



UNILASALLE 
CENTRO UNIVERSITÁRIO LA SALLE
PRÓ-REITORIA ACADÊMICA

CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

**CONSCIÊNCIA DO CONTEXTO E DA MOBILIDADE DO APRENDIZ
EM UM AMBIENTE DE EDUCAÇÃO PERVASIVA**

CÁSSIA PEREIRA NINO

CANOAS, NOVEMBRO DE 2006.

CÁSSIA PEREIRA NINO

**CONSCIÊNCIA DO CONTEXTO E DA MOBILIDADE DO APRENDIZ
EM UM AMBIENTE DE EDUCAÇÃO PERVASIVA**

Trabalho de conclusão apresentado à banca examinadora do curso de Ciência da Computação do Centro Universitário La Salle - UNILASALLE, como exigência parcial para obtenção do grau de bacharel em Ciência da Computação, sob a orientação da professora Msc. Débora Nice Ferrari Barbosa.

CANOAS, NOVEMBRO DE 2006.

TERMO DE APROVAÇÃO

CÁSSIA PEREIRA NINO

**CONSCIÊNCIA DO CONTEXTO E DA MOBILIDADE DO APRENDIZ
EM UM AMBIENTE DE EDUCAÇÃO PERVASIVA**

Trabalho de conclusão aprovado como requisito parcial para obtenção do grau de bacharel do curso de Ciência da Computação do Centro Universitário La Salle – UNILASALLE, pela seguinte banca examinadora:

Prof. Msc. Javier García López
UNILASALLE

Prof. Msc. Marcos Ennes Barreto
UNILASALLE

Prof. Msc. Patrícia Beatriz de Macedo Vianna
UNILASALLE

Canoas, 7 de novembro de 2006.

AGRADECIMENTOS

Um trabalho nunca é feito por uma pessoa só, há uma verdadeira equipe de pessoas que está por trás de tudo isso, apoiando, ajudando direta ou indiretamente e encorajando a seguir em frente. Por isso agradeço:

à UNISINOS, através do professor Dr. Jorge Luis Victória Barbosa, e à UFRGS, através do professor Dr. Cláudio Geyer, por terem contribuído com recursos para a execução deste trabalho.

a todos colegas e amigos que fiz na graduação, amigos que já se formaram, que estão se formando e que um dia chegam lá!

a todos os professores do Unilasalle, que contribuíram enormemente na minha formação acadêmica, profissional e pessoal.

a Jader Marques da Silva, por ter abraçado junto a "causa GlobalEdu".

à Débora Nice Ferrari Barbosa, minha orientadora, professora, chefe, conselheira e amiga, meu muito obrigada por tudo!

a Luciano Cavalheiro da Silva, que por mesmo que não tivesse nada a ver diretamente com o "processo", me ajudou de maneira ímpar! Meus mais sinceros agradecimentos pela paciência e interesse.

a meus grandes amigos e irmãos do GE Tibiriçá, que mesmo eu estando ausente, sempre me apoiaram.

à minha família que me apoiou e aturou no ano mais corrido e complicado que eu tive. Não tenho palavras para expressar minha gratidão ao apoio incondicional de vocês!

e à Força Superior que rege tudo o que está a nossa volta.

RESUMO

A computação *Pervasiva* pode ser definida como a disponibilidade do poder computacional em qualquer lugar, tempo e com qualquer dispositivo. Para suportar esses aspectos, utiliza conceitos da computação Móvel, em Grade e da computação Consciente do Contexto. Uma aplicação consciente do contexto é aquela que se adapta ao usuário, fornecendo informações de acordo com o seu perfil e sua localização física, por exemplo. O uso da computação pervasiva na área educacional denomina-se educação pervasiva, onde o aprendiz recebe dados realmente pertinentes a ele, levando em consideração o seu contexto. Uma aplicação que atenda a estes requisitos estará contribuindo para uma aprendizagem mais significativa e disponível em qualquer lugar e tempo. Este trabalho propõe uma aplicação educacional pervasiva consciente do contexto e da mobilidade do aprendiz denominada U-inContext. Esta tem como objetivo auxiliar na avaliação do modelo de consciência do contexto e de mobilidade do aprendiz no ambiente de suporte à educação pervasiva GlobalEdu. Para isso, um protótipo do Agente Pedagógico - AP, proposto pelo ambiente também será desenvolvido. Assim, o U-inContext informa ao aprendiz questões de seu interesse em um determinado contexto, considerando se fazem parte dos seus interesses e/ou objetivos. Então, à medida que o aprendiz se move, vai acessando informações de contextos diferentes conforme seu perfil.

Palavras-chave: computação *Pervasiva*, educação *Pervasiva*, consciência do contexto.

ABSTRACT

The Pervasive computing can be defined as the availability of the computational power anywhere, anytime and with any device. To support these aspects, it uses concepts of the Mobile computing, Grids and Context Aware computing. A context aware application can adapt itself to the user, giving information according with his profile and his location, for example. The Pervasive computing applied to the education is called pervasive learning, where the learner receives data from the context that he is in. An application that can do it will contribute to learning available anywhere and anytime. This work presents a user's mobility and context aware pervasive educational application called U-inContext. It has as auxiliary objective in the evaluation of the learner's model of context aware and mobility in the GlobalEdu, a environment to support pervasive learning. For that, a prototype of the Pedagogic Agent - AP, proposed by GlobalEdu will be developed also. Thus, U-inContext informs to the learner data of his interest in a certain context, considering if it is part of their interests and/or objectives. Then, as the learner moves, he is going accessing information of different contexts according to his profile.

