma MASSAYO[Bittencourt 2009] [Bittencourt et al. 2009] busca oferecer a infra-estrutura para a construção de tais ambientes. Para realizar essa tarefa a plataforma emprega o uso de várias tecnologias, entre elas:

1. Ontologias: existe a necessidade de representar as informações de forma que a mesma possa ser semanticamente compreendida por entidades de software. Essa representação contribui no processo de análise, extração e integração de informações na Web;
2. Serviços Web Semânticos: disponibilizam diferentes funcionalidades de forma distribuída e pouco acoplada, e por terem uma descrição semântica podem ser descobertos e compostos de um modo mais eficaz;
3. Agentes Inteligentes: entidades de software autônomas, que fornecem suporte a diversos tipos de tarefas (e.g. resolução de problemas, tutoramento de estudantes, avaliação de problemas, entre outros) através de interações com outras entidades que podem ser humanas ou artificiais;
4. Ferramentas Interativas: módulos que são utilizados para prover a interação entre os agentes inteligentes com os diversos agentes humanos. Essas ferramentas fornecem interação tanto de forma síncrona como assíncrona.

3. Ambiente de Ensino em MMC

Esta seção descreve o ambiente de ensino para o domínio de mínimo múltiplo comum (MMC) e como ele pode ser construído no MASSAYO. Este ambiente tem como objetivo proporcionar ferramentas, tanto síncronas como assíncronas, para que alunos possam interagir e colaborar na construção do conhecimento sobre este sub-domínio da matemática.

3.1. Ontologias Educacionais

As ontologias educacionais têm por objetivo descrever as características inerentes aos objetos de estudo. Elas são divididas em três módulos: i) modelo de domínio (o que ensinar), ii) modelo pedagógico (como ensinar) e iii) modelo do estudante (para quem ensinar).

O modelo de domínio (Figura 1) define os recursos educacionais e suas dependências através de uma visão multidimensional do conhecimento, baseado em uma revisão do modelo Mathema [Costa 1997]. Abaixo seguem as descrições das classes deste modelo:

- Domain – contém detalhes sobre os domínios nas quais se pretende ensinar;
- Curriculum – utilizam o modelo Mathema para fazer o mapeamento das partições do domínio em uma estrutura curricular;
- PedagogicalUnit – informações sobre os recursos necessários para abordar determinado currículo;
- Resource – definem os recursos educacionais que podem ser utilizados na plataforma.

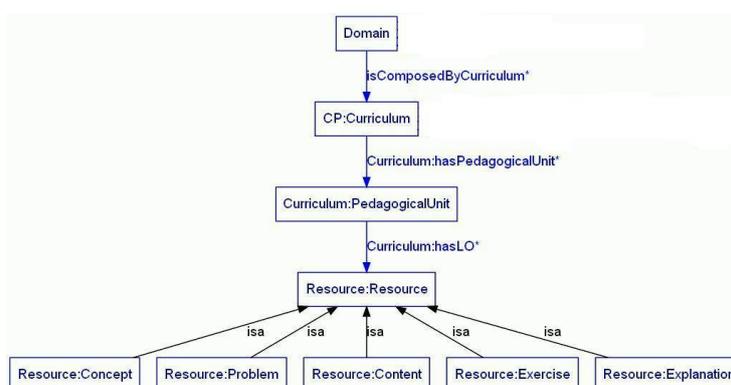


Figura 1. Ontologia de Domínio

O modelo pedagógico (Figura 2) é responsável por definir como uma interação pode ser conduzida [Kumar et al. 2004] [du Boulay and Luckin 2001]. Abaixo seguem as descrições das classes deste modelo:

- InstrutionalPlan – sequência de visualização dos recursos educacionais, podendo ser previamente especificada ou construída dinamicamente;
- Sequencing – sequência de recursos educacionais, que podem ser tanto ResourceUnits, como ProblemUnits;
- ResourceUnit – recursos educacionais que não necessitam de avaliação para a tomada de decisão sobre o próximo recurso (e.g. conteúdo, exemplos, conceitos, entre outros);

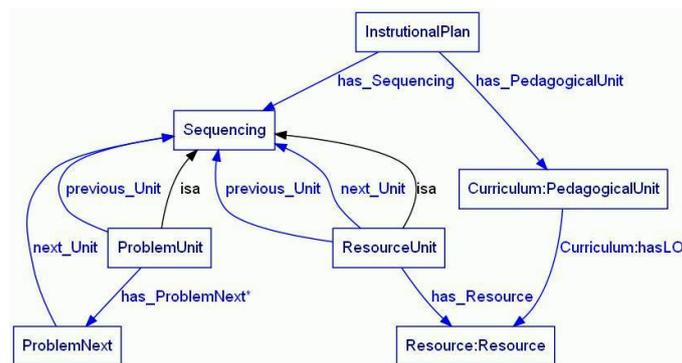


Figura 2. Ontologia Pedagógica

- ProblemUnit – recursos educacionais que necessitam de uma tomada de decisão sobre o próximo recurso (e.g. problemas).

