

# Um Modelo de Gerência de Objetos de Aprendizagem para o GlobalEdu<sup>1</sup>

Marcus Martins<sup>1</sup>, Débora Barbosa<sup>1</sup>, Cassia Nino<sup>2</sup>, Jorge Barbosa<sup>2</sup> and Cláudio Geyer<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Centro universitário La Salle, Canoas, RS, Brasil, 92200-000  
marcus.lewis@tracesistemas.com, nice@unilasalle.edu.br

<sup>2</sup>Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, RS, Brasil, 93022-000  
cnino@turing.unisinos.br, jbarbosa@unisinos.br

<sup>3</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Sul, POA, RS, Brasil, 91.501-970  
geyer@inf.ufrgs.br

**Abstract.** The idea of ubiquitous learning is to create a network of devices, people and situation that allow learning experiences to play out. In this context, tracking mobility of users through localization systems allows adaptation to different contexts accessed by the user (context awareness). Moreover, adaptation to specific characteristics of users is being explored using profiles. The use of context information and user profiles brings new opportunities to content management. This paper describes the necessary services to provide interoperability between available learning objects in an educational ubiquitous environment called GlobalEdu. The services objective to make available this objects adapted and proactive to the apprentice necessities, considering his physical and social context.

**Keywords:** Ubiquitous computing, Ubiquitous learning, Learning objects.

**Resumo.** A mobilidade do usuário portando dispositivos móveis e acessando recursos através das tecnologias de rede sem fio, traz a necessidade de prover um acesso uniforme e imediato às suas informações. Nesse cenário, um novo modelo de educação, denominado educação ubíqua, vem sendo explorado. Nesta perspectiva os processos educacionais são relacionados com a situação que envolve o aprendiz (consciência do seu contexto), permitindo que os recursos educacionais sejam acessados de acordo com o seu perfil e contexto. O GlobalEdu é um ambiente computacional de suporte a educação ubíqua, consciente do contexto e da mobilidade do aprendiz. Este trabalho apresenta o módulo de gerenciamento de conteúdo do GlobalEdu, bem como seu modelo de interoperabilidade entre os repositórios de objetos de aprendizagem manipulados durante os processos educacionais realizados no sistema.

**Palavras-chave:** Computação ubíqua, Educação ubíqua, Objetos de aprendizagem.

---

<sup>1</sup> Este trabalho recebeu apoio do **Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico** - CNPq - Brasil - (Edital 15/2007 - Universal).

## 1 Introdução

Atualmente, a mobilidade do usuário portando dispositivos móveis e acessando recursos através das tecnologias de rede sem fio, traz a necessidade de prover um acesso uniforme e imediato às suas informações [11]. A Computação Ubíqua [19] surge como um modelo computacional que visa atender pró-ativamente às necessidades dos usuários, atuando de forma invisível (background). O objetivo é prover uma integração contínua entre a tecnologia e o ambiente, auxiliando-o em suas tarefas cotidianas. Nesse modelo, as aplicações estão disponíveis independente de lugar e tempo, mantendo o acesso à rede e ao ambiente computacional, independente do dispositivo e da localização física do usuário. A partir desse cenário, um novo modelo de educação, denominado educação ubíqua [1], [7], [9] vem sendo explorada. Nesta, a mobilidade do aprendiz e a percepção dos elementos que estão a sua volta (contexto) são parte do processo educativo, que pode ocorrer de forma contínua, global e transparente. Nesta perspectiva, estes ambientes apoiam processos educacionais relacionados com a situação que envolve o aprendiz (consciência do seu contexto), permitindo que os recursos educacionais sejam acessados de acordo com o perfil e o contexto em que se encontra o aprendiz.

