

Gerenciador de Objetos de Aprendizagem para um Ambiente de Educação Ubíqua

Nélson Luis Sonntag¹, Débora Nice Ferrari Barbosa¹, Jorge Luis Victoria Barbosa²,
Sérgio Crespo C. S. Pinto²

¹ Centro Universitário La Salle (Unilasalle) - Canoas - RS - Brasil

² Universidade do Vale dos Rios dos Sinos (Unisinos) - São Leopoldo - RS - Brasil

nelson.sonntag@gmail.com, nice@unilasalle.edu.br,
jbarbosa@unisinos.br, crespo@unisinos.br

Abstract. *The availability of pedagogical resources to learners, anytime, anywhere, in whatever device, is an open research topic in the context of Ubiquitous Learning environments. In these environments, the learners' context awareness is used to infer many important situations related to the management and availability of these pedagogical resources. Learning Objects constitute a strategy for the manipulation of said resources. This work aims to propose a learning object management model to LOCAL (Location and Context Aware Learning), a small-scale ubiquitous learning environment. A prototype was integrated and evaluated with the environment.*

Resumo. *A disponibilização de materiais didáticos para o aprendiz, a qualquer tempo, lugar e com qualquer dispositivo, é um tópico de pesquisa em aberto em ambientes de Educação Ubíqua. Neste ambientes, a consciência do contexto do aprendiz é usada para a inferência de elementos importantes no gerenciamento e na disponibilidade desses materiais. Uma estratégia para o desenvolvimento desses materiais consiste em manipulá-los como Objetos de Aprendizagem. Este trabalho tem como objetivo propor um modelo de Gerenciamento de Objetos de Aprendizagem para o LOCAL (Location and Context-Aware Learning), um ambiente de Educação Ubíqua de uso local (pequena escala). Um protótipo foi integrado e avaliado junto ao ambiente.*

1. Introdução

À medida em que os avanços tecnológicos vêm crescendo de maneira exponencial e a mobilidade torna-se uma realidade, novos conceitos e tecnologias são incorporados ao nosso dia a dia, facilitando a comunicação e a troca de informações. Nesse escopo, surge a Computação Ubíqua [Weiser 2002], permitindo informação e suporte computacional ao usuário em qualquer espaço e tempo, de maneira invisível. A possibilidade de aplicar as tecnologias da Computação Ubíqua para apoiar a aprendizagem abriu uma nova área de pesquisa, denominada Educação Ubíqua (*Ubiquitous Learning*) [Ogata 2004], [Rogers 2005], [Barbosa 2005]. O suporte ubíquo permite a construção de programas de aprendizagem relacionados com questões do contexto que envolve o aprendiz, caracterizando a ciência do contexto. A educação neste cenário é dinâmica e os recursos educacionais estão distribuídos nos contextos.

Baseado nos objetivos do aprendiz, um sistema de educação ubíqua pode gerar intervenções do tipo: “um material/pessoa/dispositivo que se relaciona com seu objetivo está disponível para você agora (contexto)” [Barbosa 2005].

Um dos tópicos de pesquisa em aberto na área de Educação Ubíqua consiste em disponibilizar, de forma contextualizada, materiais didáticos adaptados para o aprendiz. Estes materiais devem estar disponíveis de maneira independente do dispositivo computacional ou tecnologia de rede empregada no processo de aprendizagem. Uma estratégia de organização destes materiais consiste em manipulá-los como Objetos de Aprendizagem (*Learning Objects*) [IEEE/LTSC/LOM 2002] [Tarouco 2003]. Atualmente, diversos ambientes de Educação Ubíqua estão sendo propostos e se utilizam da estratégia de objetos de aprendizagem para prover o ensino e a aprendizagem [Ogata 2004], [Barbosa 2005], [Schmidt 2005], [Yang 2006], [Barbosa 2008].