O modelo do estudante (Figura 3) é responsável por guardar informações, tanto estáticas como dinâmicas, do estudante [Chen and Mizoguchi 2004] [Chepelin et al. 2004]. Abaixo seguem as descrições das classes deste modelo:

- User – informações como nome, telefone, email, entre outras;
- LearningGoal – objetivos de aprendizagem através do LearningGoal;
- CognitiveInformation – informações construídas dinamicamente para registrar as interações do estudante;
- AggregateDomainData – informações como, média de tempo das respostas, tentativas para resolver um determinado problema, entre outras.

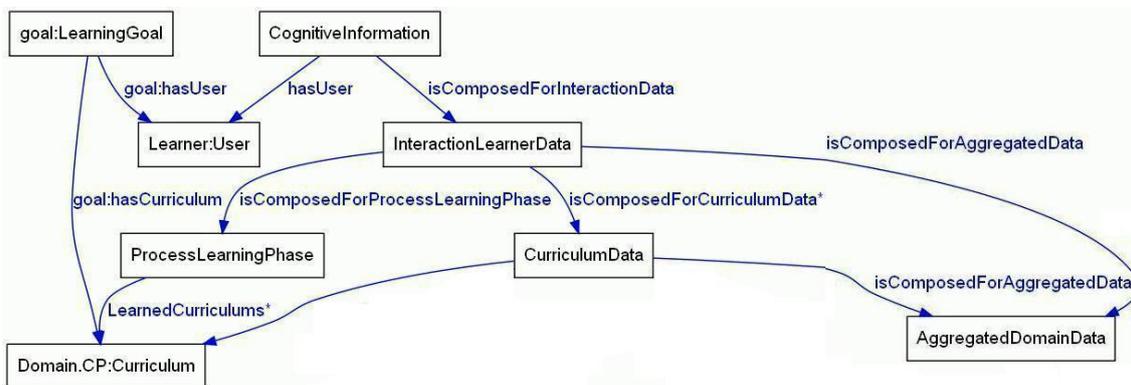


Figura 3. Ontologia do Estudante

3.1.1. Projeto de Especificação Ontológica

A modelagem ontológica do ambiente segue a estrutura pré-definida pela plataforma, com os modelos de domínio, pedagógico e do estudante.

1. A modelagem de domínio (Figura 4) descreve os relacionamentos entre domínios e os currículos do ambiente. Nesta modelagem foram definidos o domínio de MMC e quatro currículos.

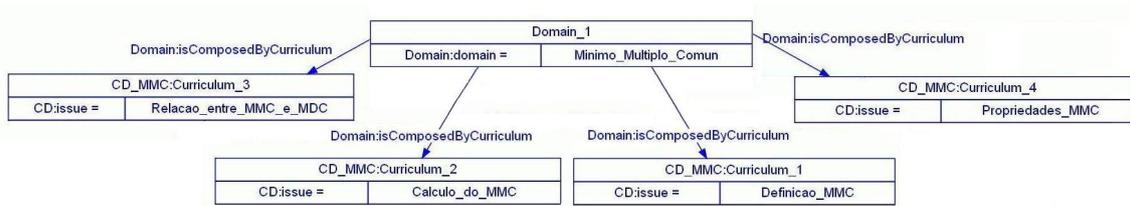


Figura 4. Modelagem de Domínio

2. O modelo pedagógico (Figura 5) descreve o sequenciamento dos recursos educacionais do ambiente. As unidades definem os recursos e a sequência em que os mesmos serão apresentados.