Keywords: pervasive computing, pervasive learning, context aware.

LISTA DE ABREVIATURAS

AP	Agente Pedagógico
ACP	Ambiente Computacional Pervasivo
EXEHDA	<i>Execution Environment for Highly Distributed Applications</i>
IDE	<i>Integrated Development Environment</i>
ISAM	Infra-estrutura de Suporte às Aplicações Móveis
JSE	<i>Java Standard Edition</i>
ME	Módulo Educacional
MS	Módulo de Suporte
PC	<i>Personal Computer</i>
PDA	<i>Personal Digital Assistant</i>
RFID	<i>Radio Frequency Identification</i>
RMI	<i>Remote Method Invocation</i>
UML	<i>Unified Modeling Language</i>
XML	<i>eXtensible Markup Language</i>

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Visão geral do ISAMpe	26
FIGURA 2: Arquitetura ISAM.....	26
FIGURA 3: Arquitetura do GlobalEdu	27
FIGURA 4: Arquitetura do Agente Pedagógico (AP) especificado pelo GlobalEdu	28
FIGURA 5: Integração GlobalEdu e ISAM	32
FIGURA 6: Integração da aplicação U-inContext	36
FIGURA 7: Diagrama de Caso de Uso – Comportamento do aprendiz	37
FIGURA 8: Diagrama de Caso de Uso – Comportamento da aplicação U-inContext ..	38
FIGURA 9: Classe Actions	39
FIGURA 10: Modelo de Comunicação do U-inContext	40
FIGURA 11: Diagrama de Seqüência – Aprendiz busca outros aprendizes	41
FIGURA 12: Diagrama de classes – U-inContext	42
FIGURA 13: Classes da <i>view</i> da aplicação	42
FIGURA 14: Pacote <i>globaleduInfos</i>	43
FIGURA 15: Tela inicial U-inContext – interface para PDA e desktop	46
FIGURA 16: Estrutura de pacotes – GlobalEdu	46
FIGURA 17: U-inContext – Aprendiz seleciona modo de visibilidade	47
FIGURA 18: Enviando mensagem para os MEs.....	47
FIGURA 19: Processamento interno do método <i>composeMessage</i> da classe <i>Actions</i> ..	48
FIGURA 20: Trecho do método <i>sendMessage</i> da classe <i>CommunicationImplAP</i>	49
FIGURA 21: Trecho do método <i>readResponse</i> da classe <i>Action</i>	49
FIGURA 22: Trecho do método <i>processMessage</i> da classe <i>CommunicationImplAP</i> ...	50
FIGURA 23: U-inContext – Tela principal – visão desktop e PDA	51

FIGURA 24: U-inContext – Visualização de um dado do contexto	52
FIGURA 25: U-inContext – Menu “Minhas informações”	52
FIGURA 26: U-inContext – Edição de informações do perfil do aprendiz	52
FIGURA 27: Diagrama de atividades do cenário integrando os dois trabalhos.....	57

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1: Modelo do perfil do aprendiz no GlobalEdu	30
QUADRO 2: Metadados das informações de contexto Social definidos pelo GlobalEdu	31
QUADRO 3: Modelo de Contexto Físico do GlobalEdu	31
QUADRO 4: Arquivo de inicialização da aplicação	54

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Comparativo entre os projetos estudados e a aplicação U-inContext	62
-------------------------------------------------------------------------------------------	----

SUMÁRIO

1. Introdução	11
1.1 Motivação	13
1.2 Objetivo	14
1.3 Metodologia da Pesquisa	15
1.4 Estrutura do Trabalho	16
2. Computação Pervasiva e Educação Pervasiva.....	18
2.1 Computação Pervasiva ou Computação Ubíqua?	18
2.2 Tecnologias da Computação Pervasiva	19
2.3 Computação Pervasiva Aplicada à Educação	21
2.4 Considerações sobre o capítulo	23
3. Projetos ISAM e GlobalEdu	24
3.1 GlobalEdu	26
3.2 Agente Pedagógico	27
3.3 Módulos Educacionais	29
3.4 Módulos de Suporte	31
3.5 Modelo de Execução	31
3.6 Considerações sobre o capítulo	32
4. Aplicação U-inContext	33
4.1 Abordagem Pedagógica.....	33
4.2 Informações gerais.....	35
4.3 Modelagem	35
4.4 Considerações sobre o capítulo	43
5. Implementação	44
5.1 O desenvolvimento do Protótipo da Aplicação	44
5.2 O ISAM e a integração com o Protótipo	51
5.3 A integração com o protótipo do Módulo Educacional Gerencia Contexto.....	54
5.3 Avaliação	56
5.4 Considerações sobre o capítulo	58
6. Trabalhos Relacionados	59
6.1 Considerações sobre o capítulo	62
7. Considerações Finais	63
7.1 Contribuições	63
7.2 Limitações e Dificuldades encontradas	63
7.3 Trabalhos futuros	64
Referências	65
APÊNDICE A – Guia de instalação e configuração do GRADEp.....	70
APÊNDICE B – Classe <i>Performatives</i> utilizada pelo GlobalEdu	73
APÊNDICE C – Metodologia e instrumento para avaliação	75
ANEXO A – Perfis de execução dos serviços do GRADEp	77

1 INTRODUÇÃO

Thinking is more interesting than knowing, but less interesting than looking
- Johann Wolfgang von Goethe

De acordo com Weiser (1996), podemos notar três grandes tendências cronológicas de relacionamentos entre usuários e o poder computacional que eles manipulam. A primeira grande tendência é a era do *Mainframe*, onde várias pessoas compartilhavam somente um computador. A próxima tendência é a dos PCs (*Personal Computers*), onde cada um possui seu próprio computador, e não existe um compartilhamento de dados ou de poder computacional. Seguida a esta era, existe na verdade uma transição, onde entram em cena a Internet e os conceitos de computação distribuída. Nesta transição, no qual estamos fazendo parte, tanto dados quanto poder computacional podem ser compartilhados, há uma junção das eras anteriores. E por fim, a última tendência é a computação Ubíqua, que ainda não é totalmente realidade, porém, segundo Weiser ainda, em um futuro muito próximo o será. Na era da computação Ubíqua conectividade e integração de dispositivos serão as características mais desejadas (WEISER, 1996).

