

Desafios na Criação de Materiais Instrucionais Adaptativos e seu Uso em Ambientes Populares de E-Learning

Gustavo Correa Publio¹, Edson Pinheiro Pimentel¹, Eduardo Henrique Gomes²

¹Universidade Federal do ABC (UFABC)
Santo André - SP – Brasil

²Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP)
Cubatão – SP – Brasil

{gustavo.publio, edson.pimentel}@ufabc.edu.br, ehgomes@ifsp.edu.br

Abstract. *The use of adaptive instructional materials in the Education mediated by Digital Technologies of Information and Communication has been made in low scale. Usually, the experiences involve specific systems and are not embedded in popular E-learning environments like Moodle or Sakai. Even the creation of mechanisms of content adaptation that can be attached to these environments seems not to have been sufficient to the creation of adaptive courses in large scale. This article aims to discuss the challenges associated to the authoring of adaptive contents and its integration in popular E-learning environments.*

Resumo. *O uso de materiais instrucionais adaptativos na educação mediada por Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) tem sido feito de forma tímida. Normalmente, as experiências estão relacionadas a sistemas específicos e não estão incorporadas em ambientes populares de E-learning como o Moodle ou Sakai. Mesmo a criação de mecanismos de adaptação de conteúdos que podem ser acopladas a esses ambientes parece não ter sido suficiente para a criação de cursos adaptativos em alta escala. Este artigo tem por objetivo discutir os desafios associados à autoria de conteúdos adaptativos e sua integração em ambientes populares de E-learning.*

1. Introdução

A Web está em constante transformação. Desde suas origens militares, diversos tipos de protocolos e padrões vêm incrementando sua dinâmica e poder de comunicação, consolidando-a como uma das mídias com maior disseminação no globo terrestre.

Esta grande rede vem a cada dia evoluindo constantemente, aumentando suas funcionalidades e expandindo-se em forma e conteúdo, potencializando diversas áreas de conhecimento, como governos, serviços, comércios, indústrias, dentre muitas outras aplicações. Dessa forma, uma das diversas utilizações da Web hoje é em ferramentas de suporte ao processo de ensino-aprendizagem.

Nos últimos anos, tem se tornado cada vez maior o número de ferramentas de aprendizado disponíveis na rede. Em um recente artigo publicado no jornal *The New*

York Times, intitulado “*The Year of the MOOC*” (“O ano do MOOC”), Pappano (2012) destaca importantes iniciativas de aprendizado online, lideradas por algumas das mais conceituadas universidades do mundo como Harvard, Massachusetts Institute of Technology e Stanford, em ambientes como o Coursera¹, edX² e Udacity³.

Um MOOC (do inglês, “*Massive Open Online Course*”) consiste em um ambiente aberto, no qual todos os cursistas seguem uma mesma sequência programática de conteúdos, e visam principalmente alcançar o maior número possível de estudantes para seus cursos. Desta forma, pode-se afirmar que os MOOCs contribuem para a disseminação do conhecimento, principalmente por sua abrangência internacional.

Por outro lado, os cursos construídos no formato MOOC, nos ambientes citados, não têm apresentado elementos de personalização da aprendizagem, ou seja, não possuem as características dos Sistemas de Hiperídia Adaptativos Educacionais (ou AEHS, do inglês “*Adaptive Educational Hypermedia Systems*”). Estes são particulares por que apresentam certa inteligência e capacidade de adaptação no ensino e aprendizado baseado na Web [Devedzic, 2004].

A personalização da educação tem sido pensada como uma forma de enfrentamento de alguns desafios presentes no aprendizado online, como os descritos por Huddleston (2008): taxas de evasão superiores às aquelas apresentadas em cursos tradicionais, gerenciamento das características de aprendizado dos alunos, autoria de conteúdos e reutilização destes conteúdos, entre outros.

Visando superar tais desafios, o uso de técnicas de Hiperídia Adaptativa combinadas com os atuais SGAs tem fomentado a criação de ambientes de aprendizado à distância adaptativos, enriquecendo a experiência da relação ensino-aprendizado obtida tanto por alunos/aprendizes quanto por seus professores/tutores. Neste sentido, De Bra et. al. (2008) desenvolveram o projeto GRAPPLE, uma plataforma Web de hiperídia adaptativa que se integra com os principais SGAs disponíveis no mercado (Moodle e Sakai) utilizando uma abordagem orientada a serviços.