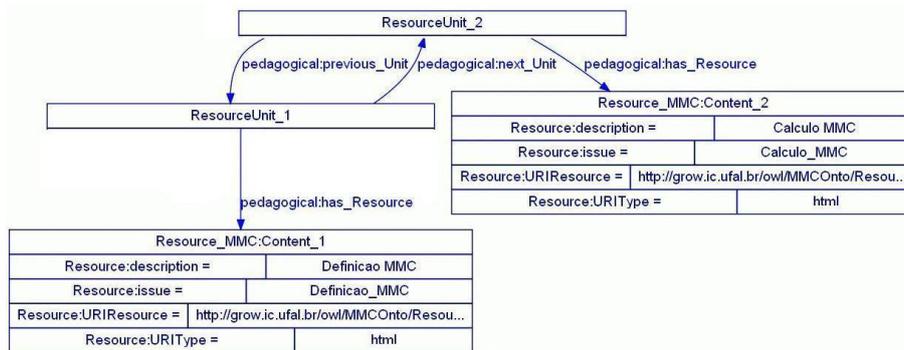


Figura 5. Modelagem Pedagógica

3. O modelo do estudante (Figura 6) define informações estáticas e dinâmicas do estudante. As informações dinâmicas guardam informações sobre as unidade curriculares e os currículos vistos pelo aluno e o desempenho do aluno em cada unidade.

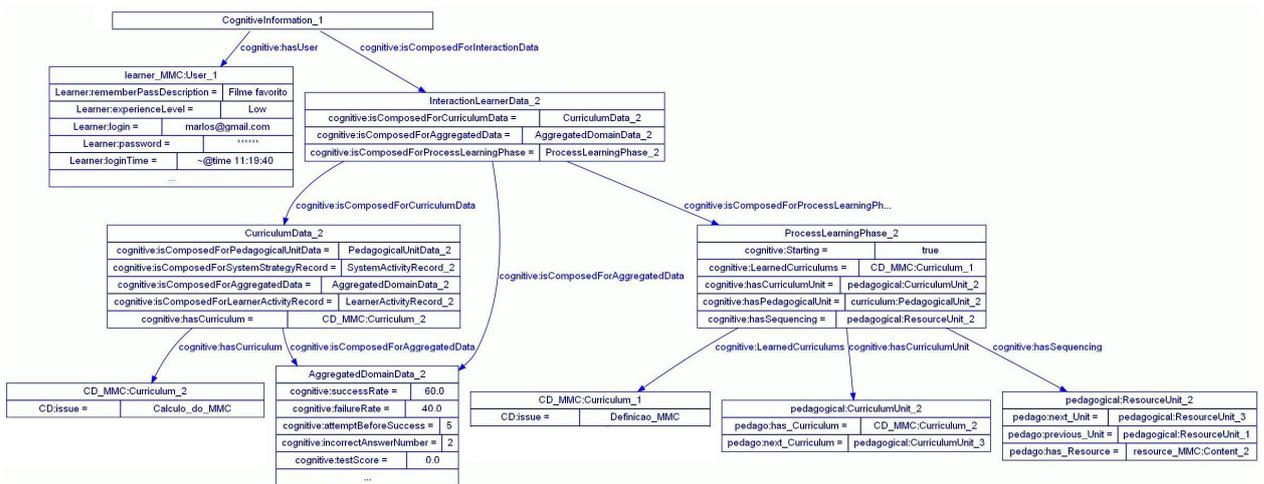


Figura 6. Modelagem do Estudante

3.2. Ferramentas Interativas

Ambientes educacionais necessitam de ferramentas que possibilitem a interação entre agentes humanos e agentes de *software* e de agentes humanos entre si. Ao prover ferra-

mentas personalizadas e que construam o conhecimento de forma conjunta, melhora-se o modo como um estudante pode aprender, aumentando as chances do mesmo aprender de forma mais eficaz e eficiente.

A ferramenta de sequenciamento de recursos educacionais (Figura 7) tem por objetivo prover uma interface para a apresentação dos recursos (*pdf, flash, html e txt*) disponíveis na plataforma. Além disso ela faz uso de mecanismos de tutoramento, que visam disponibilizar os recursos de forma personalizada, dependendo dos objetivos traçados pelo usuário e do desempenho apresentado por ele no decorrer do seu sequenciamento. Quando um estudante inicia seu tutoramento, a plataforma seleciona um agente que será responsável por fornecer os recursos para o estudante. Tal agente ficará incumbido de mapear a evolução do aluno, seja por exercícios, atividades, leitura de documentos, entre outros. Caso o aluno fique aquém das expectativas pré-definidas, o agente pode mudar a estratégia de ensino (fornecendo problemas, sugerindo novos conteúdos, entre outros).

A ferramenta ainda conta com um mecanismo de recomendação de estudantes, que pode ser utilizado caso o aluno julgue necessário pedir ajuda a um agente humano. Se um aluno solicita um ajudante ao sistema, o agente responsável pelo tutoramento do aluno deve selecionar o estudante que melhor se adequa as necessidades do solicitante e abrir um canal de comunicação entre eles. Os alunos podem interagir tanto de forma síncrona (*chat*), como de forma assíncrona (*scrap*).