Surge, portanto, um “degrau” computacional para dar suporte à computação Ubíqua – a computação *Pervasiva* (*Pervasive Computing*) (SATYANARAYANAN, 2001). Esta é um conceito novo ainda, mas cada vez mais assistimos a um crescimento de interesse por esse paradigma, tanto na universidade quanto na indústria. Porém, em função de ser um conceito recente, sua definição ainda não é consenso na comunidade científica. Alguns autores consideram computação *Pervasiva* como sinônimo de computação Ubíqua (*Ubiquitous Computing*), termo descrito por Weiser (1991). Este trabalho segue a proposta de Augustin (2004), que considera a computação *Pervasiva* como a disponibilidade do poder computacional em qualquer lugar, em qualquer tempo e com qualquer dispositivo. Segundo a pesquisadora, “o termo *pervasivo* não existe na língua portuguesa. Alguns pesquisadores propõem a tradução para ubíquo”. Porém, Augustin considera esta tradução inadequada: “na

literatura existem os dois termos *Ubiquitous Computing* e *Pervasive Computing*. Pode-se dizer que a *Pervasive Computing*, associada a outras tecnologias como a computação de vestir (*Wearable Computing*) e redes inteligentes convergirá para a *Ubiquitous Computing*". A computação Ubíqua pode não ser uma realidade hoje, porém a computação *Pervasiva* já está presente em diversos projetos de pesquisa, tais como o Aura (GARLAN, 2002), Gaia (ROMAN, 2002) e ISAM (AUGUSTIN, YAMIN, 2004).

A computação *Pervasiva* envolve a computação móvel, em grade e ainda conceitos de computação consciente do contexto (*context-aware computing*)¹. Um dos principais objetivos de uma aplicação desse tipo, por exemplo, é atender a diversos usuários, diferenciando-os através de perfis e fornecendo informações pertinentes a ele levando em consideração o ambiente físico em que ele se encontra no momento (localização) (SYVÄNEN, 2005).

Com o desenvolvimento da Informática e a disseminação das tecnologias afins, o acesso à informação tornou-se facilitado. Utilizando-se de recursos como a Internet, é possível incrementar o aprendizado e a interação entre os sujeitos, potencializando os processos de ensino e de aprendizagem. Os recentes avanços tecnológicos, em especial na área da computação e de redes de interconexão móveis, vêm permitindo que os ambientes virtuais de educação considerem a mobilidade do aprendiz e seu contexto como elementos do processo educativo. Mas isso só será possível se os ambientes virtuais de educação tiverem a seu alcance recursos computacionais para suporte, como a computação móvel, consciente do contexto e *Pervasiva*, destacada anteriormente.

Estamos caminhando para uma realidade onde cada vez mais o mundo será móvel, computacionalmente falando. O uso de dispositivos móveis é inserido no contexto educacional, caracterizando o *mobile learning* ou *m-learning*. Este pode ser entendido como qualquer atividade de ensino e aprendizagem desenvolvida através de ferramentas móveis ou em um contexto onde equipamentos móveis são utilizados (ROSHELLE, 2002). Surge então, a necessidade das aplicações educacionais considerarem a mobilidade do aprendiz e a possibilidade de acesso a recursos educacionais portando dispositivos móveis. Assim, a adaptação deve ser um aspecto importante a ser considerado. Além disso, o processo educacional não se dá mais de forma fechada, fixa, e o desenvolvimento tecnológico vem permitindo que o ambiente em torno do aprendiz seja percebido e seus elementos usados para auxiliar sua aprendizagem.

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

Com isso, as possibilidades oriundas dos novos modelos computacionais, tais como a computação móvel, consciente de contexto e consciente da localização, são tema de pesquisas atuais no cenário educacional: (FAGERBERG, 2002), (ROSCELLE, 2002), (COATTA, 2003), (DAGGER, 2003) (TATAR, 2003), (TOIVONEN, 2003) (PRICE, 2004) e (ROGERS, 2005). Assim, esses trabalhos utilizam técnicas e modelos já estabelecidos pelos sistemas virtuais de auxílio a aprendizagem (como os sistemas de Educação a Distância), indo em direção a sistemas que suportem processos educacionais em qualquer lugar, a qualquer tempo, de forma integrada ao dia-a-dia do aprendiz - a Educação *Pervasiva*.

1.1 Motivação

Este novo cenário computacional, envolvendo a Computação *Pervasiva* traz impacto em diversas áreas, inclusive na Educação. Alguns trabalhos vêm sendo propostos, como por exemplo JAPELAS (OGATA, 2004) e GlobalEdu (*Global Education*) (BARBOSA, 2005a, BARBOSA, 2006c, BARBOSA, 2006d) , onde a mobilidade do aprendiz e seu contexto são considerados como elementos do processo educativo. Conforme Barbosa (BARBOSA, 2006a), é necessário que o ambiente educacional suporte estes aspectos, adaptando os recursos e levando em consideração a dinamicidade em que eles se alteram, de forma continuada e transparente. A educação neste cenário é dita *pervasiva – pervasive learning*.

