



Consciência do contexto do aprendiz em um ambiente de educação *pervasiva*

Felipe Azzolin Bastos da Silva *

Débora Nice Ferrari Barbosa **

Cláudio Fernando Resin Geyer ***

Jorge Luis Victória Barbosa****

Resumo. *Este trabalho apresenta uma infra-estrutura para suporte a consciência do contexto do aprendiz em um ambiente para suporte à educação pervasiva denominado GlobalEdu. O contexto é gerenciado através de Serviços Educacionais (SE), que manipulam, também, o perfil do aprendiz e seu modelo de conhecimento. O aprendiz é acompanhado no ambiente pervasivo por um Agente Pedagógico Pessoal Pervasivo – A3P. Neste trabalho, a consciência do contexto do aprendiz no GlobalEdu é aprofundada e uma aplicação educacional desenvolvida para validação da proposta é apresentada.*

Palavras-chaves - *educação pervasiva, consciência do contexto do aprendiz, ambiente de educação pervasiva*

Abstract. *This paper presents a proposal for support learning context-awareness in a pervasive learning environment called GlobalEdu. The context-awareness is supported using Educational Services (ES) and a pervasive personal pedagogical agent (P3A). Services will be accessed through P3A, which shall always be with the learner. In this paper, the context-awareness in GlobalEdu and an educacional application are also presented.*

Keywords - *pervasive learning, context-awareness, pervasive learning environment*

* Bacharel em Ciência da Computação
Curso de Ciência da Computação/UNILASALLE
fazzolin@gmail.com

** Mestre/Doutoranda PPGC/UFRGS
Curso de Ciência da Computação/UNILASALLE
Orientadora – nice@unilasalle.edu.br

*** Doutor
PPGC/UFRGS
Co-Orientador – geyer@inf.ufrgs.br

**** Doutor
PIPCA/UNISINOS
Colaborador – jbarbosa@unisinios.br

1. Introdução

As redes (físicas e sem fio), a Internet e o crescente uso de dispositivos móveis (computação móvel), formam um cenário favorável à computação em escala global. A mobilidade do usuário requer novos modelos de aplicações que entendem o poder computacional espalhado em toda a rede, e não residente em um dispositivo que tem a capacidade esporádica de comunicação, e que armazena e executa software (Augustin, 2004). Esta é a essência da computação *pervasiva* (*pervasive computing*) (Satyanarayanan, 2001), onde as aplicações do usuário estão sempre disponíveis, em qualquer lugar onde este se encontre, mantendo o acesso à rede e a seu ambiente computacional. As aplicações mantêm a consciência da sua localização (*location-aware application*), determinada pela posição física do usuário, sendo este um elemento do seu contexto¹. Esse cenário vem permitindo que os ambientes virtuais de educação considerem a mobilidade do aprendiz e seu contexto como elementos do processo educativo. É necessário, portanto, que o ambiente educacional suporte os aspectos *pervasivos*, adaptando os recursos e levando em consideração a dinamicidade em que eles se alteram, de forma contínua e transparente. A educação neste cenário é dita *pervasiva – pervasive learning* (Chen, 2003).

Assim, novos modelos devem ser pensados, levando em consideração os elementos de contexto presentes no ambiente onde se encontra o aprendiz. Os processos educacionais são dinâmicos e os recursos educacionais estão distribuídos na rede global *pervasiva*. O ambiente educacional *pervasivo* deve relacionar os elementos presentes no contexto aprendiz, virtual e não-virtual, de acordo com seus objetivos. Assim, é fundamental a personalização baseada no perfil do aprendiz, em seus conhecimentos, no contexto que o envolve e em como ele se relaciona com o ambiente, adaptando com isto processos e recursos educacionais. Em direção a este cenário, algumas propostas estão em desenvolvimento, tais como (Chen, 2003), (Ogata, 2003), (Simon, 2003), (Dolog, 2004). Segundo Barbosa (2005), os sistemas de computação *pervasiva* (Yamin, 2002), (Augustin, 2004), em função de suas características, são importantes para suportar os processos educacionais em qualquer tempo e a qualquer lugar, com qualquer dispositivo de acesso, de forma continuada.