Dentre suas principais ferramentas, destaca-se aquela responsável pela criação de conteúdos de aprendizado adaptativos, denominada GAT (*Grapple Authoring Tool*). Uma das principais vantagens desta proposta é que a mesma consiste em um ambiente visual, voltado para facilitar a criação de conteúdo por parte dos autores. Entretanto, a experiência de profissionais da educação com tal ferramenta tem demonstrado limitações da mesma, principalmente em termos de desempenho e baixa usabilidade quando há a tentativa de desenvolvimento visual de conteúdos de hiperídia adaptativos para cursos funcionais, ou seja, que envolvam dezenas de conceitos de aprendizagem.

Nessa perspectiva de dificuldade de elaboração de materiais institucionais adaptativos e sua integração com ambientes de E-learning populares, as seguintes questões podem ser levantadas:

¹ Coursera - www.coursera.org

² edX – www.edx.org

³ Udacity – www.udacity.com

- i. Como otimizar o uso de ferramentas de autoria em ambientes SGAs adaptativos de forma que a elaboração de materiais institucionais não torne-se um “gargalo” para o uso massivo deste tipo de ferramenta?
- ii. Considerando que os produtores de conteúdos (aulas) são professores com as mais diversas formações, especialistas em conteúdos mas não fluentes em “programação de computadores”, como prover ferramentas de autoria de conteúdos adaptativos amigáveis e de fácil integração com os SGAs em uso?

Este artigo tem por objetivo discutir os desafios associados à criação de conteúdos adaptativos e sua integração em ambientes populares de E-learning.

O artigo está organizado como segue: a seção 2 apresenta alguns ambientes em uso para E-learning, bem como suas características; a seção 3 apresenta os principais desafios no âmbito de SGAs Adaptativos (SGAA); a seção 4 apresenta a discussão de um estudo de caso e uma proposta de encaminhamento para os desafios apresentados. Por fim, a seção 5 apresenta as considerações finais.

2. Ambientes para o E-learning

Esta seção tem como objetivo apresentar os dois tipos de ambientes de e-learning estudados por este artigo, que são o SGA e sua variação adaptativa, o SGAA.

2.1 Sistemas de Gerenciamento de Aprendizado

Os Sistemas de Gerenciamento de Aprendizado (SGA, ou, em inglês, LMS - *Learning Management Systems*) são repositórios de armazenamento de cursos, de forma a transmitir o conteúdo de determinado assunto. Dessa forma, estes provêm o chamado E-learning, isto é, formas de aprendizado mediado por ferramentas tecnológicas.

Apesar deste tipo de software ser uma ideia não muito recente, o uso deste tipo de sistema aumentou consideravelmente nos últimos anos, principalmente em se tratando de ambientes construídos para Web. Estes ambientes têm como objetivo proporcionar a interação entre estudantes e tutores, através do uso da tecnologia da informação e de todos os seus artefatos para garantir esta comunicação [Pinto, (2009)]. Os SGAs podem ser bem diferentes em sua concepção ou propósitos (ambiente corporativo ou acadêmico). Porém, conforme Oneto et. al. (2009) todos compartilham um grande conjunto de características, como: (a) Gerenciamento de usuários, papéis, cursos, instrutores, facilidades, e geração de relatórios/boletins; (b) Calendário de curso; (c) Caminho de aprendizado, definido com a rota tomada pelo aprendiz através de uma série de (comumente) atividades à distância, o que os permitem construir o aprendizado do aluno progressivamente; (d) Mensagens entre estudantes e notificações; (e) Testes e provas capazes de avaliar o estudante pré e pós aprendizado; (f) Exibição de notas e avaliações; (g) classificação dos cursos e processamento de lista, incluindo lista de espera; (h) Apresentação baseada na web ou mista.

Em sua tese, Pinto (2009) ainda destaca a necessidade de criar ambientes educacionais atendendo os seguintes requisitos: (a) que sejam extensíveis; (b) que garantam o acesso participativo e universal do cidadão; (c) que possuam uma estrutura que levem em consideração características de cada cidadão, tornando o sistema adaptável aos mesmos; (d) que permita a integração de ferramentas de comunicação; e (e) que propiciem o reuso de conhecimento e a integração de atores.