O GlobalEdu [1] é um ambiente computacional de suporte a educação ubíqua, consciente do contexto<sup>2</sup> [3] e da mobilidade do aprendiz. Nesse modelo de educação, a consciência de contexto tem um papel fundamental, visto que permite expor ao aprendiz aspectos de seu interesse que estão relacionados ao local onde ele está no momento. A mobilidade, por sua vez, permite que o sistema atue de forma pró-ativa nos diversos locais em que o aprendiz se encontra. O GlobalEdu adota uma organização distribuída, considerando o acesso a uma rede global com suporte à acesso sem fio, interligada a outra cabeada que provenha a estrutura de serviços e equipamentos em escala global. Essa estrutura permite interligar os servidores GlobalEdu espalhados em diversos contextos. O sistema está sendo integrado a um ambiente com suporte à computação ubíqua denominado ISAM [18].

No GlobalEdu, os conteúdos educacionais são organizados como objetos de aprendizagem [4]. Considerando a organização distribuída do sistema, cada contexto pode conter um repositório de objetos de aprendizagem. O aprendiz, ao usar o sistema, tem uma visão única desses objetos. Desta forma, este trabalho apresenta o desenvolvimento do módulo de gerenciamento de conteúdo do GlobalEdu, bem como seu modelo de interoperabilidade entre os repositórios de objetos de aprendizagem manipulados durante os processos educacionais realizados no sistema.

As demais seções desse artigo estão organizadas da seguinte forma: na seção 2 são apresentados os conceitos necessários para o entendimento do trabalho proposto. Na seção 3 é descrito o modelo de gerência de conteúdo e o protótipo desenvolvido, bem como uma avaliação do sistema. Na seção 4 os trabalhos relacionados são apresentados. Finalmente, na seção 5, as conclusões e trabalhos futuros são abordados.

---

<sup>2</sup> Segundo Dey [3] “contexto é qualquer informação que pode ser usada para caracterizar a situação de uma entidade. Uma entidade é uma pessoa, um lugar ou um objeto que é considerado relevante para a interação entre o usuário e uma aplicação, incluindo o próprio usuário e a própria aplicação”.

## 2 Educação Ubíqua e Objetos de Aprendizagem

Ambientes e experiências em direção a educação ubíqua integram diferentes aspectos tecnológicos. Em função disso, surgem modelos educacionais como aprendizagem com mobilidade [10], aprendizagem baseada na localização [8], educação consciente do contexto [6], [16], educação pervasiva [2] e, finalmente, modelos que integram esses aspectos – a educação ubíqua [1], [7], [9].

Barbosa [1] define educação ubíqua como um processo que pode ocorrer em qualquer tempo e lugar, de forma adaptada, contínua e integrada ao cotidiano do aprendiz. No cenário da educação apoiada pela computação ubíqua, novos pressupostos educacionais devem ser pensados, uma vez que os recursos pedagógicos podem ser acessados a qualquer momento e em qualquer lugar. O suporte ubíquo permite a construção de programas de aprendizagem relacionados com questões dinâmicas do contexto do aprendiz. O ambiente controla as aplicações orientadas à educação, possibilitando que o contexto seja vinculado com os objetivos pedagógicos. A educação neste cenário é dinâmica e os recursos educacionais estão distribuídos em contextos. Baseado nos objetivos do aprendiz, o sistema pode gerar intervenções do tipo: “um material/pessoa/dispositivo que se relaciona com seu objetivo está disponível para você agora (contexto)”. Dessa forma, percebe-se que a essência da educação ubíqua está em perceber que a informação está presente no dia-a-dia das mais diferentes formas e em diferentes locais, devendo ser relacionada com os processos educativos do aprendiz. A tecnologia que suporta a educação ubíqua deve prover estes aspectos através de mecanismos que permitem conhecer o aprendiz, o contexto que o envolve e como ele se relaciona com esse contexto, adaptando com isto processos e recursos educacionais.

A consciência de contexto [3] é um modelo computacional importante nesse cenário. Essa nova classe de sistemas computacionais abre perspectivas para o desenvolvimento de aplicações que exploram a natureza dinâmica e a mobilidade do usuário. Os contextos e suas informações contextuais são originários de diversas fontes, como sensores de localização, sensores de temperatura, monitores de redes de computadores dentre outros.