Este trabalho propõe um modelo de Gerenciamento de Objetos de Aprendizagem para o LOCAL (um ambiente de Educação Ubíqua de uso local), denominado GOAL (Gerenciador de Objetos de Aprendizagem para o LOCAL). O modelo tem como característica a ciência de elementos de contexto e a interoperabilidade de repositórios e por conseqüência o acesso a seus OAs. Para isso uma especificação dos metadados de objetos educacionais no padrão LOM é empregada, de forma a uniformizar o acesso a objetos provenientes de diferentes repositórios externos. Isso possibilita, entre outras coisas, oferecer facilmente objetos de aprendizagem adaptados a diferentes tipos de interface (por exemplo, dispositivos móveis). Um protótipo do modelo foi integrado e avaliado junto ao LOCAL.

O trabalho está organizado da seguinte forma. A seção 2 aborda o conceito, padrões e categorias de objetos de aprendizagem. A seção 3 apresenta o modelo GOAL. A integração entre o modelo proposto e o ambiente LOCAL (*Location and Context-Aware Learning*) [Barbosa 2008] é descrita na seção 4. A seção 5 destaca os trabalhos relacionados e, finalmente, a seção 6 apresenta as conclusões e trabalhos futuros.

2. Objetos de Aprendizagem

A estratégia de organização de material pedagógico na forma de Objetos de Aprendizagem (OA) [IEEE/LTSC/LOM 2002] foi concebida com base na hipótese de que é possível criar pequenos “pedaços” de material instrucional e organizá-los de forma a permitir sua reusabilidade. Segundo a especificação LOM, OA é definido como qualquer recurso digital ou não digital que possa ser usado no processo de aprendizagem. Os OAs possuem em comum três características fundamentais: (1) interoperabilidade (comunicação entre OAs de diferentes padrões); (2) acessibilidade (acesso do OA a partir de qualquer lugar); e (3) durabilidade (utilização/reutilização de um OA sem reprojeto ou recodificação, mesmo com a mudança da base tecnológica).

Os OAs são descritos segundo padrões denominados *metadados*, termo genérico para descrever características comuns entre diferentes documentos. Os metadados são padronizados, independente de sistema, com o propósito de facilitar a busca, avaliação, aquisição e uso dos OA [Tarouco 2003]. Existem diversos padrões de metadados para a

indexação de OA, tais como: DCMI (*Dublin Core Metadata Initiative*) [Dublin 2005], IMS (*Instructional Management System*) [IMS 2005], SCORM (*Sharable Content Object Reference Model*) [ADL 2004] e LOM (*Learning Object Metadata*) [IEEE/LTSC/LOM 2002]. Este trabalho aborda de maneira particular os dois últimos modelos de padronização (SCORM e LOM), visto que são os modelos mais utilizados atualmente.

Normalmente os OAs são armazenados em Repositórios. Esses são sistemas de informação que armazenam, preservam, divulgam e dão acesso à produção intelectual de comunidades científicas. Incentivam e gerenciam a publicação pelo pesquisador (auto-arquivamento), utilizam tecnologia aberta e podem ser acessados por diversos provedores de serviços nacionais e internacionais. Cada repositório possui um ou mais padrões de representação para seus OAs. Contudo, a falta de um consenso sobre um único padrão dificulta a interoperabilidade destes sistemas de arquivamento de conteúdo, servindo assim de motivação para novos estudos relacionados ao tema.

Atualmente, vários projetos estão sendo desenvolvidos com o objetivo de prover repositórios de objetos de aprendizagem. Dentre eles podemos destacar: (1) RIVED (Rede Interativa Virtual de Educação) [Rived 2007]; (2) MERLOT (*Multimedia Educational Repository for Learning and On-line Teaching*) [Merlot 2008] e KRATZ (Fábrica de adequação de objetos de aprendizagem) [Kratz 2007].