Entretanto, sistemas hoje disponíveis para uso comercial e/ou em larga escala, como Moodle⁴ e o Sakai⁵, dispõem em totalidade apenas dos itens (a) e (b), com possibilidade de eventual adição do item (d). Desta forma, apesar de serem semelhantes em sua estrutura, carecem da interoperabilidade entre ambientes educacionais e de uma estrutura que os tornem adaptáveis às características de aprendizado de seus diversos usuários. Sistemas que abordam estes conceitos são denominados Sistemas de Gerenciamento de Aprendizado Adaptativos (SGAA).

2.2. Sistemas de Gerenciamento de Aprendizado Adaptativos

Os Sistemas Adaptativos são definidos como sistemas hipertexto e hipermídias que refletem algumas características do usuário no modelo de usuário e aplica este modelo para adaptar vários aspectos visíveis do sistema ao usuário. Em outras palavras, o sistema deve satisfazer três critérios: deve ser um sistema hipertexto ou hipermídia, deve possuir um modelo de usuário e deve ser capaz de adaptar a hipermídia a partir deste modelo de usuário. Considerando o âmbito educacional, os Sistemas de Gerenciamento de Aprendizado Adaptativos (SGAA – ou, em inglês, ALMS – *Adaptive Learning Management Systems*, ou ainda, ALE - *Adaptive Learning Environment*, ou AEHS – *Adaptive Educational Hypermedia Systems*, dentre outras terminologias) possuem um processo de adaptação que consiste em duas partes: um modelo do aluno deve ser construído (e atualizado) incluindo todas as informações relevantes sobre o aluno para prover suporte às adaptações, e esta informação deve ser utilizada para gerar cursos adaptativos [Graf, 2007].

Yaghmaie (2011) apresenta dois tipos de adaptação de conteúdo, baseado em diversas literaturas. A primeira forma é adaptar o conteúdo às necessidades individuais, enquanto a segunda é alterar a sequência de apresentação do conteúdo do curso baseado nas necessidades do aluno.

A essência da primeira abordagem é construir o sistema de forma a ser capaz de, em tempo de execução, adaptar o conteúdo de um curso de maneira a apresentá-lo ao usuário numa forma que seja considerada a melhor para aquele indivíduo em específico. Isto é, um mesmo curso, com o mesmo conteúdo fornecido por um tutor responsável, pode ser apresentado de diversas formas, de acordo com o perfil do usuário que esteja submetendo-se àquele curso. Esta forma é chamada adaptação em nível de conteúdo (*adaptation in content level*).

Já a alteração da sequência do curso é proposta com o intuito de fornecer aos diferentes alunos de um mesmo curso a sequência mais adequada para uma melhor absorção do conteúdo abordado por parte daquele indivíduo em particular. Esta abordagem é denominada adaptação em nível de ligação (*link-level adaptation*).

Além disso, outro benefício a ser explorado nestes sistemas é a capacidade de interoperabilidade de conteúdo entre diversas plataformas, isto é, o conteúdo desenvolvido para determinado SGA deve ser facilmente replicado e utilizado em um SGA de plataforma/tecnologia diferente. Um exemplo de abordagem com este objetivo

⁴ Moodle.org: open-source community-based tools for learning. <http://www.moodle.org>

⁵ Sakai Project | collaboration and learning - for educators by educators. <http://www.sakaiproject.org>

é o padrão SCORM (do inglês *Sharable Content Object Reference Model*), definido pela organização ADL (ADL 2008), que é baseado em outros diversos padrões, principalmente no LOM (*Learning Object Model*) do IEEE e na sequência simples do IMS [Yaghmaie, 2011].

Mas para que possamos extrair o máximo das funcionalidades de sistemas SGAA apresentadas, é imprescindível que o conteúdo de aprendizado possua referências que possibilitem o trabalho de todas estas ferramentas. Para isto, faz-se necessário o uso das ferramentas de autoria de conteúdo adaptativo.

Brusilovsky (2003) descreve a estrutura da informação típica de um sistema de hipermídia adaptativa como sendo duas redes ou “espaços” interconectados, conforme Figura 1. Tipicamente, modela-se neste formato tanto o domínio da informação (conteúdo) quanto o modelo do usuário (aluno).