Para exemplificar o comportamento de uma aplicação educacional *Pervasiva*, tomemos como exemplo um cenário. Este se passa em um Campus Universitário, que possui uma área de acesso à Internet provida por uma rede sem fio, e ainda uma aplicação educacional consciente do contexto.

“Luna é uma estudante do curso de Ciência da Computação do Unilasalle. Ela está se dirigindo à entrada secundária do Campus para ir até a biblioteca a fim de estudar Algoritmos com seus colegas. Assim que entra na Instituição, ela recebe em seu PDA (Personal Digital Assistant) informações de eventos que estão ocorrendo na Universidade e que são de seu interesse.

Dentre os eventos, Luna toma conhecimento de que existe na Universidade a monitoria da disciplina de Algoritmos. Então ela decide solicitar mais informações sobre o evento, como local e data.

No caminho, Luna passa pelo prédio da Administração do Unilasalle. A aplicação a avisa que o professor da disciplina de Algoritmos estará na sala dos professores em 30 minutos.

Ao chegar na biblioteca, Luna é avisada pelo sistema onde estão os livros sobre Algoritmos sugeridos no material que ela está estudando, e ainda que seus colegas já estão no ambiente. Durante a execução dos exercícios os alunos ficam em dúvida em uma questão, mas neste instante a aplicação avisa que o professor de Algoritmos acaba de chegar ao Unilasalle, dando oportunidade a eles de tirarem suas dúvidas diretamente com o professor.”

Neste exemplo simples, podemos levantar algumas questões:

- Como poderemos obter informações do contexto ao qual um aprendiz encontra-se?
- Como saberemos quais informações são relevantes para o aprendiz a fim de mostrar para ele somente o que lhe interessa?
- Como lhe dar informações pertinentes ao local onde ele se encontra?
- Como apresentar as informações ao aprendiz, sendo que este pode estar utilizando diversos tipos de dispositivos?

O GlobalEdu propõe uma infra-estrutura para suporte a processos educacionais no cenário da computação *Pervasiva* que visa responder a essas questões. Este modelo integra-se a um ambiente de suporte a aplicações da computação *Pervasiva*, denominado ISAM (AUGUSTIN, 2004) (YAMIN, 2004). O GlobalEdu descreve um *Agente Pedagógico* (AP) e um conjunto de *Módulos Educacionais* (MEs) e *Módulos de Suporte* (MSs). Os serviços permitem conhecer aprendiz no ambiente *Pervasivo* através de seu modelo ou perfil, gerenciar seu acesso a conteúdos didáticos e adaptação ao contexto.

1.2 Objetivo

Este trabalho insere-se no projeto GlobalEdu no sentido de avaliar o modelo de consciência do contexto e o suporte à mobilidade do aprendiz que ele propõe. Assim, tem-se como objetivo geral implementar e avaliar este modelo em um cenário real *Pervasivo*.

Para isso, avalia-se um conjunto de funcionalidades do GlobalEdu, a partir da modelagem e implementação de um protótipo de uma aplicação educacional consciente do contexto e da mobilidade do aprendiz, fazendo uso dos modelos de agentes e módulos descritos pelo projeto.

O protótipo proposto e desenvolvido, a aplicação U-inContext, contempla algumas das características propostas pelo GlobalEdu para o Agente Pedagógico (AP) e sua avaliação se dará através de sua aplicação em um cenário previamente descrito. Para esta avaliação ainda,

foram desenvolvidos alguns elementos do ambiente aos quais serão incorporados na aplicação proposta nesse trabalho.

Ainda tem-se como objetivo realizar a integração do protótipo com o Módulo Gerencia Contexto do GlobalEdu, que está sendo desenvolvido paralelamente em um outro trabalho também em andamento (SILVA, 2006).

1.3 Metodologia da Pesquisa

Para execução deste trabalho, foi realizado um estudo do referencial teórico, de forma a situar a autora nos aspectos relacionados à computação *Pervasiva*, porém, com uma ênfase maior nos aspectos que dizem respeito à aplicações conscientes do contexto e da mobilidade. Desta forma, foi dada uma maior atenção aos artigos e teses dos autores dos projetos ISAM (AUGUSTIN, 2004), EXEHDA (YAMIN, 2004) e GlobalEdu (BARBOSA, 2005a, BARBOSA, 2006c, BARBOSA, 2006d). , visto que o modelo proposto neste trabalho integra-se diretamente aos projetos citados.

Além disso, foram estudados os trabalhos apresentados em (OGATA, 2004), (LONSDALE, 2005), (NAISMITH, 2005a, NAISMITH, 2005b) e (ROGERS, 2005) que apresentam aplicações conscientes do contexto e da mobilidade do aprendiz. O sistema JAPELAS (OGATA, 2004), por exemplo, explora a consciência do contexto no qual o aprendiz está inserido. O objetivo deste projeto é auxiliar estudantes estrangeiros a aprenderem expressões de tratamento em japonês, utilizando-se de dispositivos móveis. Lonsdale (LONSDALE, 2005) também relata um sistema no qual faz uso da consciência do contexto, que foi aplicado numa galeria de arte. Os visitantes vão recebendo informações das obras que estão vendo à medida que se movem pela galeria através de seus *smart phones*. Também recebem sugestões de visitas a outras obras que possuem ligações com o que estão visualizando no momento. O sistema CAERUS (NAISMITH, 2005a, NAISMITH, 2005b) também é uma aplicação consciente do contexto, que possui objetivos educacionais. Ele é executado no dispositivo móvel do usuário e mostra para ele informações de lugares próximos a ele, de acordo com sua posição física. O usuário ainda pode visualizar sua posição dentro de um mapa do local que ele está. Já a pesquisa apresentada por (ROGERS, 2005) relata uma experiência realizada com crianças em ambientes abertos e fechados. Portando dispositivos móveis, elas têm a possibilidade de interagir com objetos no espaço em que estão, obtendo informações sobre os mesmos, e ainda podem receber informações do ambiente de acordo

com sua posição física. Esses trabalhos serão comparados ao trabalho aqui proposto, identificando suas contribuições.