No apoio à educação, a consciência de contexto permite relacionar informações explícitas referentes ao aprendiz, tais como suas preferências e objetivos, com informações implícitas decorrentes a sua localização física. Assim é possível que uma aplicação indique para o aprendiz, de maneira pró-ativa, um determinado evento ou recurso de seu interesse disponível no contexto onde ele se encontra. Nesse cenário, é possível explorar objetos de aprendizagem relacionados ao contexto do aprendiz e seu perfil. Para Tarouco [15], objetos de aprendizagem são definidos como qualquer recurso digital ou não digital que possa ser usado no suporte ao processo de aprendizagem e a sua idéia básica é de que os objetos sejam como blocos com os quais será construído o contexto de aprendizagem. Um aspecto importante consiste no uso de padrões para catalogação dos objetos, tais como [4], [12], de modo a facilitar a exploração de aspectos relacionados a acessibilidade, interoperabilidade, durabilidade e a flexibilidade. Estes aspectos são importantes em um cenário ubíquo, onde o aprendiz pode estar acessando os recursos de qualquer lugar, com qualquer dispositivo e o sistema deve dar suporte para esses aspectos.

### 3 A Gerência de Conteúdo no GlobalEdu

O GlobalEdu [1] tem como objetivo dar suporte a aplicações educacionais ubíquas em escala global. A arquitetura prevê uma organização em Camadas (Fig. 1). A Camada de Aplicação é representada por um Agente Pedagógico (AP), que acompanha o aprendiz no ambiente e o auxilia em suas interações no sistema. A Camada de Sistema possui um conjunto de módulos Educacionais e de Suporte. Os Módulos Educacionais são responsáveis por executar funções específicas relacionadas à manipulação do modelo do aluno, de conteúdo e de contexto. Assim, o sistema possui três Módulos Educacionais: Gerencia Perfil, Gerencia Conteúdo e Gerencia Contexto. O primeiro é responsável por administrar o perfil dos aprendizes. O segundo gerencia objetos de aprendizagem manipulados pelo aprendiz e o terceiro controla informações de contexto de interesse do aprendiz e da adaptação dos recursos que ele está manipulando. Os Módulos de Suporte têm como função auxiliar a execução dos Módulos Educacionais e do AP, gerenciando aspectos de comunicação, adaptação a interfaces de dispositivos e acesso dos usuários e persistência. A Camada de Execução é representada pelo middleware de suporte à execução das aplicações educacionais, provendo elementos necessários para o sistema, tais como percepção de elementos de contexto, migração de código e mecanismos de comunicação. Atualmente o GlobalEdu utiliza o middleware EXEHDA [18].

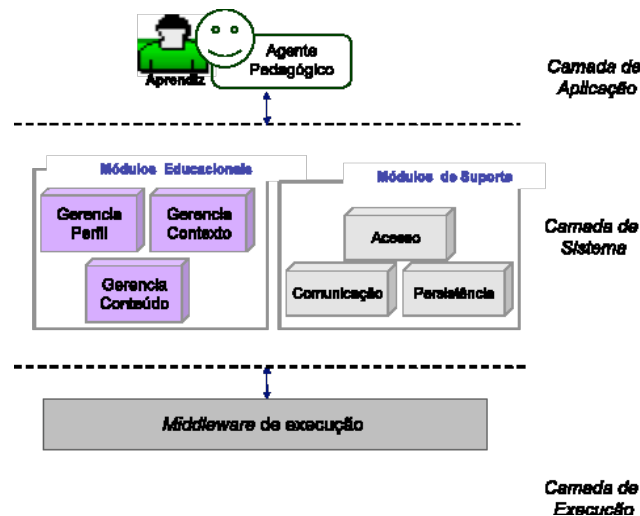


Fig. 1. Visão geral da arquitetura GlobalEdu

#### 3.1 O Modelo de Gerência de Conteúdo

O Módulo Educacional Gerencia Conteúdo do GlobalEdu é responsável pelo gerenciamento dos objetos de aprendizagem, identificando e disponibilizando esses objetos de acordo com o perfil do aprendiz e das limitações de seu contexto físico