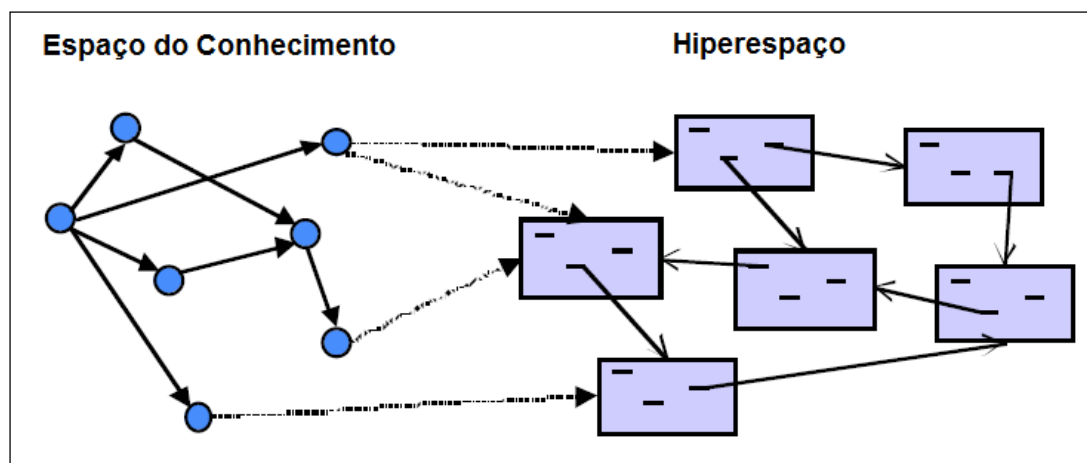


Figura 1. Uma estrutura da informação típica de um sistema de hipermídia adaptativa. Traduzida de Brusilovsky (2003).

No caso de um típico conteúdo de aprendizado, cada um dos nós do Espaço do Conhecimento representados na Figura 1 refere-se a um tópico de uma disciplina, por exemplo. Já os quadrados representados lado direito como Hiperespaço dizem respeito à representação destes conteúdos no âmbito da Web, como por exemplo, páginas com links entre si (representados pelas setas).

E ainda cabe destacar o trabalho da equipe de De Bra et. al. (2008) no projeto GRAPPLE, uma plataforma de hipermídia adaptativa que se integra com os principais SGAs disponíveis no mercado utilizando uma abordagem orientada a serviços. Dentre suas principais ferramentas, destaca-se aquela responsável pela criação de conteúdos de aprendizado adaptativos, denominada GAT (*Grapple Authoring Tool*). Uma das principais vantagens desta proposta é que a mesma consiste em um ambiente visual, voltado para facilitar a criação de conteúdo pelos autores. Também se pode destacar o ambiente GALE (*framework* de aprendizagem adaptativa) e a linguagem GAM (*Gale Adaptation Model*), todos estes construídos no contexto do projeto GRAPPLE.

Hendrix & Cristea (2009) descrevem brevemente o modelo utilizado na ferramenta de autoria de conteúdo do projeto GRAPPLE. Tratam-se de três camadas: Modelo de Domínio, Modelo de Usuário e Modelos de Adaptação, através das quais é possível criar objetos de aprendizado que ofereçam possibilidade de adaptação de

conteúdo em sistemas de SGA. Ploum (2009) detalha este modelo, através do qual a interface visual da ferramenta GAT é traduzida em regras de domínio específicas do projeto GRAPPLE, descritas na linguagem GAM, que representam todas as regras especificadas visualmente pelo autor do conteúdo, para que as mesmas possam ser inseridas nos ambientes de aprendizado.

3. Desafios na Produção de Conteúdos Adaptativos

O paradigma na construção de um Sistema de Hipermedia Adaptativa demonstra que quando um novo sistema é construído, geralmente um ambiente de autoria é acoplado ao mesmo e o formato de suas saídas é legível ao mecanismo de adaptação do SHA. Isso compromete sua interoperabilidade, pois cada sistema possui saídas específicas e acaba por assim reduzindo e desestimulando o uso desses sistemas, mesmo com a personalização do ensino sendo uma tendência há muito tempo [Hendrix, 2010].