3. GOAL

O GOAL é um modelo de gerenciamento de objetos de aprendizagem integrado ao sistema LOCAL. O LOCAL (*Location and Context-Aware Learning*) [Barbosa 2008] é um ambiente de Educação Ubíqua que explora oportunidades educacionais como a distribuição de conteúdo, levando em consideração a mobilidade do aprendiz e seu contexto. O ambiente foi concebido para ser utilizado com o apoio de dispositivos móveis e tecnologias de rede sem fio. No entanto, este ambiente possui um modelo simplificado manipulação de objetos de aprendizagem. A necessidade de incorporar gerenciamento de objetos ao modelo, bem como preocupar-se com a interoperabilidade de repositórios em formatos diferenciados, justifica a criação e integração de um novo modelo de gerenciamento de objetos em sua arquitetura. A arquitetura do LOCAL é formada por seis componentes: (1) um Servidor de Localização (capaz de informar precisamente a localização dos dispositivos móveis); (2) um Sistema de Comunicação (estabelece contato entre os outros módulos do sistema e suporta o envio de mensagens textuais contextualizadas); (3) um Sistema de Perfis de Usuário (armazena informações relacionadas ao processo pedagógico); (4) o Repositório de Objetos de Aprendizagem (armazena e indexa conteúdo relevante ao processo de aprendizagem); (5) o Tutor (motor de inferência que usa dados fornecidos pelos sistemas de perfis e de localização para estabelecer relacionamentos entre os aprendizes); e (6) um Assistente pessoal (módulo que reside no dispositivo móvel do usuário e serve como a interface do sistema).

3.1. Escopo do Modelo GOAL

No modelo, a disponibilização dos OAs ocorrem: (1) através do repositório local de OA e; (2) através de repositórios externos, podendo estes estarem em outros padrões (SCORM e LOM). Estes materiais podem ser ou não recomendados pelo sistema

LOCAL, conforme solicitações do aprendiz. O modelo possui as seguintes características: a) Especificação de metadados baseado no padrão LOM; b) Troca de informações através de XML; c) Gerenciamento de OAs utilizando *WebService*; d) Acesso a repositórios externos; e) Apresentação de OAs adaptados ao dispositivo móvel. O GOAL é capaz de receber recomendações de OAs oriundas do Tutor do LOCAL e realizar buscas nos diversos repositórios cadastrados. O GOAL emprega o Sistema de Localização do LOCAL e assim recebe mensagens direcionadas a um contexto físico específico.

3.2. Arquitetura do GOAL

A arquitetura do GOAL é composta de três camadas (Figura 1): **1) Camada de Configuração de Busca:** responsável pela interface do GOAL com o usuário, onde este decide se vai ou não receber recomendações dos OAs provenientes do Tutor do LOCAL. A interface oferece duas opções de modos de operação, conforme descritas na seção 3.3; **2) Camada de Operações:** responsável pelas operações que serão realizadas no GOAL, tanto nos OAs quanto na lista de repositórios. Cada processo contido nesta camada é executado de acordo com as permissões de cada usuário no modelo. A inclusão e a exclusão são operações realizadas somente pelos administradores, enquanto a consulta pode ser realizada por todos os níveis de usuários; **3) Camada de Suporte:** é a responsável pelo armazenamento físico dos OAs que estão cadastrados localmente e pela enumeração dos repositórios externos.