(dispositivo e banda da rede). Os objetos são categorizados através do padrão IEEE/LOM [4]. Sua gerência é organizada a partir de uma rede de repositórios de objetos de aprendizagem distribuídos e integrados para prover uma visão única desses objetos. Desta forma, o aprendiz tem acesso a todos os objetos que estão dentro da rede do GlobalEdu, a partir de qualquer lugar, de maneira transparente e personalizada. A interação do aprendiz com sistema é feita através do AP.

Dentre as atribuições do Gerencia Conteúdo no GlobalEdu, esse trabalho concentra-se especificamente em três funções básicas: (1) **Gerencia Metadados**. Todos os conteúdos armazenados no GlobalEdu ficam em repositórios denominados Repositórios de Conteúdo representados na forma de metadados XML, seguindo o padrão LOM. Essa funcionalidade controla a inserção, alteração e exclusão dos objetos de aprendizagem no repositório por usuários autorizados. Cada contexto no GlobalEdu pode possuir um Repositório de Conteúdo; (2) **Seleciona Conteúdo**. A seleção de um determinado tipo de conteúdo para a apresentação ao aprendiz leva em consideração três requisitos. O primeiro é estratégia pedagógica do material, que deve estar de acordo com o estilo de aprendizagem preferido do aprendiz (especificado em seu perfil). O segundo analisa se o conteúdo em questão tem o assunto relacionado a algum objetivo do aprendiz (também especificado em seu perfil). Por fim, como terceiro requisito, o sistema leva em consideração o contexto físico de acesso do aprendiz, de forma que esse receba conteúdos adaptados ao dispositivo e banda da rede; (3) **Consulta Conteúdo**. O aprendiz pode, através de seu AP, solicitar informações sobre os objetos de aprendizagem disponíveis no ambiente. Essa consulta pode ser feita de acordo com o seu perfil (mediada pelo sistema) ou através de palavras-chave (consulta livre).

A Fig. 2 apresenta o diagrama de casos de uso especificando as funcionalidades providas pelas funções básicas do módulo. Os atores são as pessoas ou entidades computacionais envolvidas na execução das funcionalidades do sistema, sendo eles: (a) **Administrador**. Representa o usuário com a responsabilidade de incluir, alterar e excluir os objetos de aprendizagem dentro do GlobalEdu; (b) **GerenciaContexto**. É a representação do Módulo Educacional Gerencia Contexto do GlobalEdu; (c) **AgentePedagogico**. Responsável pela interação do aprendiz com os objetos de aprendizagem; (c) **RepositorioConteudo**. Cada repositório tem o conhecimento dos demais repositórios registrados na rede GlobalEdu e se encarregam de propagar as consultas feitas por cada aprendiz, possibilitando assim que o aprendiz tenha uma visão única de todos os objetos de maneira transparente.

Os casos de uso demonstram como ocorre a interação entre os atores e o sistema, conforme descritos a seguir: (A) **Gerenciar Objetos de Aprendizagem**. Engloba as operações realizadas pelo administrador para gerenciar o conteúdo de cada repositório. Esse caso de uso se divide em três operações: Incluir, Excluir e Atualizar objetos de aprendizagem; (B) **Consultar Objetos de Aprendizagem**. Esse caso de uso possibilita que qualquer aprendiz do sistema acesse os objetos de aprendizagem disponíveis nos repositórios do GlobalEdu. Objetos cujo formato atendam o contexto físico (dispositivo e rede) são prioritários. A consulta pode ser feita de duas formas: 1) **consulta por perfil**, onde são considerados objetos cuja palavra-chave atende ao estilo de aprendizagem e aos objetivos do aprendiz; 2) **consulta por palavra-chave**, onde o aprendiz pode consultar objetos por qualquer tipo de palavra, permitindo que o aprendiz consulte objetos que podem ou não serem relacionados com os seus