Neste ponto, o Projeto GRAPPLE propõe a integração de SGAs com SHAs de tal maneira que a gestão da aprendizagem personalizada e a própria aprendizagem personalizada possam ser acomodadas dentro do mesmo aplicativo ou serviço.

Com o objetivo de experimentar o mecanismo de adaptação criado a partir do Projeto GRAPPLE e também o processo de produção de conteúdos adaptativos realizou-se um estudo de caso, onde constatou-se a eficiência do *framework* adaptativo GALE, que mostrou ser uma plataforma rápida e estável para executar aplicações adaptativas (cursos) e de fácil integração com SGAs. Nesse estudo de caso a integração foi testada com o ambiente Sakai, conforme demonstra a Figura 2.

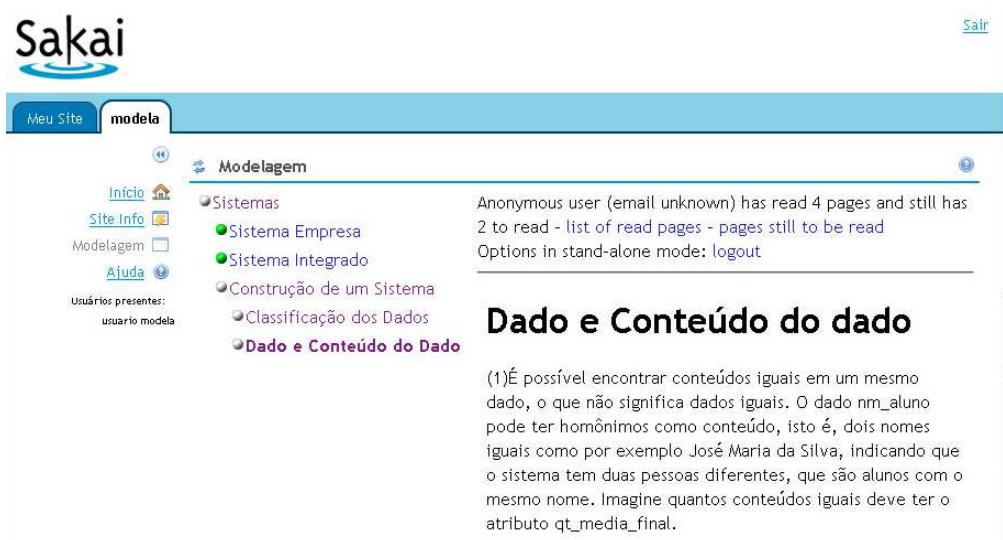


Figura 2. Integração entre o conteúdo do framework GALE com o SGA Sakai.

No âmbito do processo de produção de conteúdos adaptativos notou-se que a ferramenta GAT, apesar de poder ser considerada de fácil utilização por autores sem muito conhecimento técnico, possui limitações operacionais de interface e desempenho para a criação de cursos completos e funcionais, mesmo em cursos não muito complexos, mas que exijam um número maior do que 20 nós de conceitos.

Particularmente, os conteúdos desenvolvidos neste estudo de caso através da GAT geraram aplicações com baixa adaptabilidade em comparação com uma aplicação

criada manualmente, já que a ferramenta não possibilita a edição dos recursos (XML, XHTML), perdendo assim a capacidade de inserção de adaptabilidade dentro dos conteúdos.

Não obstante ao paradigma citado, a ferramenta GAT possui um mecanismo para a criação de um modelo de domínio, muito semelhante a um mapa conceitual, como ilustrado na Figura 3. Tal mecanismo contém conceitos e relações entre conceitos, expressando a estrutura do domínio da aplicação. Porém, o aprendiz não possui acesso a este mapa, apenas o autor pode editá-lo e visualizá-lo.