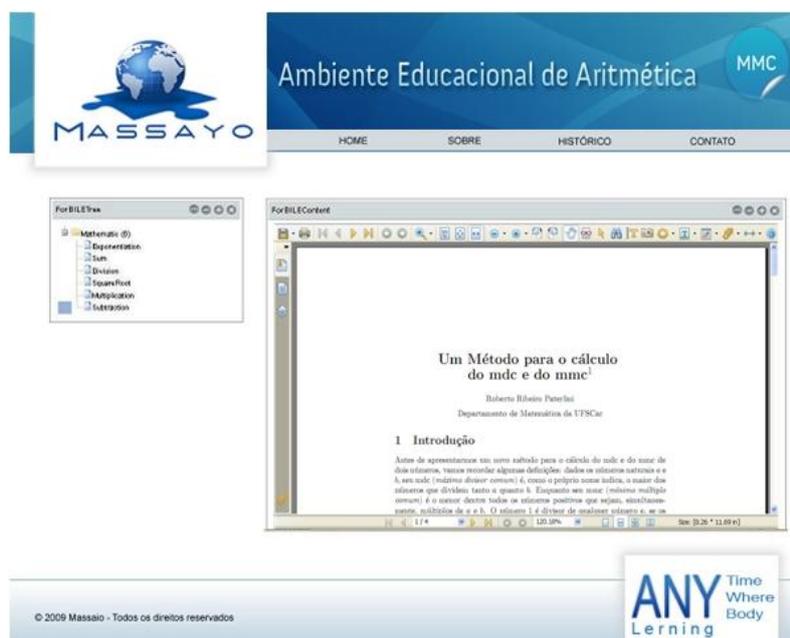


Figura 7. Ferramenta de Visualização de Recursos

4. Trabalhos Relacionados

Nesta seção são abordados alguns ambientes desenvolvidos na área de matemática, bem como a comparação desses sistemas com a proposta deste trabalho em relação a suas contribuições para a área de sistemas mediados por computador.

APLUSIX [Chaachoua et al 2004] é um ambiente de aprendizagem voltado ao ensino de álgebra formal. Ele funciona como um caderno eletrônico, onde na resolução de uma questão, o aluno escreve a solução da mesma forma que aprendeu na aula tradicional. O professor pode adicionar exercícios e verificar o desempenho dos estudantes. O sistema acompanha a resolução do estudante e indica quando um passo não está coerente com o passo anterior, mas não mostra o que há de errado, além de possuir um resolvidor de expressões capaz de calcular expressões numéricas, simplificar e fatorar expressões polinomiais, além de resolver tanto equações quanto inequações, porém mostrando apenas o resultado final. Além disso, este ambiente está disponível apenas para *desktop*, o que impossibilita o seu acesso global.

O ActiveMath é um sistema Web de aprendizagem, genérico, que dinamicamente gera recursos interativos adaptados aos objetivos, preferências, capacidades e conhecimentos do estudante [Andres et al. 2001]. Este sistema tutor inteligente (STI) é voltado para alunos universitários, onde o mesmo conteúdo é ensinado e cobrado de maneira diferente, dependendo do curso. Além de questões de múltipla escolha, o sistema faz uso de sistemas de álgebra computadorizados e programas capazes de desenhar funções para uma melhor interação com o usuário nos exercícios. Ao entrar no sistema o usuário preenche um formulário que será usado para criação do modelo de usuário do estudantes.

Ambos os sistemas foram testados e tem obtido sucesso em seu uso, porém nenhum dos dois tem foco no ensino de MMC como este trabalho. O ActiveMath e o Ambiente de Ensino em MMC têm vantagens em relação ao APLUSIX pelo fato de serem sistemas Web, portanto independentes de plataforma. Além disso, o APLUSIX não possui um mecanismo para sequenciamento dos estudantes, sendo usado exclusivamente na resolução de problemas. Em relação ao ActiveMath, o Ambiente de Ensino em MMC se sobressai por oferecer ferramentas de apoio colaborativo, fazendo com que o estudante possa interagir com outros estudantes e professores dentro do próprio sistema para resolver seus problemas.