Levando-se em consideração estas questões, entende-se que os processos educacionais no cenário da educação *pervasiva* devem ser apoiados por um ambiente computacional *pervasivo*. Assim, integra-se ao projeto ISAM (Yamin, 2002), (Augustin, 2004), a proposta de uma infra-estrutura de suporte à educação *pervasiva* denominada GlobalEdu (*Global Education*) (Barbosa, 2005), (Barbosa, 2006). Esse tem como objetivo possibilitar a aprendizagem contínua e integrada ao contexto do aprendiz, e sua integração com os recursos e o ambiente ao seu redor. Destaca-se uma abordagem pedagógica na qual é necessário integrar elementos sociais e características do ambiente do aprendiz ao seu processo educacional.

Este trabalho está organizado em cinco seções: a seção dois apresenta a fundamentação do trabalho. A seção três apresenta o GlobalEdu e aspectos gerais de sua arquitetura. Na quarta seção a consciência de contexto no GlobalEdu é explorada e uma aplicação educacional consciente do contexto é apresentada. As conclusões são apresentadas na seção cinco.

¹ Contexto pode ser definido como qualquer informação que pode ser usada para caracterizar a situação de uma entidade (Chen, 2003).



2. Educação *pervasiva*: aprender sempre, em qualquer lugar

A tecnologia atual permite que os processos de ensino e de aprendizagem sejam apoiados por ferramentas móveis ou que ocorram em um contexto onde equipamentos móveis estão disponíveis, tais como celulares e *handhelds* (Roschelle, 2004). O desafio está em projetar aplicações educacionais num ambiente onde o nível de serviço e a disponibilidade de recursos são imprevisíveis. Propostas como as apresentadas por (Roschelle, 2002), (Ogata, 2003) e (Tatar, 2004) são exemplos do uso de dispositivos móveis na educação.

A computação *pervasiva* (*pervasive computing*) (Satyanarayanan, 2001), tem como objetivo fornecer aos usuários um acesso uniforme e imediato às informações e, transparentemente, suportar a execução de suas tarefas, independente de localização e dispositivo de acesso. Assim, uma variedade de dispositivos móveis e estáticos dinamicamente se conecta, reagem ao ambiente corrente, e se coordenam para auxiliar o usuário na realização de suas tarefas. O ISAM (Yamin, 2002), (Augustin, 2004), é uma arquitetura para suporte à execução de aplicações da computação *pervasiva*. Neste ambiente, os usuários movem-se e suas aplicações o seguem, adaptando-se dinamicamente aos elementos de contexto. O ISAM suporta à execução das aplicações educacionais no GlobalEdu (seção 3).

Segundo (Ogata, 2003), o conhecimento está presente no dia-a-dia das mais diferentes formas e em diferentes locais. A essência da educação *pervasiva* consiste em perceber este conhecimento e relacionar os processos educacionais com o contexto do aprendiz, levando em consideração seu modelo de mobilidade. Assim, percebe-se que novos elementos computacionais para suporte à educação em ambientes *pervasivos* são necessários, tais como:

- Mobilidade: os sistemas educacionais devem dar suporte à mobilidade do aprendiz e o acesso aos recursos educacionais. Esses devem estar disponíveis em vários formatos, distribuídos em uma rede educacional, e não mais localizados em um único local;
- Adaptação: a mobilidade e a capacidade do aprendiz de acesso aos recursos educacionais utilizando diferentes recursos computacionais trazem a necessidade de adaptação a estes recursos. Os objetivos, preferências, modelos de aprendizagem, de mobilidade e de contexto do aprendiz devem ser considerados;
- Consciência do contexto: a mobilidade do aprendiz traz a possibilidade do mesmo aprender em diferentes cenários e situações, onde diferentes recursos e oportunidades de aprender podem estar disponíveis. É importante pró-ativamente sugerir e indicar ao aprendiz elementos presentes no contexto virtual e não-virtual e que são de interesse dele. Com isto, as informações sobre o local onde se encontra o aprendiz (por exemplo, um evento que está ocorrendo ou vai ocorrer) podem ser relacionadas com seus objetivos educacionais (o aprendiz pode estar interessado no tópico do evento).

Em geral, os sistemas educacionais relacionam e adaptam informações do ambiente virtual ao perfil do aprendiz, tais como as propostas apresentadas em (AdaptWeb, 2002), (Geyer, 2001). Percebe-se que poucos trabalhos estão levando em consideração os aspectos abordados acima, isto é, suporte à educação em um cenário *pervasivo*, onde elementos presentes no entorno do aprendiz, bem como sua mobilidade,

podem ser percebidos pelo sistema e considerados no auxílio a sua aprendizagem. Esse é o foco da proposta do GlobalEdu.