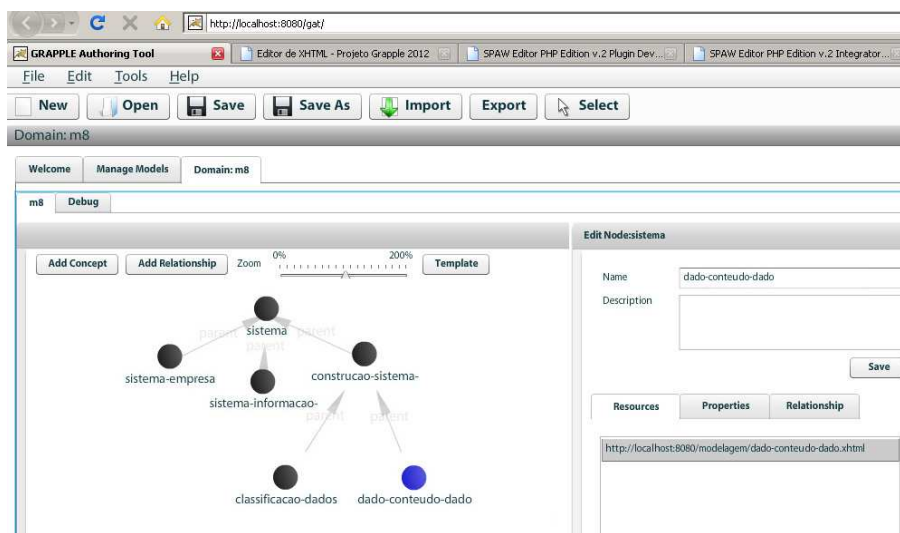


Figura 3. Uso da ferramenta GAT para a criação de um modelo de domínio.

A ideia central desse mecanismo de modelo de domínio é que várias aplicações adaptativas podem reutilizar o mesmo domínio criado, mas com o ônus de não poder compartilhar o mapa conceitual com o aprendiz.

A ferramenta GAT gera arquivos de saída que contém códigos GAM, pois a ferramenta se utiliza de uma versão parametrizada dessa linguagem. O Modelo de Adaptação GALE (GAM) é um formato puramente textual e também pode ser usado como uma base para o desenvolvimento de ferramentas externas de autoria ou conversores.

4. Enfrentado o Desafio: integração de ferramentas de modelagem de conteúdos, mecanismo de adaptação e SGAs

A criação de cursos adaptativos em alta escala passa pela necessidade de criação de mecanismos mais simples para a produção dos conteúdos adaptativos, bem como, sua integração com mecanismos adaptativos e SGAs com grande base de usuários (alta popularidade). Nesse sentido, propõe-se que os encaminhamentos passem por:

- Modelagem de conteúdos através de mapas conceituais que expressem as hierarquias de pré-requisitos, em ferramentas de uso livre como o Cmaptools [Canãs et. al., 2004], conforme ilustrado na Figura 4.

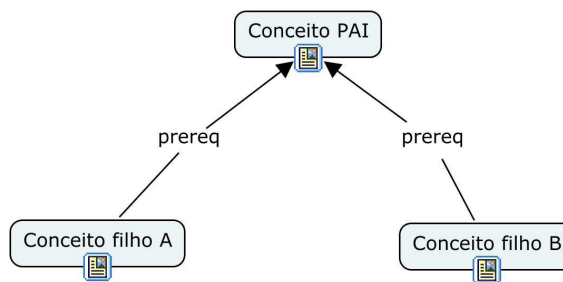


Figura 4. Um exemplo de mapa conceitual criado na ferramenta CMaptools.

- Geração destes mapas conceituais gerados em formato específico da ferramenta Cmaptools (.CXL, demonstrado na Figura 5)

```

<map width="359" height="176">
  <concept-list>
    <concept id="1LMTDLD7H-5D9ZBF-6F" label="Conceito filho A"/>
    <concept id="1LMTDLRGP-1ZVZ2WQ-73" label="Conceito filho B"/>
    <concept id="1LMTDKVW8-1SXVVV1-5R" label="Conceito PAI"/>
  </concept-list>
  <linking-phrase-list>
    <linking-phrase id="1LMTDNCSS-1GPR5RZ-95" label="prereq"/>
    <linking-phrase id="1LMTDMGQB-1CFQ9H1-80" label="prereq"/>
  </linking-phrase-list>
  <connection-list>
    <connection id="1LMTDMGQK-29JFBM6-84" from-id="1LMTDLD7H-5D9ZBF-6F" to-id="1LMTDMGQB-1CFQ9H1-80"/>
    <connection id="1LMTDMGQN-1XF2TJZ-8B" from-id="1LMTDMGQB-1CFQ9H1-80" to-id="1LMTDKVW8-1SXVVV1-5R"/>
    <connection id="1LMTDNCT1-14L92LS-9G" from-id="1LMTDNCSS-1GPR5RZ-95" to-id="1LMTDKVW8-1SXVVV1-5R"/>
    <connection id="1LMTDNCSS-90WDSN-98" from-id="1LMTDLRGP-1ZVZ2WQ-73" to-id="1LMTDNCSS-1GPR5RZ-95"/>
  </connection-list>