A partir dos estudos realizados, a modelagem da aplicação foi proposta, bem como o protótipo do Agente Pedagógico (AP), especificado pelo GlobalEdu. Para isto, foram desenvolvidos diagramas nos padrões da UML (*Unified Modeling Language*) (UML, 2006). Nos diagramas são descritas as principais tarefas realizadas pelo aprendiz e o comportamento da aplicação, integrando-se ao GlobalEdu e ao ISAM.

A partir disso, a aplicação U-inContext é desenvolvida através de um protótipo e o trabalho é avaliado em um cenário feito a partir do descrito na seção 1.1.

A avaliação, por sua vez, vai envolver um ambiente real de aplicação, envolvendo 3 aprendizes movimentando-se no campus do Unilasalle. Um questionário será aplicado para captar a percepção da aplicação junto a esses usuários, através de uma análise qualitativa desses dados.

1.4 Estrutura do Trabalho

Este trabalho é constituído por uma Introdução e mais seis capítulos, sendo estes estruturados da seguinte forma:

CAPÍTULO 2: Computação *Pervasiva*. Este capítulo apresenta uma breve descrição do conceito de computação *Pervasiva*, as tecnologias envolvidas neste paradigma e ainda a aplicação desta na área educacional.

CAPÍTULO 3: Projetos ISAM e GlobalEdu. O capítulo 3 apresenta e descreve os projetos ISAM e GlobalEdu, já que o presente trabalho está diretamente ligado a estes.

CAPÍTULO 4: Aplicação U-inContext. O quarto capítulo introduz a aplicação U-inContext, que é o protótipo proposto e desenvolvido por este trabalho. São descritas as principais características da aplicação bem como sua modelagem.

CAPÍTULO 5: Implementação. Este capítulo aborda a metodologia da implementação do trabalho, tanto do protótipo quanto sobre o ambiente de execução, e ainda sua avaliação em um cenário previamente definido.

CAPÍTULO 6: Trabalhos Relacionados. O sexto capítulo mostra alguns trabalhos relacionados e ainda uma comparação destes com o presente trabalho.

CAPÍTULO 7: Considerações Finais. Por fim, o capítulo sete tem como objetivo apresentar conclusões, limitações e trabalhos futuros relacionados a este trabalho.

2 COMPUTAÇÃO PERVASIVA E EDUCAÇÃO PERVASIVA

The educated do not share a common body of information, but a common state of mind.
- **Mason Cooley**

A computação *Pervasiva* (*Pervasive Computing*) (SATYANARAYANAN, 2001) é um conceito novo, e assistimos cada vez mais a um crescimento de interesse por esse paradigma, tanto no meio acadêmico quanto empresarial. Mas, como já foi dito, não há ainda um consenso na comunidade científica sobre o seu conceito. Alguns autores consideram ainda a computação *Pervasiva* como sinônimo de computação ubíqua (*Ubiquitous Computing*), termo descrito por (WEISER, 1991).

2.1 Computação *Pervasiva* ou Computação Ubíqua?

Weiser introduziu o termo e conceito de computação Ubíqua quando descreveu cenários onde a computação está em todo o lugar e a tecnologia é tão comum e usual que torna-se totalmente transparente para o usuário (WEISER, 1991). A idéia não é possuir um dispositivo móvel que possa ser levado para onde quiser, mas sim, que haja uma integração entre os vários dispositivos computacionais, que já estariam em todo o lugar. E para que isso aconteça, é necessária uma grande integração entre os vários periféricos envolvidos. É interessante observar ainda que Weiser não enfatiza o grande poder computacional destes periféricos, o principal aqui é a conectividade entre eles.

De acordo com este paradigma ainda, a interação entre pessoas e computadores é tão facilitada (através de comandos de voz, gestos ou contato direto, por exemplo) que o usuário nem percebe que está utilizando computadores no seu dia-a-dia. A computação Ubíqua, na verdade, não irá permitir novas funcionalidades, mas sim, tornar tudo mais rápido e fácil de ser feito (WEISER, 1991).

Com estes pontos, pode-se observar algumas diferenças entre os conceitos de computação *Pervasiva* e Ubíqua. Segundo Augustin (AUGUSTIN, 2004), a computação *Pervasiva*, irá compor um cenário ubíquo em associação com outras tecnologias, como a computação de vestir (*Wearable Computing*). Assim, pode-se considerar a computação *Pervasiva* como uma das propriedades da computação Ubíqua.

Se pensarmos nas tecnologias envolvidas no processo, hoje a Computação Ubíqua é viável, porém ainda não é uma realidade. Isso porque a complexidade total de todos os elementos necessários pra compor um cenário ubíquo é maior do que as de suas partes (SATYANARAYANAN, 2001). Além disso, os sistemas atuais ainda exigem um bom índice de interação com os usuários. Na computação ubíqua, essa interação será transparente.