3. GlobalEdu – suporte à educação *pervasiva*

O GlobalEdu (Barbosa, 2005), (Barbosa, 2006) é uma infra-estrutura para suporte aos processos de ensino e aprendizagem em um cenário *pervasivo* de acesso em larga escala. A arquitetura (Figura 1), é composta de um Agente Pedagógico Pessoal *Pervasivo* (A3P) e um conjunto de Serviços Educacionais (SE), que suportam os processos educacionais no ambiente *pervasivo*. O sistema considera que um ambiente educacional *pervasivo* deve ser dedicado às questões educacionais, deixando que o ambiente de execução garanta os elementos necessários para a execução das aplicações educacionais em uma perspectiva *pervasiva*. Desta forma, a proposta integra-se ao ISAM, um Ambiente Computacional *Pervasivo* (ACP) de suporte à execução de aplicações da computação *pervasiva* em escala global.

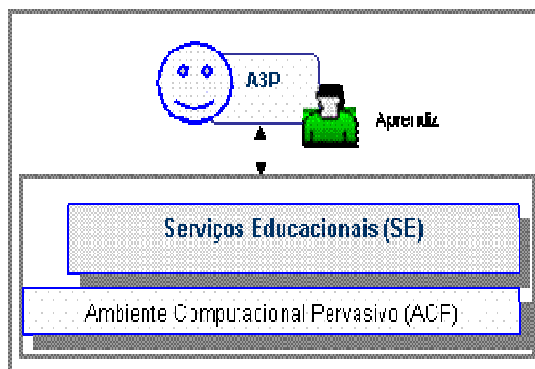


Figura 1. Visão geral do GlobalEdu

3.1 A3P - Agente Pedagógico Pessoal *Pervasivo*

Visto a dinamicidade e as possibilidades presentes no ambiente *pervasivo*, é importante que o aprendiz seja auxiliado a identificar oportunidades educacionais e informações. De forma adaptada e contínua, o A3P auxilia neste aspecto, suportando as necessidades educacionais do aprendiz em diferentes contextos. Assim, com o auxílio dos SEs, o agente apresenta ao aprendiz informações de contexto e recursos educacionais, conforme seus objetivos e interesses, de acordo com o contexto que o aprendiz se encontra. A arquitetura do A3P é constituída de micro-agentes responsáveis por executar tarefas (agentes locais). O modelo cognitivo do A3P é composto pelos agentes Modelo de Aprendiz, Gerência do Contexto e Gerência do Conhecimento. Estes são responsáveis pelo processo de adaptação. O agente Comunicação permite firmar os compromissos com outros elementos do ambiente. O comportamento *pervasivo*, controle de operações desconectadas e percepção dos elementos de contexto são funcionalidades do agente Controle.

3.2 Serviços Educacionais (SE)

Os SEs constituem a interface entre o ambiente *pervasivo* ISAM e o A3P, gerando o modelo de aprendiz, a consciência do seu contexto e o conhecimento manipulado. Em especial, gerenciam os repositórios de informações e os elementos de



contexto oriundos do ambiente *pervasivo*, notificando o A3P sempre que uma informação relevante é atualizada ou inserida. São três os principais SEs propostos:

- SE Modelo de Aprendiz – gerencia e mantém o modelo de aprendiz, levando em consideração informações explícitas, solicitadas ao aprendiz, e implícitas, coletadas de forma transparente pelo A3P. Com auxílio do *Repositório de Modelo de Aprendiz*, raciocina sobre o modelo do aprendiz tutorado pelo A3P;
- SE Gerência de Conhecimento - no GlobalEdu, um repositório de objetos de aprendizagem² com metadados que os descrevem é chamado de *Repositório de Objetos de Aprendizagem*. Este serviço é responsável pelo acesso a estes repositórios, identificando e disponibilizando objetos de aprendizagem relacionados com os interesse do aprendiz em um contexto, considerando seu dispositivo de acesso;
- SE Gerência de Contexto - acessa e gerencia as características de contexto Social e Físico, informados pela arquitetura *pervasiva* e solicitados pelo A3P. Em especial, este serviço gerencia *Repositório de Contexto Social* da localização em que o aprendiz se encontra.

Outros serviços do GlobalEdu são denominados SE Comunicação e SE Controle. O primeiro tem como papel intermediar a comunicação entre o A3P, os SEs e destes com o ISAM. O segundo, com auxílio dos serviços providos pelo ambiente ISAM, controla a consistência do A3P, operações desconectadas e identificação elementos físicos do contexto.