```

Figura 5. Um exemplo de código .CXL gerado pela ferramenta CMaptools.

- Conversão do arquivo no formato .CXL para o formato específico de leitura do mecanismo GALE (Formato .GAM, demonstrado na Figura 6).

```

Conceito-Pai{->(extends)_concept // (Obtido do XHTML/XML do mapa)
  title 'Conceito Pai' // Label do objeto
  no-title 'true'
}
Conceito-Filho-A {->(extends)_concept // (Obtido do XHTML/XML do mapa)
  ->(parent)Conceito-Pai // identifica o relacionamento
  ->(prereq)Conceito-Pai // identifica o prereq
  title 'Conceito Filho A' // Label do Objeto
  no-title 'true'
}
Conceito-Filho-B {->(extends)_concept
  ->(parent)Conceito-Pai // identifica o relacionamento
  ->(prereq)Conceito-Pai // identifica o prereq
  title 'Conceito Filho A' // Label do objeto
  no-title 'true'
}

```

Figura 6. Código .CXL convertido para o formato .GAM.

- Apresentação do conteúdo adaptativo através da ferramenta GALE, conforme Figura 7. Neste exemplo, apenas quando o conceito Pai for lido, os conceitos filhos serão exibidos ao aluno, pois os mesmos possuem requisito prévio. Tal conteúdo pode ser facilmente exibido em SGAs como Moodle ou Sakai, conforme demonstrado anteriormente na Seção 3.

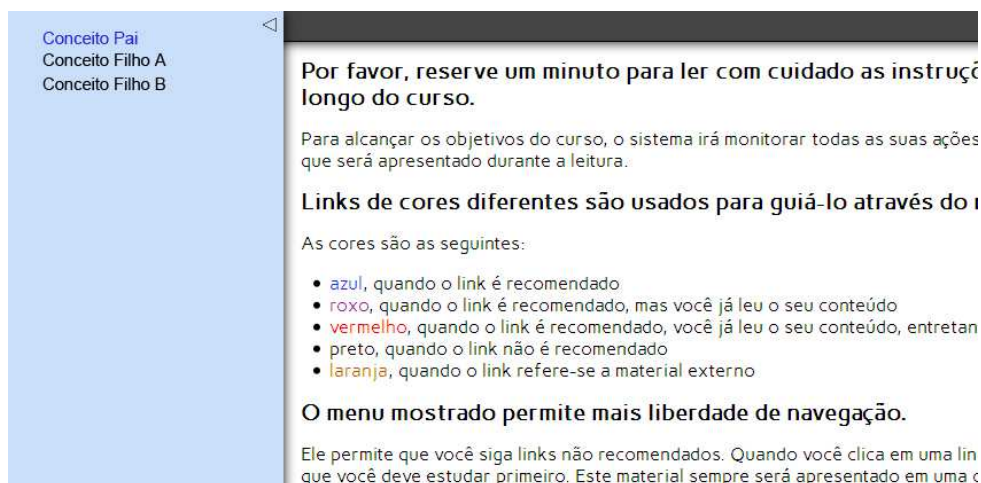


Figura 7. Apresentação final do conteúdo no framework GALE.

Desta forma, supõe-se que a criação de uma camada de integração entre ferramentas de autoria mais simples e o mecanismo adaptativo do projeto GRAPPLE possa simplificar a produção de conteúdos adaptativos. Adicionalmente, a integração com ambientes SGAs amplamente difundidos e utilizados facilitará a criação e utilização de conteúdos adaptativos pelos autores de conteúdo para ambientes E-learning (professores).