Contudo, a computação *Pervasiva* já é fato e está presente em diversos projetos de pesquisa, tais como o Aura (GARLAN, 2002), Gaia (ROMAN, 2002) e ISAM (AUGUSTIN, YAMIN, 2004).

Este trabalho segue a proposta de (AUGUSTIN, 2004), que considera a computação *Pervasiva* como a disponibilidade do poder computacional em qualquer lugar, em qualquer tempo e com qualquer dispositivo. Segundo (AUGUSTIN, 2004), “o termo *pervasivo* não existe na língua portuguesa. Alguns pesquisadores propõem a tradução para ubíquo”. Porém, a pesquisadora considera esta tradução inadequada: “na literatura existem os dois termos *Ubiquitous Computing* e *Pervasive Computing*. Pode-se dizer que a *Pervasive Computing*, associada a outras tecnologias como a computação de vestir (*Wearable Computing*) e redes inteligentes convergirá para a *Ubiquitous Computing*”.

2.2 Tecnologias da Computação *Pervasiva*

De acordo com o paradigma da computação *Pervasiva*, o usuário utiliza seu dispositivo como um meio de acesso a seu ambiente computacional e não somente como um repositório de dados e aplicativos (SAHA, 2003). E para que um sistema esteja disponível, não importa onde o usuário estiver, o suporte a mobilidade é fator essencial. Segundo (SATYANARAYANAN, 2001), a computação *Pervasiva* integra a computação em grade (FOSTER, 2001), móvel (SATYANARAYANAN, 1996), consciente da localização (HIGHTOWER, 2001) e do contexto (CHEN, 2003). Percebe-se que os projetos acima citados abordam esses aspectos.

A computação móvel tem como propriedades: portabilidade, conectividade e mobilidade (AUGUSTIN, 2004). Com isso, garantimos que o usuário possa se deslocar levando seu dispositivo e ainda manter seu ambiente computacional. A computação Móvel consiste em um novo modelo computacional oriundo das tecnologias de rede sem fio (*wireless*) e sistemas distribuídos. A produção de software no ambiente móvel é complexa. Seus componentes são variáveis no tempo e no espaço em termos de conectividade, portabilidade e mobilidade. A mobilidade, aliada à difusão da comunicação sem fio, permite que serviços computacionais possam ser disponibilizados em contextos específicos.

A computação em grade (FOSTER, 2001) permite o acesso a aplicações distribuídas. Este tipo de infra-estrutura provê acesso a qualquer tipo de recurso, com isso, possuindo essa característica de suporte à heterogeneidade de recursos.

E é justamente da união de elementos desses dois campos, que possibilita que a computação *Pervasiva* possa prover uma semântica siga-me (*follow-me*) de execução das aplicações (YAMIN, 2004).

A computação consciente do contexto (*context-aware computing*) é um dos principais elementos de suporte a computação *Pervasiva* também. Um dos principais objetivos de uma aplicação consciente do contexto é atender a diversos usuários, diferenciando-os através de perfis, e fornecendo informações pertinentes a ele levando em consideração o ambiente físico em que ele se encontra no momento (localização) (SYVÄNEN, 2005). Pode-se dizer que a computação *Pervasiva* tem como característica a consciência do contexto.

A consciência do contexto pode ser implementada como resultado da combinação de dados como a localização do usuário e suas preferências (NAISMITH, 2004). Esse modelo computacional, denominado de Consciente do Contexto, se beneficia do uso de informações contextuais para aprimorar a interação com seus usuários. Uma dessas informações é a localização do usuário, fator importante para determinar a sua mobilidade. Os sistemas de localização estão viabilizando o desenvolvimento de sistemas conscientes da posição física do usuário (Computação Consciente da Localização). Assim, aplicações podem explorar tanto informações explícitas fornecidas pelo sistema, como também informações implícitas provenientes do contexto físico e computacional do ambiente e seus usuários. Dessa forma, essas tecnologias vêm permitindo o desenvolvimento de sistemas *pervasivos* conscientes da localização do usuário e da situação onde estão inseridos (contexto), tirando vantagem desta informação para configurar-se dinamicamente de um modo distribuído, adaptando-se as necessidades do usuário.

2.3 Computação *Pervasiva* Aplicada à Educação

Segundo Barbosa (2006b), a Internet, em especial, vem revolucionando as formas de ensinar e de aprender e possibilitando que a informação seja disponibilizada de acordo com o interesse de cada indivíduo. Segundo a pesquisadora: “em função disso, identificar a informação necessária e o momento apropriado para sua manipulação é o grande desafio das tecnologias que apóiam processos educacionais. Esse aspecto não é uma tarefa fácil, considerando que novas informações são geradas a cada instante e disseminadas de forma ampla e imediata. As possibilidades trazidas pelas tecnologias interativas potencializam a interação como instrumento para construção do conhecimento”. Para Barbosa, nesse ambiente o indivíduo não é mais o elemento passivo do processo educacional, somente recebendo informação. O indivíduo “tem agora a possibilidade de ser ativo, interagindo com a informação e com outros indivíduos, de forma a construir seu próprio conhecimento” (BARBOSA, 2006b).

Assim, é possível desenvolver processos educativos, enfatizando a construção e a socialização do conhecimento. Nesse cenário, qualquer pessoa, independente do tempo e do espaço, pode tornar-se agente de sua aprendizagem. Para Barbosa ainda (2006b), “isso é possível devido ao uso de materiais diferenciados e meios de comunicação que permitam a interatividade e o trabalho colaborativo e cooperativo”.