4. Consciência do contexto do aprendiz no GlobalEdu

No GlobalEdu, **contexto** é definido como toda informação relevante para o aprendiz e que pode ser obtida para suporte ao seu processo educacional, levando em consideração seu modelo. O SE Gerência de Contexto do GlobalEdu controla informações do contexto que são de interesse do aprendiz e da adaptação dos recursos que ele está manipulando, gerenciando aspectos de Contexto Social e Contexto Físico.

O Contexto Social do aprendiz refere-se as informações sobre uma determinada localização. Essa pode ser a localização de uma Região_geográfica (ex., campus universitário) ou de uma Sub_região (ex., um laboratório do campus). Assim, o Contexto Social descreve características associadas a Pessoas, Eventos e Recursos da localização onde se encontra o aprendiz. A categoria Pessoas descreve informações pessoais e papel de uma pessoa. A Eventos representa os eventos que acontecem em um determinado lugar, determinando seu tipo, calendário, dentre outros. A Recursos representa as informações de recursos disponíveis no local, podendo ser um objeto real ou um objeto de aprendizagem. As informações de Contexto Social são armazenadas em um *Repositório de Contexto Social*.

O Contexto Físico manipula informações de interesse da execução do A3P e dos recursos educacionais acessados pelo aprendiz, quais sejam: tipo e banda da rede que o aprendiz está acessando dentro do contexto, sua localização, o tipo e autonomia do dispositivo em uso no momento. Além dessas informações, é percebida a presença de outros A3Ps no contexto. Essa informação identifica outros aprendizes com os mesmos

² Repositórios de objetos de aprendizagem são coleções de recursos de aprendizagem armazenados em bases de dados ou sistemas de arquivos e possuem metadados associados, geralmente disponíveis e pesquisáveis via Web (IEEE/LTSC).



objetivos, competências e preferências que o aprendiz na mesma localização. Assim, o A3P tem a capacidade de relacionar aprendizes dentro de um mesmo contexto.

4.1 Adaptação ao contexto

A estratégia de adaptação ao contexto permite ao SE Gerência de Contexto do GlobalEdu relacionar as informações do modelo do aprendiz com o contexto. Havendo restrições dos elementos de contexto físico (como um dispositivo com recursos limitado), o serviço orienta o processo educacional levando em consideração as preferências do aprendiz. Sempre que a localização é alterada, o serviço adapta e sugere ao aprendiz acesso às informações de Contexto Social que são relevantes para ele.

Para melhor compreender as potencialidades das informações de contexto, toma-se como exemplo um determinado aprendiz. Em função do seu modelo, o SE Gerência de Contexto sabe que o mesmo tem como objetivo “aprender a programar em C++”. Ao chegar no campus universitário, é percebida uma alteração na sua localização. Assim, o SE Gerência de Contexto verifica as informações sobre o Contexto Social da localização. Percebe que um “curso de extensão em C++ (Evento) está com inscrições abertas no campus”. Ainda, “o curso será ministrado pelo professor *Fulano* (Pessoa)”. Essa informação é disponibilizada ao aprendiz através do seu A3P.

4.1 Estudo de caso: aplicação *MeetAgent*

Para demonstrar as potencialidades do GlobalEdu, utiliza-se da implementação de versões simplificadas de suas funcionalidades. Desta forma, foram desenvolvidos no protótipos do SE Modelo de Aprendiz e SE Gerência de Contexto com o objetivo de suportar a execução da aplicação denominada *MeetAgent*. Essa consiste em uma versão simplificada do A3P. Tem como objetivo permitir a interação entre aprendizes que tenham interesses e objetivos em comum e que estão presentes em um mesmo contexto. Assim, foram implementadas funcionalidades do sistema que permitem a **identificação** e o **relacionamento** de aprendizes no contexto, sendo a identificação responsabilidade do SE Modelo de Aprendiz e o relacionamento do SE Gerência de Contexto.

No SE Modelo de Aprendiz foram desenvolvidas funcionalidades básicas de manipulação do modelo do aprendiz e disponibilização da informação aos demais serviços da arquitetura. Através da informação de contexto que indica a presença de outros aprendizes no ambiente, o SE Gerência de Contexto do GlobalEdu relaciona aprendizes, com intuito de identificar preferências, objetivos e competências em comum. O relacionamento pode ser: *por semelhança* - aprendizes com preferências e/ou objetivos em comum. Por exemplo, todos os aprendizes que queiram aprender um determinado tema; ou *por complementariedade* - aprendizes com objetivos semelhantes às competências de outros. Por exemplo, um aprendiz está interessado em jogar xadrez (objetivo) e outro aprendiz sabe jogar xadrez (competência). Com essas informações, o *MeetAgent* sugere ao aprendiz à interação com outros aprendizes em um mesmo contexto.