5. Considerações Finais e Trabalhos Futuros

A personalização da educação ao perfil do estudante (ou grupo) tem sido uma das principais vantagens apontadas para a disseminação de recursos de Tecnologia Digital da Informação e Comunicação (TDIC) mediando o processo de ensino-aprendizagem.

No entanto, a produção de materiais instrucionais adaptativos tem sido feita em baixa escala, especialmente pela dificuldade de integrar esses materiais a ambientes populares de E-learning como Moodle e Sakai.

Esse trabalho discutiu o desafio da autoria de conteúdos adaptativos por professores não especialistas em ferramentas computacionais e sua utilização em ambientes populares de E-learning. Como elucidação apresentou as iniciativas do projeto GRAPPLE e seu mecanismo de adaptação capaz de integrar-se ao Moodle e Sakai, destacando as dificuldades encontradas na produção do material adaptativo a partir da ferramenta GAT.

Como forma de enfrentar o desafio apresentou-se uma proposta que envolve a criação de ferramentas capazes de fazer a integração de conteúdos adaptativos modelados por aplicativos de fácil uso (como o Cmaptools) com SGAs populares (como Moodle e Sakai), fazendo uso do mecanismo adaptativo do projeto GRAPPLE.

Referências Bibliográficas

ADL. (2012) Advanced Distributed Learning. “SCORM: Sharable Content Object Reference Model”. Disponível em: <<http://www.adlnet.gov/capabilities/scorm>>. Acesso em: 19 de novembro de 2012.

- Brusilovsky, P. (2003) "Developing Adaptive Educational Hypermedia Systems: from Design Models to Authoring Tools". School of Information of Science, University of Pittsburgh, EUA.
- Cañas, A. J., et. al. (2004). "Concept Maps: Theory, Methodology, Technology." In: Proceedings of the First International Conference on Concept Mapping, p. 125-133. A.J. Cañas, J.D. Novak, and F.M. González, Editors. Universidad Pública de Navarra. Pamplona, Espanha.
- Devedzic, V. (2004) "Education and the Semantic Web". International Journal of Artificial Intelligence in Education 14, p. 39-65, IOS Press, Países Baixos.
- De Bra, P., et al. (2008) "GRAPPLE: Integrating Adaptive Learning into Learning Management Systems". Proceedings of the World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications (ED-MEDIA 2007). Viena, Austria.
- Graf, S. (2007) "Adaptivity in Learning Management Systems Focussing on Learning Styles". Tese de Ph.D. apresentada à Technische Universität Wien para obtenção do título acadêmico de 'Doktorin der Sozial- und Wirtschaftswissenschaften'. Viena, Austria.
- Hendrix, M., Cristea, A. I. (2009) "Design of the CAM model and authoring tool". Department of Computer Science, The University of Warwick, Reino Unido.
- Hendrix, M. (2010) "Supporting Authoring of Adaptive Hypermedia". Tese (Doutorado) — University of Warwick, Department of Computer Science, Reino Unido.
- Huddlestone, J.; Pike, J. (2007) "Seven key decision factors for selecting e-learning". Cogn Tech Work, p. 237–247. Springer-Verlag London Limited, Londres, Reino Unido.
- Klasanja-Milicevic, A., et al. (2010) "E-Learning personalization based on hybrid recommendation strategy and learning style identification". Computers & Education Elsevier, EUA.
- Oneto, L. et. al. (2009) "Making today's Learning Management Systems adaptive". 1st Workshop: Learning Management Systems meet Adaptive Learning Environments. European Conference on Technology-Enhanced Learning (EC-TEL). França.
- Pappano, L. (2012). "The Year of the MOOC". The New York Times, 4 de novembro de 2012, p. ED26. EUA. Disponível em <http://www.nytimes.com/2012/11/04/education/edlife/massive-open-online-courses-are-multiplying-at-a-rapid-pace.html>. Acesso em 24/05/2013.
- Pinto, I. I. B. S. (2009) "Um Modelo Computacional para a Construção de Sistemas Educacionais Adaptativos e Semânticos". Tese apresentada para obtenção do grau de Doutor em Ciência da Computação. Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, PB, Brasil.
- Ploum, E. (2009) "Authoring of Adaptation in GRAPPLE Project". Department of Mathematics and Computer Science, Technische Universiteit Eindhoven, Países Baixos.