Observa-se, portanto, que estas novas tecnologias quando usadas para apoiar processos de ensino e de aprendizagem, seguem em direção a um cenário onde o aprender realmente será possível de forma contínua e contextualizada. A educação neste cenário é chamada de Educação *Pervasiva* (*Pervasive Learning* ou *p-learning*). Nesta perspectiva, os ambientes virtuais de educação devem suportar processos educacionais relacionados com a situação que envolve o aprendiz (consciência do contexto). O contexto muda em função da sua mobilidade, devendo o processo educacional se adaptar a estes aspectos. A educação neste caso é dinâmica e os recursos educacionais são acessados de acordo com o perfil e o contexto onde se encontra o aprendiz (BARBOSA, 2006b).

Dentro deste cenário podemos citar alguns trabalhos que vêm sendo propostos, como por exemplo JAPÉLAS (OGATA, 2004) e GlobalEdu (BARBOSA, 2005a, BARBOSA, 2006c, BARBOSA, 2006d), onde a mobilidade do aprendiz e seu contexto são considerados como elementos do processo educativo. Conforme Barbosa (BARBOSA, 2006a), é necessário que o ambiente educacional suporte estes aspectos, adaptando os recursos e levando em

consideração a dinamicidade em que eles se alteram, de forma continuada e transparente, assim a educação neste cenário pode ser chamada de *Pervasiva*.

De acordo com Goodyear (2000), um dos pontos que deve-se levar em consideração ao falar de educação integrada à tecnologia é o fato de o aprendiz poder criar seu próprio espaço de aprendizado, configurando-o de acordo com os recursos disponíveis a ele, de forma que torne o aprendizado mais confortável e eficiente, pois estará de acordo com suas necessidades (GOODYEAR, 2000). Neste caso a computação *Pervasiva* tem muito a acrescentar, pois um cenário *pervasivo* possui todos os elementos que tornam esta opção possível ao usuário. Esta é mais uma situação onde pode ser aplicada a Educação *Pervasiva* com sucesso. Mas, segundo Barbosa (2006a), “faltam modelos que permitam o aprendizado em qualquer tempo e lugar, levando em consideração os recursos computacionais ou não-computacionais presentes no local onde o aprendiz se encontra e os dispositivos de acesso usados por ele”.

Conforme Barbosa (2006b), a computação *Pervasiva* dará o suporte necessário ao desenvolvimento de ambientes educacionais *Pervativos*. Com isso, os ambientes virtuais de educação terão a sua disposição mecanismos computacionais pró-ativos que possibilitem a educação consciente do contexto, considerando a mobilidade do aprendiz e o uso de diversos dispositivos de acesso. O ambiente educacional deve preocupar-se ainda em adaptar os recursos, levando em consideração a dinamicidade em que eles se alteram, de forma contínua e transparente, com foco no auxílio à aprendizagem.

Para isso, a consciência do contexto e da mobilidade do aprendiz tem um papel fundamental. Ao apresentar informações sensíveis ao contexto para o aprendiz, este poderá estabelecer uma relação maior dos dados recebidos com o espaço que o cerca (OPPERMANN, 1999). Com isso, ele estará mais próximo do contexto em que se encontra. O objetivo é que o dispositivo no qual o aprendiz esteja utilizando sirva como um guia e não que seja o foco do processo de aprendizagem. (NAISMITH, 2004). O foco é a sua mobilidade. Ela que vai dar subsídios para adaptação dos processos educacionais.

Para Barbosa (2006b) uma aplicação educacional consciente do contexto deve definir e analisar os aspectos de contexto sob o ponto de vista educacional. Isto é, “os elementos relacionados com localização, dispositivos, atividades, recursos, etc, devem ser considerados como integrantes e potencializadores do processo educativo, auxiliando o aprendiz a perceber os elementos que estão a sua volta” (BARBOSA, 2006b).

A consciência do contexto no apoio aos processos educacionais é recente. O trabalho apresentado em Toivonen (2003) destaca a adaptação do conteúdo e de mensagens em função do contexto dos usuários móveis. O contexto, neste caso, representa informações relacionadas

à descrição de tempo (dia, noite), localização, aspectos sociais (características do grupo) e características dos dispositivos (TOIVONEN, 2003). O trabalho de Ogata e Yano (2004) apresenta uma aplicação de auxílio à aprendizagem da língua japonesa denominada TANGO (*Tag Added learninG Objects*) (OGATA, 2004). O sistema permite que, objetos pertencentes ao local onde o aluno se encontra (contexto), sejam relacionados às palavras que os descrevem. E, através de dispositivos móveis ou fixos, o aluno pode acessar a descrição do objeto, outros alunos ou inferir questões ao sistema. Com isto, conforme o trabalho, também é possível aproximar alunos com mesmas características ou que possam se auxiliar mutuamente. Segundo o trabalho ainda, um *Knowledge Awareness Map* (KAM) permite a visualização dos elementos presentes no contexto, auxiliando os estudantes a reconhecer e procurar recursos e colaboradores em um espaço compartilhado de conhecimento.

Esses trabalhos consideram um domínio controlado, específico. Isto é, não consideram um cenário onde o sistema possa ser acessado de forma global. Segundo Barbosa (2006a), em função disto, nota-se a necessidade do ambiente computacional dar suporte à possibilidade de acesso global e estar “integrado” ao ambiente do usuário. Neste ponto, entra em cena a computação *Pervasiva*, sustentando estes aspectos.