Os serviços do GlobalEdu foram instalados em um *desktop*, com suporte à rede estruturada. A aplicação *MeetAgent* foi implementada com interfaces (Figura 2) para dispositivos do tipo PDA (*Personal Digital Assistant*) utilizando J2ME (*Java 2 Platform, Micro Edition*), e para dispositivos do tipo *Desktop* e *Notebook* utilizando

J2SE (*Java 2 Platform, Standard Edition*). O PDA utilizado foi um Axim X50, equipado com 64MB/ RAM e 128MB/ ROM, com Windows CE 2003 e suporte a rede *wireless*. O aprendiz tem a opção de alterar os dados do seu modelo e determinar se as informações de contexto serão disponibilizadas quando sua localização for alterada ou por solicitação explícita ao sistema. Para sua localização foi considerado o escopo de um campus Universitário (Região_geográfica) com a Sub_região Biblioteca.

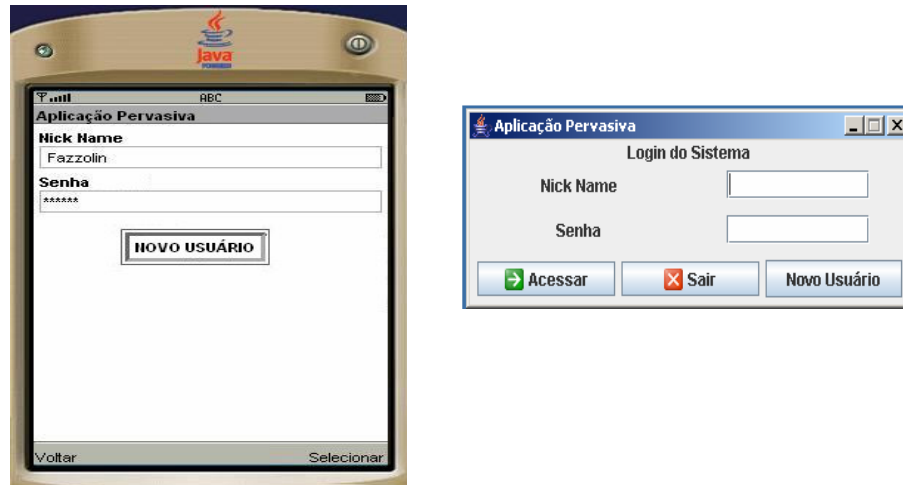


Figura 2. Interfaces *pervasivas* da aplicação *MeetAgent*

O *MeetAgent* foi testado com dois aprendizes. O SE Gerência de Contexto identificou a entrada dos aprendizes no campus (Região_geográfica alterada). A partir disso, o serviço buscou no *Repositório de Contexto Social* as informações sobre o contexto. Ao perceber a presença dos aprendizes na Sub_região Biblioteca, o serviço relacionou as informações dessa localização com seus modelos, fornecendo à aplicação *MeetAgent* os dados para serem repassados aos aprendizes. Assim, o objetivo principal de relacionar aprendizes dentro de um mesmo contexto, se consolida a partir de troca de mensagem no estilo bate-papo, conforme mostra a Figura 3, com intuito de compartilhar conhecimento. A comunicação é mantida enquanto os aprendizes estiverem dentro do escopo da mesma Região_geográfica.





Figura 3. Interação entre aprendizes

5. Conclusões

As pesquisas em educação *pervasiva* são recentes. Percebe-se, portanto, a necessidade de um ambiente educacional de propósito geral, que considere a mobilidade do aprendiz, e as características dos contextos aos quais ele se move. Isto é, faltam modelos que permitam o aprendiz aprender levando em consideração os recursos computacionais ou não-computacionais presentes no contexto. Um exemplo de trabalho neste sentido é apresentado em por Ogata (2003), onde o autor apresenta o JAPELAS, um sistema consciente do contexto para suporte ao ensino de expressões de tratamento da língua japonesa. Os estudantes, portando PDAs, são auxiliados pelo sistema a identificar a expressão de tratamento adequada à outra pessoa, levando em consideração o contexto em que eles se encontram. É direcionado para um foco específico – o ensino de expressões da língua Japonesa. O GlobalEdu difere desta proposta uma vez que considera o contexto do aprendiz de uma forma geral, desde que representado na arquitetura *pervasiva*. Além disto, o A3P acompanha o aprendiz considerando o ambiente *pervasivo* ISAM e não possui um foco específico de atuação.