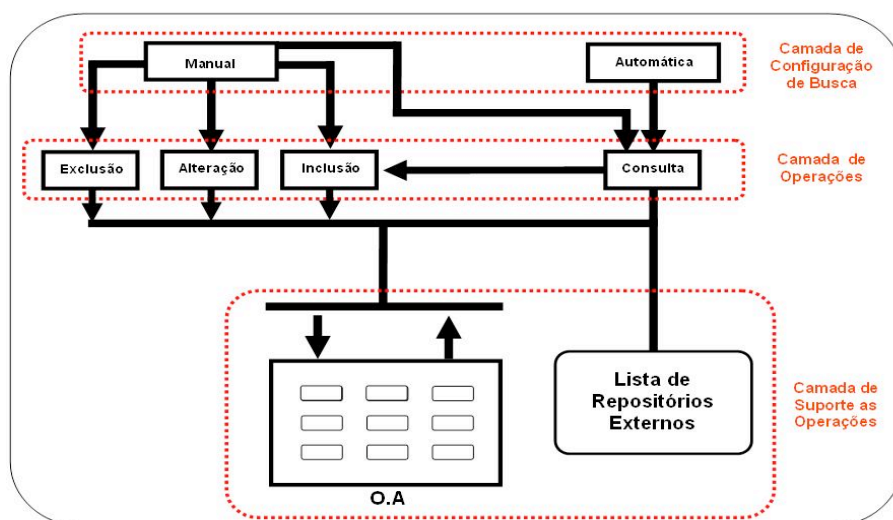


Figura 1. Arquitetura do modelo GOAL

3.3. Funcionamento do GOAL

O GOAL funciona em substituição ao sistema de objetos de aprendizagem do LOCAL e é invocado pelo Tutor. Os aprendizes podem escolher o modo que o sistema opera para recuperar OAs. Assim, o sistema trabalha com dois modos de operabilidade (Figura 2): **1) Modo Automático:** nesta opção o Tutor do LOCAL envia uma recomendação de um OA apropriado ao perfil do aprendiz. O GOAL por sua vez dispara uma pesquisa no repositório local, testando a existência de OA(s) que satisfaça(m) o(s) critério(s) exigido(s). Caso a pesquisa não encontre resultados no repositório local, é disparada uma segunda pesquisa direcionada a uma lista de **repositórios externos**, devidamente

enumerados no sistema (Figura 1). O aprendiz é notificado da possibilidade de acesso ao um OA, caso este satisfaça os critérios de pesquisa e seja encontrado em um dos repositórios externos; **2) Modo Manual:** este modo a procura não restringe o acesso ao OA em função do perfil do aprendiz. A consulta pode se dar de três formas (por categoria, repositório ou tema livre) e segue o mesmo processo realizado no modo automático – quando o OA é localizado o aprendiz recebe a notificação que ele está disponível para ser utilizado. Em qualquer dos casos, o sistema entrega somente objetos próprios para o tipo de dispositivo sendo utilizado pelo aprendiz.



Figura 2. Tela inicial e escolha do tipo de operabilidade

3.4. Categorias de Objetos de Aprendizagem no GOAL

O GOAL trabalha com cinco categorias para descrição dos metadados dos OAs (Tabela 1). Ele utiliza como base para gerenciamento dos objetos o modelo de especificação de objetos do LOCAL, baseado no padrão LOM [IEEE/LTSC/LOM 2002]. Segundo Gomes (2005), este padrão é bastante difundido por servir de base para outros padrões, como IMS e SCORM.

Tabela 1. Categorias dos OAs no modelo GOAL

Categoria	Atributos	Categoria	Atributos
<i>Geral</i>	IdGeral	<i>Educacional</i>	IdEducacional
	Título		TipoInteratividade
	Linguagem		TipoRecursoEducacional
	Descrição		NívelInteratividade
	PalavrasChave		UsuárioFinal
	Estrutura		AmbienteUtilização
	Nível Agregação		FaixaEtária
	DataAlteração		DescriçãoCompetências
<i>Técnico</i>	IdTécnico	<i>Direitos</i>	IdDireitos
	Formato		Custo
	Tamanho		DireitosAutorais
	Localização		Restrições
	Tipo	<i>Relações</i>	IdRelações
	Nome		TipoRelacionamentoRecurso
	Duração		DescriçãoRelacionamento
	DataInclusão		

A categoria **Geral** agrupa informações gerais que descrevem/indexam o objeto no sistema. A categoria **Técnico** descreve os requisitos técnicos do objeto, por exemplo, indicação do programa necessário para acessar o objeto. **Educacional** é a categoria que agrupa as características educacionais e detalhes sobre a aplicação pedagógica do objeto em questão. A categoria **Direitos** agrupa os direitos de propriedade intelectual e as

condições de uso do objeto. **Relações** suporta a descrição de relacionamentos entre os OAs. Isso permite a definição de pré-requisitos entre objetos a serem acessados. Isso é útil para estabelecer uma ordem de acesso para os objetos, como no caso de material instrucional com um programa sequencial definido.

4. Integração entre o GOAL e o LOCAL

A organização do LOCAL em subsistemas semi-independentes facilita a integração de módulos externos. O GOAL foi acoplado à arquitetura atual do LOCAL, substituindo o papel do subsistema OA (Figura 3). O sistema foi desenvolvido em C#, utilizando o *Microsoft Visual Studio 2005*, e expõem suas funcionalidades via *WebServices*. O repositório local do modelo é baseado no MySQL 5.0. Além disso, a comunicação entre o GOAL e o Local é suportada pelo padrão XML. Dessa forma, o GOAL integra-se ao LOCAL sem maiores modificações na arquitetura básica desse modelo.