objetivos; (C) **Manter Lista de Repositórios**. Cada repositório tem o conhecimento dos demais repositórios da rede GlobalEdu, mantendo uma visão única dos repositórios da rede. Esse caso de uso engloba três operações básicas: 1) **registrar repositório**, responsável por notificar os demais contextos sobre a existência de um novo repositório de conteúdo. O anúncio pode ser feito para qualquer outro repositório conectado a rede do GlobalEdu; 2) **desligar repositório**, permitindo desligar um servidor para manutenção ou reparos. Neste caso, os demais repositórios da rede são notificados; 3) **trocar lista de repositórios**, permitindo que um repositório requisite para qualquer outro repositório a sua lista de repositórios conhecidos. Essa lista contém dados como identificador de cada repositório, endereço de acesso e seu estado atual. Frequentemente cada repositório executa a troca das listas para os demais repositórios, com a finalidade de atualizar o estado de cada um deles e manter uma visão atualizada da rede. O intervalo de execução desta funcionalidade pode ser parametrizado nas configurações de cada repositório.

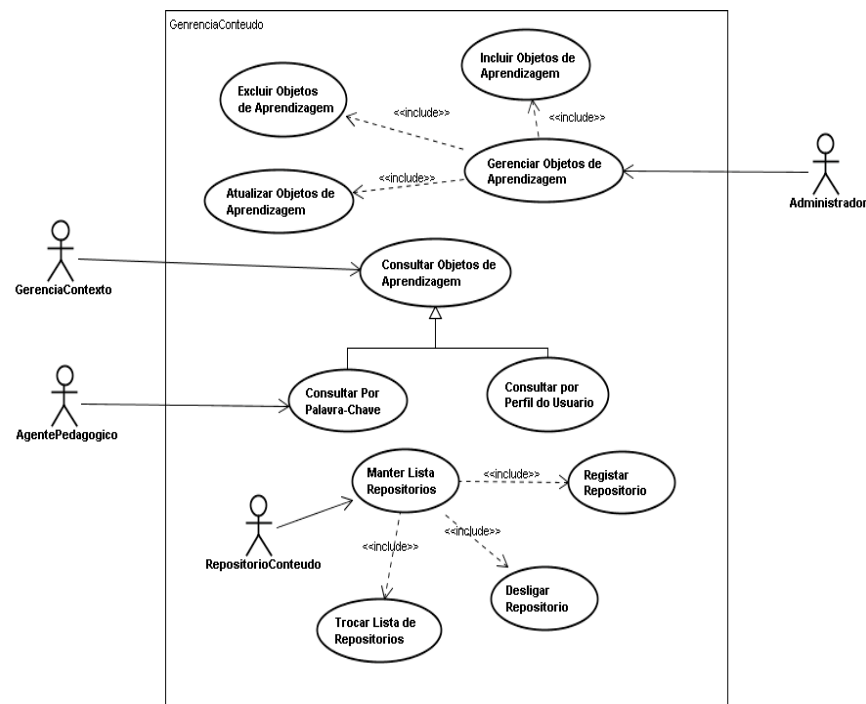
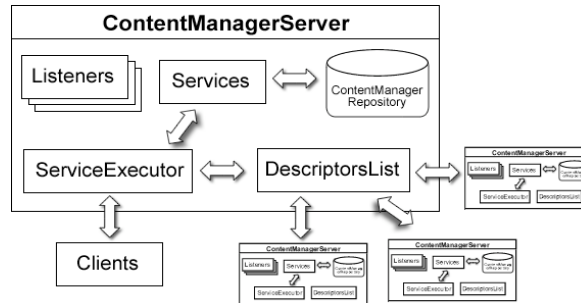


Fig. 2. Casos de uso das funcionalidades providas pelo Gerencia Conteúdo

### 3.2 A Arquitetura do Módulo Educacional Gerencia Conteúdo

A arquitetura do Gerencia Conteúdo é baseada em serviços. A Fig. 3 apresenta os componentes de cada servidor Gerencia Conteúdo da rede GlobalEdu.