5. Conclusões e Trabalhos Futuros

A modelagem e construção de sistemas mediados por computador, que apresentem comportamentos de personalização e adaptação, tendem a ser dispendiosos. Ferramentas de interação e mecanismo de adaptação são necessários visando a construção do conhecimento de forma adaptativa e colaborativa. Além disso a estruturação puramente sintática das informações (recursos educacionais, informações sobre o estudante, estratégias de ensino, entre outros), dificulta o seu processamento por entidades de software. Dadas essas dificuldades é preciso um ambiente que construa de forma clara e organizada, disponibilizando mecanismos e ferramentas, enfim, um sistema mediado por computador com base na Web Semântica. Assim, utilizando o ambiente MASSAYO, este trabalho apresentou a modelagem para um ambiente de ensino em MMC, com utilização da ferramenta de visualização de recursos educacionais, e a construção dos modelos de domínio, pedagógico e do estudante, visando utilizar os mecanismos de colaboração e adaptação que o ambiente fornece.

Como trabalhos futuros, pretende-se disponibilizar o ambiente, para que o mesmo seja avaliado. Busca-se ainda a adicionar novas ferramentas, procurando enriquecer o processo de aprendizagem. E por último, comparar a abordagem utilizada com mais

trabalhos da literatura, para mensurar o grau de dificuldade na modelagem do ambiente, bem como a eficácia das ferramentas e mecanismos de adaptação.

Referências

- Andres, E. M. E., Gogvadze, G., Libbrecht, P., Pollet, M., and Ullrich, G. (2001). Activemath: A generic and adaptive web-based learning environment. In *International Journal of Artificial Intelligence in Education*.
- Berners-Lee, T., Lassila, O., and Hendler, J. (2001). The semantic web. In *Scientific American*.
- Bittencourt, I. I. (2009). *Modelos e Ferramentas para a Construção de Sistemas Educacionais Adaptativos e Semânticos*. PhD thesis, Universidade Federal de Campina Grande.
- Bittencourt, I. I., Costa, E., Silva, M., and Soares, E. (2009). A computational model for developing semantic web-based educational systems. *Knowledge-Based Systems*, 22(4):302 – 315. Artificial Intelligence (AI) in Blended Learning - (AI) in Blended Learning.
- Brooks, C. A., Greer, J. E., Melis, E., and Ullrich, C. (2006). *Combining its and elearning technologies: Opportunities and challenges*, pages 278–287. Springer.
- Chaachoua et al, H. (2004). Aplusix, a learning environment for algebra, actual use and benefits. In *ICME10: 10th International Congress on Mathematical Education*.
- Chen, W. and Mizoguchi, R. (2004). Learner model ontology and learner model agent. In *Cognitive Support for Learning - Imagining the Unknown*.
- Chepegin, V. I., Aroyo, L., and Bra, P. D. (2004). Ontology-driven user modeling for modular user adaptive systems. In *LWA*, pages 17–19.
- Costa, E. B. (1997). *Um Modelo de Ambiente Interativo de Aprendizagem Baseado numa Arquitetura Multi-Agentes*. PhD thesis, Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande.
- de Leon F. de Carvalho et al (2006). Grandes desafios da pesquisa em computação no brasil - 2006 - 2016. In *Seminário sobre os Grandes Desafios da Computação no Brasil*. Sociedade Brasileira de Computação.
- Devedzic, V. (2004). Education and the semantic web. In *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, volume 14, pages 39–65.
- du Boulay, B. and Luckin, R. (2001). Modeling human teaching tactics in a computer tutor. In *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, pages 235–256.
- Garcia-Barrios, V. M. (2006). Adaptive e-learning systems: retrospection, opportunities and challenges. In *28th International Conference on Information Technology Interfaces*, pages 53–58.
- Kumar, V., Shakya, J., Groeneboer, C., and Chu, S. (2004). Toward an ontology of teaching strategies. In *Proceedings of the ITS04 Workshop on Modelling Human Teaching Tactics and Strategies*, pages 71–80.

-
- Manuel Rodrigues, P. N. and Santos, M. F. (2005). Future challenges in intelligent tutoring systems - a framework. In *m-ICTE2005 3rd International Conference on Multimedia and Information and Communication Technologies in Education*.
- Murray, T. (2003). *Authoring Tools for Advanced Technologies Learning Environments: Toward cost-effective adaptive, interactive and intelligent educational software*, chapter An overview of intelligent tutoring system authoring tools: Updated analysis of the state of the art., pages 493–546. Number 17. Kluwer Academic Publishers.
- Self, J. (1995). Computational mathematics: Towards a science of learning systems design. Technical report, Computer Based Learning Unit, University of Leeds.
- Silva, M. (2003). *Educação online: teorias, práticas, legislação e formação corporativa*. Edições Loyola, 1 edition.