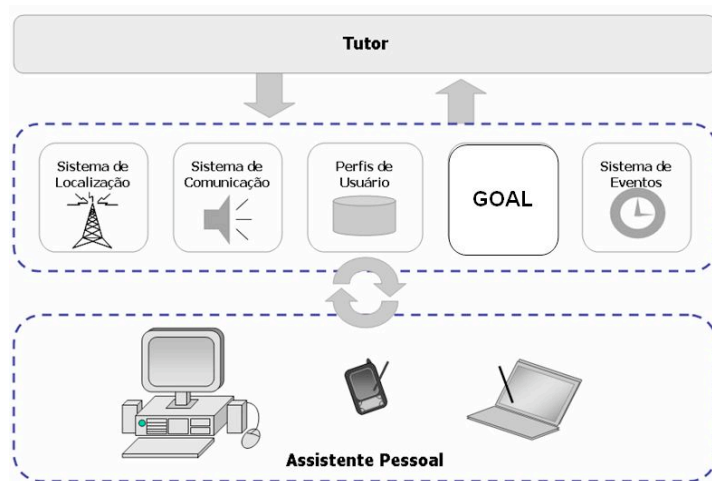


Figura 3. Integração do GOAL no modelo LOCAL

4.1. Leitura e transformação de outros padrões para o modelo GOAL

Para poder utilizar dados provenientes de repositórios externos, é necessário utilizar um mecanismo de comunicação entre o GOAL e esses repositórios. O *WebService* que implementa os métodos do GOAL possui um arquivo de configuração (*Web.Config*) que possibilita apontar diversas bases de dados externas (Figura 4). Esse arquivo é responsável por estabelecer conexões com essas bases. Após a localização e o acesso ao repositório externo, inicia o processo de importação de OA. Em função do LOCAL ser um ambiente de educação ubíqua em pequena escala (atua em um contexto específico), optou-se por não copiar os OAs, e sim manter a referência para os mesmos, já que o sistema se mantém em um contexto de alta conectividade. Desta forma, os metadados que descrevem o OA em questão são replicados na base do GOAL e uma referência é feita ao objeto externo. Essa referência consiste da Marca de OA (que sinaliza um objeto como sendo de um repositório externo) e Localização (nome do repositório onde reside o objeto). O objeto físico em si (por exemplo, um arquivo) continua no repositório externo, e seus metadados ficam disponíveis para futuras consultas no GOAL como se fossem OA locais.

```

<configuration>
  <appSettings>
    <add key="strConn" value="Driver={MySQL ODBC 3.51 Driver}
;Server=10.227.0.10;Database=goal;uid=;pwd="/>
    <add key="tokenUser" value="mobilabsystem"/>
    <add key="default_tracking_limit" value="5"/>
  </appSettings>
  <system.web>
    <webServices>
      <protocols>
        <add name="HttpGet"/>
        <add name="HttpPost"/>
      </protocols>
    </webServices>
    <compilation debug="true"/>
  </system.web>
</configuration>

```

Figura 4. Arquivo de Configuração para conexão de base externa

4.2. Avaliação do GOAL

A usabilidade do modelo GOAL foi avaliada através de um questionário que mensura o quanto o GOAL foi eficiente em disponibilizar OAs, sejam estes fruto de uma requisição feita pelo Tutor do LOCAL ou pelo próprio aprendiz. É importante salientar que a avaliação proposta neste modelo se limita ao sistema, não avaliando se esse auxiliou para o aprendizado através do seu uso.

O cenário escolhido para a avaliação foi o prédio e alunos do curso de Engenharia da Computação da Unisinos. O local é coberto pelo Sistema de Localização do LOCAL. O cenário é composto por nove salas, onde estão instaladas quatro antenas *WiFi Cisco Aironet 1100*. As antenas emitem um sinal que é captado pelos dispositivos móveis (modelo *Ipaq Pocket PC hx4700*). Os dispositivos, através de um algoritmo de triangulação das potências das antenas, determinam a localização dos aprendizes.