**Fig. 3.** Arquitetura do Gerencia Conteúdo

A arquitetura do módulo Gerencia Conteúdo se baseia em uma rede de servidores, onde eles se integram de maneira transparente para o usuário. Os seus componentes são: (a) **ContentManagerServer**. Representa cada servidor distribuído pela rede de repositórios do GlobalEdu. Os servidores são independentes, podendo executar suas funções normais sem a necessidade de que a rede esteja *on-line*. Nesses casos a consulta de objetos será feita apenas no repositório local; (b) **ContentManagerRepository**. É a abstração das operações relativas ao armazenamento físico dos objetos de aprendizagem. Sendo assim, a implementação de cada repositório pode ser feita de maneira separada, bastando apenas indicar para o módulo Gerencia Conteúdo qual a implementação do repositório deve ser utilizada através do arquivo de configurações do mesmo. A implementação padrão do repositório físico de objetos de aprendizagem provida pelo Gerencia Conteúdo é baseada na API JCR (*Java Content Repository*). Neste trabalho utilizou-se implementação *Jackrabbit* dessa API; (c) **DescriptorsList**. Esse é o componente encarregado de manter a rede de repositórios interligada, mantendo a lista de repositórios conhecidos por cada servidor e o controle de estado de cada um deles (se estão ativos ou não); (d) **Listeners**. São componentes parametrizáveis com o conhecimento do estado atual do servidor. A função básica dos *listeners* é a possibilidade de executar operações durante o processo de início e fim de cada servidor; (e) **ServiceExecutor**. Para manter a compatibilidade com diferentes dispositivos, o módulo Gerencia Conteúdo disponibiliza o conceito de executores de serviços. Um executor tem a função de empacotar os parâmetros para a execução de um serviço, assim como trazer o retorno dessa execução para o cliente. Atualmente, é possível executar os serviços através de *sockets* e *Web Services*, que será o responsável pela integração dos repositórios através da Internet; (f) **Services**. São o conjunto de serviços providos pelo Gerencia Conteúdo, separados em dois grupos distintos: 1) **serviços de integração**, responsáveis por prover a integração e a interoperabilidade entre os repositórios de objetos de aprendizagem presentes na rede do Gerencia Conteúdo. O componente responsável pela execução desses serviços é a lista de repositórios. Os serviços são responsáveis por anunciar os repositórios na rede, executar a troca das listas de repositórios e remover um repositório da rede; e, 2) **serviços de manipulação de objetos de aprendizagem**, consistindo de uma série de serviços que externam as funções referentes à manipulação de objetos de aprendizagem. Esses serviços permitem incluir, remover, atualizar e pesquisar um objeto de aprendizagem no repositório.

### 3.3 Protótipo e Avaliação do Sistema

O protótipo do sistema integrou-se aos demais módulos do GlobalEdu. Atualmente, o sistema possui o AP e o Módulo Educacional Gerencia Contexto desenvolvidos e validados. Aspectos referente ao perfil do aprendiz são inseridos diretamente no sistema. A aplicação U-inContext implementa e incorpora a prototipação de algumas funcionalidades especificadas para o Agente Pedagógico (AP). O U-inContext possui classes que manipulam os objetos gráficos da aplicação e é possível acessar os objetos na rede GlobalEdu.