Este trabalho tem como principal contribuição à apresentação de uma infraestrutura para suporte a educação *pervasiva* denominada GlobalEdu, em especial seu suporte a consciência do contexto do aprendiz. O GlobalEdu está inserido no ISAM, um ambiente de suporte à execução *pervasiva* com acesso em larga escala. Além disso, apresentou a aplicação *MeetAgent*, que relaciona aprendizes em um mesmo contexto, auxiliando a identificar afinidades entre eles, permitindo assim um processo de interação mútua. O modelo de consciência do contexto proposto foi validado com dois aprendizes no âmbito de um campus universitário.

Atualmente, outros elementos da arquitetura GlobalEdu estão sendo desenvolvidos e integrados ao ambiente *pervasivo* ISAM. Para novas validações, estão sendo desenvolvidas as aplicações *ContextAgent* – que relaciona o aprendiz com seu Contexto Social, e *LibAgent* – que informa ao aprendiz objetos de aprendizagem disponíveis em um contexto.

Referências Bibliográficas

- AdaptWeb. 2002. Disponível em: <<http://adaptweb.sourceforge.net/>>. Acesso em 10, dez., 2005
- AUGUSTIN, Iara ; et al. **ISAM, joining context-awareness and mobility to building pervasive applications**. I. Mahgoub and M. Ilyas Ed. Florida. CRC Press, 2004.
- BARBOSA, D. N. F.; GEYER, C. F. R., BARBOSA, J. L. V. GlobalEdu - an architecture to support learning in a Pervasive Computing Environment. In: **EduTech 2005 Workshop**, 2005, Perth, Austrália. IFIP WG 3.6 Distance Education.



- BARBOSA, D. N. F., et al. Learning in a Large-Scale Pervasive Environment . In: **2nd IEEE International Workshop on Pervasive Computing**, 2006, Pisa. Proceedings of the 2nd PerEl. New York : IEEE Press, 2006.
- CHEN, Harry; FININ, Tim; JOSHI, Anupam. Semantic Web in a Pervasive Context-Aware Architecture. Artificial inteligente in Mobile System. In **UBICOMP**, 2003. October, Seattle, 2003
- DOLOG, P.; HENZE, N.; NEJDL, W.; Sintek, M. Personalization in Distributed e-Learning Environments. In: **WWW2004**, May, New York, 2004. ACM 1-58113-912-8/04/0005
- FELDER, R.M and L.K. SILVERMANN. (1998) Learning and Teaching Styles in Engineering Education, In **Engineering Education**, 78(7), 674 , 1988.
- GEYER, C. F. R., el al. SEMEAI - SistEma Multiagente de Ensino e Aprendizagem na Internet. In: **XII SBIE 2001 - SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO**, 2001, Vitória.2001
- IEEE/LTSC, 2005 Learning Technology standards committee. Disponível em: <<http://ltsc.ieee.org>>. Acesso em 02, out. 2005.
- OGATA, Hiroaki, YANO, Yoneo. How Ubiquitous Computing can support language learning. In: **KEST**, 2003, p.1-6.
- ROSCHELLE, J.Roy Peã. A walk on the WILD side: How wireless handhelds may change computer-supported collaborative learning. In **International Conference on Computer-Supported Collaborative Learning (CSCL-02)**, Boulder, Colorado, January 7-11, 2002.
- SELENE. **Self e-Learning Networks**. 2004. Disponível em: <<http://www.dcs.bbk.ac.uk/selene/>>. Acesso em 05, mar. 2005.
- SATYANARAYANAN, M. Pervasive Computing: Vision and Challenges. **IEEE Personal Communications**, New York, v.4, n.8, Aug. 2001.
- SIMON, B.; et al, J. Elena: A Mediation Infrastructure for Educational Services. **Proc. of WWW Conference**. Budapest, Hungary, May 2003.
- TATAR, D., ROSCHELLE, J., VAHEY, P., WILLIAM, R. P. Handhelds go to school: Lessons Learned. **SRI International. Journal Computer**, september, 2004, 30-37
- YAMIN, A. C.; AUGUSTIN, I.; BARBOSA, J. L. V.; GEYER, C. F. R. ISAM: a Pervasive View in Distributed Mobile Computing. **IFIP/IEEE Network Control and Engineering (NET-CON'2002)**, 2002, Paris. New York: IEEE Press, 2002.