A avaliação envolveu um grupo de dez usuários, os quais responderam a um questionário após a utilização do ambiente (Tabela 2). Os usuários possuíam conhecimentos de informática e computação. Os seguintes passos foram realizados: (1) cada usuário recebeu um *Ipaq hx4700*, com o qual acessou o ambiente; (2) todos os usuários seguiram instruções para configurar o modo de operabilidade do GOAL; (3) na medida em que o tempo foi passando os usuários foram interagindo com o GOAL, explorando as funcionalidades do modelo. O questionário apresentado possuía perguntas relacionadas à experiência dos usuários na utilização do GOAL. As respostas foram apresentadas numa escala entre 1 (muito fraco) e 5 (excelente).

Tabela 2. Questionário de usabilidade

No	Pergunta: “Qual a sua opinião sobre...”
1	...a interface do GOAL no dispositivo móvel?
2	...as notificações sobre objetos de aprendizagem disponíveis para o usuário?
3	...a apresentação dos objetos de aprendizagem no dispositivo?
4	...o objeto apresentado condiz com o que foi solicitado pelo usuário?
5	...a velocidade de retorno do objeto solicitado?
6	...as funcionalidades do modelo proposto em sua totalidade?
7	...existe a necessidade de melhorias no GOAL?
8	...a possibilidade de utilização desse sistema em atividades diárias?
9	...a possibilidade de uso desse sistema em sala de aula?
10	...a integração LOCAL/GOAL?

As questões de 1 a 7 avaliaram a adaptabilidade do modelo GOAL. Os resultados apresentados na Figura 5, demonstram uma aceitação boa ou excelente

pela maior parte dos aprendizes. Considerando - se que a avaliação foi realizada em um ambiente limitado e controlado, esses resultados indicam uma boa usabilidade. A possibilidade de uso do GOAL como uma ferramenta de auxílio ao aprendiz em sala de aula foi analisada através das questões 8 e 9 que avaliaram o uso quotidiano. Para 60% dos sujeitos a resposta obtida foi excelente.

Outro importante aspecto analisado diz respeito à integração dos modelos GOAL e LOCAL do ponto de vista **tecnológico**. A questão 10 teve como objetivo identificar como foi percebido o funcionamento unificado dos dois módulos. A aceitação de 60% (excelente) e 40% (bom) dos sujeitos representa que a tramitação entre os modelos é praticamente imperceptível ao seu utilizador.