Uma avaliação do protótipo foi realizada com o objetivo de analisar a seleção dos objetos de aprendizagem conforme o perfil do aprendiz e palavra-chave, a seleção a partir do contexto e de objetos distribuídos em repositórios distintos, além de uso do sistema no dia-a-dia e como auxílio ao aprendizado em sala de aula. Foram utilizados como nodos móveis um *notebook* e um PDA Sharp Zaurus SL-5600. A população amostra consistiu em seis sujeitos, da área da computação e de outras áreas. Primeiramente, o objetivo do estudo, bem como características básicas do protótipo, foram expostas aos mesmos. Após, os sujeitos inseriram seus dados pessoais no seu U-inContext. Ao final de cada experimento um questionário foi aplicado com objetivo de coletar dados para análise. Algumas considerações podem ser destacadas. Os sujeitos avaliaram, no geral, o sistema como bom para ser utilizado como forma de interação com objetos de aprendizagem em uma localização. Os gráficos da Fig.4 apresentam as percepções dos sujeitos quanto a adequação do sistema para aprendizado de algum conteúdo e a possibilidade de uso do sistema em sala de aula, no auxílio a aprendizagem. Os resultados indicam uma boa aceitação destes quanto aos elementos avaliados. A maioria dos usuários indicou que o sistema seria interessante para ser usado no dia-a-dia. Destaca-se os comentários de um sujeito quanto ao uso do sistema para auxílio à aprendizagem: “*Acho que no futuro esse sistema poderá substituir os sistemas de EAD utilizado na Instituição.*” Entende-se que a percepção desse sujeito consiste em que o sistema poderia ser utilizado para acesso às informações contidas nas diversas disciplinas que o sistema de EAD institucional suporta.

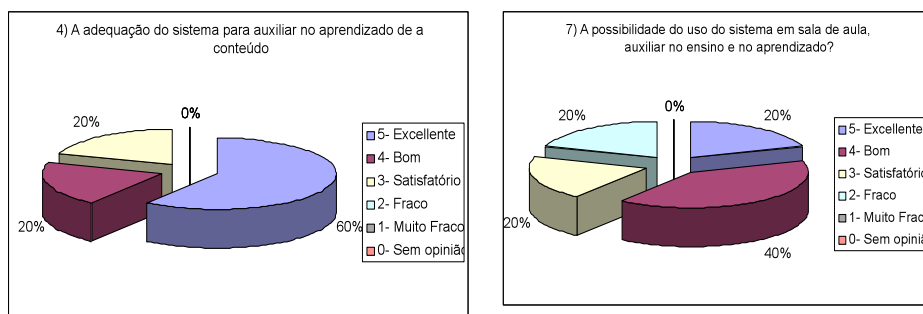


Fig. 4. Aspectos de análise da avaliação do sistema

#### **4 Trabalhos Relacionados**

Os trabalhos apresentados em Yang [17] e Schmidt [14] prevêm um gerenciador de objetos de aprendizagem utilizando o padrão SCORM [12], considerando dispositivos diversos para acesso. Embora as redes de aprendizagem SeLeNe [13] e ELENA [5] utilizem o padrão LOM para representação dos objetos, não preocupam-se com adaptação ao contexto do aprendiz. No GlobalEdu, o conteúdo (objeto de aprendizagem) não é restrito à localização do aprendiz, sendo acessado independentemente do seu contexto. Os objetos em manipulação pelo aprendiz o acompanham em seu percurso, de forma adaptada, mantendo a continuidade do processo. Esses aspectos são garantidos pelo AP, que acompanha o aprendiz e mantém as crenças com relação ao perfil do aprendiz e seu modelo de conteúdo. Desta forma, esse aspecto, aliado as informações de contexto e interoperabilidade entre repositórios, diferenciam o GlobalEdu das demais propostas, auxiliando para que a informação e o conteúdo sejam fornecidos ao aprendiz conforme suas necessidades, considerando o seu contexto.

#### **5 Conclusões e Trabalhos Futuros**

Perceber os elementos que envolvem o aprendiz em um mundo virtual perceptível é tarefa consagrada nas pesquisas em ambientes virtuais, em especial as pesquisas relacionadas a Educação a Distância. Considerando uma educação ubíqua, essa percepção transcende o virtual e alcança o mundo real do aprendiz. Dessa forma, um dos principais problemas de pesquisa em aberto tem como ponto central a percepção do contexto que envolve o aprendiz. Esse aspecto influencia o perfil do aprendiz, bem como os conteúdos educacionais que este manipula. Avanços nesses temas possibilitarão novas metodologias para gerência de conteúdo em ambientes educacionais ubíquos.