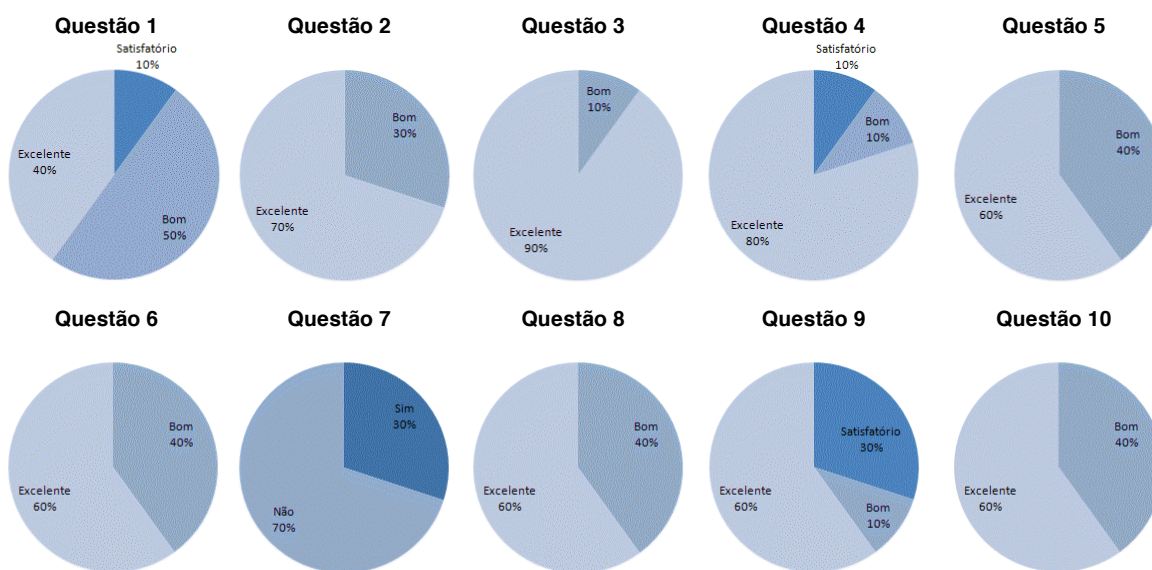


Figura 5. Resultados da avaliação

5. Trabalhos Relacionados

Elena [Elena 2004] é uma rede de serviços para disponibilizar OA e recomendações de recursos educacionais pela *web*. A rede conecta repositórios que são chamados de *nodos educacionais* e sua interoperabilidade se dá via conexão ponto-a-ponto (*peer-to-peer*). O modelo segue o padrão LOM e Dublin Core [Dublin 2005]. Em comparativo com o GOAL, sua principal diferença é o fato deste modelo não ser guiado por contexto, ou seja, os OAs são recomendados e apresentados ao usuário levando em consideração somente seu perfil, e não sua localização física. SeLeNe (2004) oferece acesso a OAs pela *web* com base no perfil do usuário. O sistema é baseado no padrão LOM e necessita de um mínimo de informações para consultar um metadado. O modelo possui uma arquitetura que permite usuários compartilhar serviços, recursos e dados, além de possibilitar a configuração da indicação de avisos sobre OAs que estejam disponíveis em algum dos repositório da rede para ele. A diferença desse modelo e o GOAL é que o primeiro não leva em consideração informações de contexto e necessita de uma rede de aprendizagem para disponibilizar seu conteúdo. Em relação a estes dois ambientes, pode-se perceber que a integração entre LOCAL e GOAL possibilita a adaptação contextual dos OAs, ou seja, existe a noção de objetos disponíveis em um determinado ambiente.

O GlobalEdu [Barbosa 2005] é um ambiente orientado a ciência de contexto com foco em suporte a aprendizagem ubíqua em larga escala, considerando vários contextos distribuídos com interoperabilidade de repositórios. O modelo é capaz de identificar e disponibilizar OA conforme o perfil do aprendiz e seu contexto. O modelo utiliza o padrão LOM para representação dos metadados e possui um módulo de Gerenciamento de OAs. O GlobalEdu não é capaz de buscar OAs em repositórios externos a sua rede, sendo esta a principal diferença entre este e o GOAL.

6. Considerações Finais

Este artigo apresentou o GOAL, um modelo de gerenciamento de OA para o LOCAL. Os propósitos do GOAL são prover a busca e uso de OAs integrando repositórios externos e de outros padrões. As avaliações com o modelo permitem concluir que o GOAL disponibiliza conteúdo de acordo com os contextos que são visitados pelo aprendiz, com seu dispositivo móvel e o modelo contém módulos básicos para suporte aos OAs usando ciência de contexto. Dentre os impactos deste trabalho, pode-se destacar: (1) a criação de um novo módulo para o modelo LOCAL, dando ao aprendiz a possibilidade de acesso à OAs adaptados ao dispositivo móvel; (2) o usuário interage diretamente com o OA, podendo executar diversas operações sobre o mesmo; (3) o usuário visualiza os OAs de maneira uniforme, de modo que estes simulam estarem dispostos em um mesmo local físico. O modelo foi avaliado através de um questionário de usabilidade. Como perspectiva futura deste trabalho, pretende-se integrar o GOAL com outros ambientes de educação ubíqua.

Referências

- ADL Advanced Distributed Learning-n. The Sharable Content Object Reference Model (SCORM), 2004. Disponível em:< <http://www.adlnet.gov>>. Acesso em: março de 2009.
- Barbosa, D.N.F. et al. (2005) “GlobalEdu – an architecture to support learning in a Pervasive Computing Environment”. In: IFIP Working conference, EduTech 2005, Perth. New Trends and Technologies in Computer-Aided Learning for Computer-Aided Design. Proceedings... New York: Springer, 2005. p. 1-10.
- Barbosa, Jorge. L.V.; Hahn, R.M.; Rabello, S.A.; Barbosa, D.N.F.(2006) Um Modelo para Suporte à Aprendizagem Consciente de Contexto. In Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE), Brasília. Anais do SBIE. ACM Computing Classification System (2006). Disponível em:<<https://www.acm.org/class/1998>>. Acesso em: agosto de 2008.
- Barbosa, Jorge L. V. ; Hahn, Rodrigo ; Rabello, Solon A ; Barbosa, Débora N. F. . LOCAL: a Model Geared Towards Ubiquitous Learning. In: 39th ACM Technical Symposium on Computer Science Education (SIGCSE), 2008, Portland. Proceedings of the ACM SIGCSE 2008. New York : ACM Press, 2008. p. 432-436.
- Dublin Core Metadata Element Set, Version 1.1: Reference Description. Disponível em: < <http://www.dublincore.org>>. Acesso em: março de 2008.
- Elena Project. 2004. Disponível em: < <http://www.elena-project.org/en/index.asp?p=3-4>>. Acesso em: março de 2008.

- Gomes, S.R.; Gadelha, B.F.; Mendoca, A.P.; Amoretti, M.S.M. Objetos de Aprendizagem Funcionais e as Limitações dos Metadados Atuais. In: XVI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação SBIE, 2005, Juíz de Fora. Anais do XVI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação.SBIE, 2005.
- IEEE/LTSC/LOM Learning Technology Standards Committee. Draft Standards for Learning Object Metadata. 2002. Disponível em: < http://www.ieeeltsc.org/working-groups/wg12LOM/1484.12.3/Public/IEEE_1484_12_03_d8.pdf>. Acesso em: agosto de 2008.
- IMS Global Learning Consortium, Inc. Disponível em: <<http://www.imsglobal.org>>. Acesso em: março de 2008.
- Kratz, R., Pinto, Sérgio Crespo C S., Scopel, M., Barbosa, Jorge L. V. Fábrica de Adequação de Objetos de Aprendizagem. Publicação: RBIE 2007, v.15, n.3. Disponível em: < <http://bibliotecadigital.sbc.org.br/download.php?paper=1023> >. Acesso em: agosto de 2008.
- MERLOT - Multimedia Educational Repository for Learning and On-line Teaching. Disponível em: <<http://www.merlot.org>>. Acesso em: agosto de 2008.
- Ogata, H.; Yano, Y. Knowledge awareness for a computer-assisted language learning using handhelds. International Journal of Continuous Engineering Education and Lifelong Learning, v. 14, n. 4-5. Jan, 2004, p.435-449.
- Rede interativa virtual de educação (RIVED). Disponível em: < <http://www.rived.mec.gov.br/> >. Acesso em: agosto de 2008.
- Rogers, Y.; et al. Ubi-learning Integrates Indoor and Outdoor Experiences. ACM Communications, v. 48, n. 1, Jan. 2005. p.55-59.
- Schmidt, A. Potential and Challenges os Context-Awareness for Learning Solutions. In: LERNEN, WISSENSENTDECHUNG UND ADAPTIVITÄT, LWA,2005. Proceedings ... Saarbrücken, Àustria: [s.n.],2005. p 63-68.
- Selene. Self e-Learning Networks. 2004. Disponível em: < <http://www.dcs.bbk.ac.uk/selene/> >. Acesso em: agosto de 2008.
- Tarouco, L.M.R.; Fabre, M.C.J.M.; Tamusiunas, F.R. Reusabilidade de objetos educacionais. RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação. Porto Alegre: Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação (UFRGS), v. 1, n.1, 2003.
- Weiser, M. The Computer for the 21st Century. Scientific America, Set. 1991, p. 94-104; reimpresso na IEEE Pervasive Computing, New York, v. 1, n. 3, Sep. 2002. Disponível em: <<http://portal.acm.org/citation.cfm?id=329126>>.
- Yang, S. J. H. Context-Aware Ubiquitous Learning Environment for peer-to-peer Collaborative Learning. Educational Technology & Society, [S.1.], v.9, n. 1, p. 188-201, 2006.