Este trabalho apresentou o modelo de gerenciamento de conteúdo proposto para o GlobalEdu, bem como seu modelo de interoperabilidade entre os repositórios de objetos de aprendizagem manipulados durante os processos educacionais realizados no sistema. O desenvolvimento do sistema proporcionou uma visão única de todos os objetos disponíveis na rede GlobalEdu, disponibilizando ao aprendiz objetos de aprendizagem conforme seu perfil e contexto. Através de uma pré-avaliação do sistema, foi possível perceber a satisfação dos usuários durante sua utilização.

Como trabalhos futuros, pretende-se expandir o modelo de gerência de conteúdo do GlobalEdu provendo extensões para que o sistema trabalhe com outros padrões de objetos de aprendizagem, tais como SCORM. O trabalho apresentado não está muito distante disso, sendo possível criar conversores de importação e exportação de objetos de aprendizagem em diversos formatos, sem alterar o funcionamento do núcleo do sistema.

## Referências

1. 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.
2. Coatta, T.; Kaufmann, R. (2003) "A new platform for pervasive learning". In: World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunication.
3. Dey, A. K. et al (1999). "Towards a better understanding of context and contextawareness". TR GIT-GVU-99-22, Georgia Institute of Technology, College of Computing, June.
4. IEEE/LTSC Learning Technology standards committee. <http://ltsc.ieee.org>
5. ELENA Project, 2004. Disponível em: < <http://www.dfki.uni-kl.de/~sintek/>>. Acesso em: fev.2005.
6. LOCAL Project. MobiLab website. <http://www.inf.unisinos.br/~mobilab>, 2005
7. Ogata, H., Yano, Y. (2003). "How Ubiquitous Computing can support language learning". Proc. of KEST, p.1-6.
8. Price, S.; Rogers, Y. (2004) Let's get physical: the learning benefits of interacting in digitally augmented spaces. Computers & Education, n.43, 137–151.
9. Rogers, Yvonne; et al. Ubi-learning Integrates Indoor and Outdoor Experiences. Communications of the ACM, v. 48, n. 1, p.55-59, January 2005
10. Roschelle, J.; Roy P. (2002) "A walk on the WILD side: How wireless handhelds may change computer-supported collaborative learning". International Conference on Computer-Supported Collaborative Learning (CSCL-02), Colorado, January 7-11.
11. Satyanarayanan, M. (2001) Pervasive Computing: Vision and Challenges. IEEE Personal Communications, New York, v.4, n.8, Aug.
12. SCORM. The Sharable Content Object Reference Model (SCORM). Advanced Distributed Learning-n ADL. 2004. Disponível em:< <http://www.adlnet.org>>. Acesso em: mar. 2008.
13. Selene. Self e-Learning Networks. 2004. Disponível em: < <http://www.dcs.bbk.ac.uk/selene/>>. Acesso em: mar.2008.
14. Schmidt, A. (2005). "Potential and Challenges - Context-Awareness for Learning Solutions". Lernen, Wissensentdeckung und Adaptivität, LWA, 2005. Proceedings... Saarbrücken, Áustria, Oct. 2005. p 63-68.
15. Tarouco, L. M. R. et al. 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.
16. Toivonen, S. et al. (2003) "Facilitating Mobile Users with Contextualized Content". In: Artificial Intelligence in Mobile System Workshop 2003. Proceedings... Seattle, Oct.
17. Yang, S. J. H. (2006). Context Aware Ubiquitous Learning Environments for Peer-to-Peer Collaborative Learning. Educational Technology & Society. v.9, n. 1, 2006, p. 188-201.
18. Yamin, A. C. et al. (2002) "ISAM: a Pervasive View in Distributed Mobile Computing". IFIP/IEEE Network Control and Engineering (NET-CON'2002), 2002, Paris. New York: IEEE Press.
19. Weiser, Mark. (1991) 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> >