Assim, surge a proposta do GlobalEdu (BARBOSA, 2005a, BARBOSA, 2006c, BARBOSA, 2006d) e sua integração com o ISAM (AUGUSTIN, YAMIN, 2004), mais especificamente com o ambiente de execução EXEHDA (YAMIN, 2004) que faz parte do projeto ISAM. Visto que este trabalho está inserido nesses dois projetos, eles serão brevemente abordados no capítulo a seguir.

2.4 Considerações sobre o capítulo

Este capítulo apresentou o embasamento teórico importante para situar a área tema deste trabalho: a educação *Pervasiva*. Para isso, as tecnologias que suportam o ambiente computacional *Pervasivo* foram abordadas, bem como as questões e trabalhos inseridos no tema da educação *pervasiva*.

Considerando que este trabalho está inserido em dois outros projetos, o próximo capítulo apresenta uma visão deles, a saber: ISAM e GlobalEdu.

3 PROJETOS ISAM E GLOBALEDU

Knowledge is of no value unless you put it into practice.
- Anton Chekhov

O GlobalEdu tem como objetivo suportar a Educação *Pervasiva*, considerando um ambiente de suporte a execução de aplicações *Pervasivas*. Para isto, é proposta uma arquitetura de suporte ao ensino e aprendizagem no ambiente utilizado. Neste trabalho, considera-se o GlobalEdu integrado ao ambiente pervasivo em escala global ISAM (AUGUSTIN, YAMIN, 2004).

O projeto ISAM (Infra-estrutura de Suporte às Aplicações Móveis) tem como proposta fornecer uma infra-estrutura tanto para a construção quanto execução de aplicações *Pervasivas* (AUGUSTIN, 2004), também são tratados aspectos relativos ao suporte de linguagem, ferramenta de programação e *middleware* de execução para o paradigma da computação *Pervasiva*.

O ambiente pervasivo definido pelo ISAM é denominado ISAMpe (ISAM *Pervasive Environment*) e sua estrutura pode ser observada na figura 1.

O ambiente pervasivo é composto por três abstrações básicas (YAMIN, 2004):

- **EXEHDACell**: representa a área de atuação da EXEHDABase. Uma célula pode ser definida como um espaço geográfico que é atendida por uma EXEHDABase. Ela é composta por EXEHDANodes, que são a representação dos usuários e dispositivos que utilizam os serviços naquele espaço.
- **EXEHDABase**: concentra todos os serviços providos pelo ISAMpe, através de seu ambiente de execução. Logicamente, pode-se considerar uma EXEHDABase única para cada EXEHDACell, porém, em função de aspectos de escalabilidade, os serviços podem estar distribuídos em mais de uma EXEHDABase.

- **EXEHDAnode**: é a representação de todos os dispositivos que estão executando aplicações *Pervasivas* dentro do ambiente. Tem como característica, entre outras, a mobilidade, pois podem mover-se entre EXEHDACells.

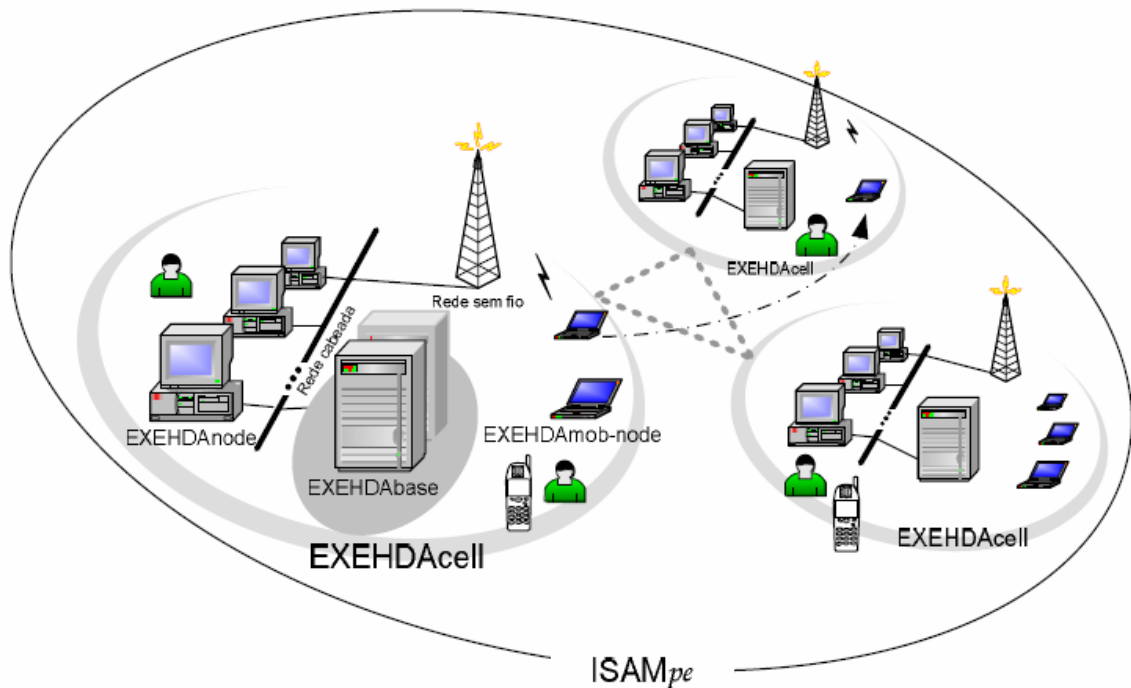


Figura 1: Visão geral do ISAMpe

Fonte: (AUGUSTIN, 2004)

Na figura 2 é possível observar a arquitetura do ISAM.

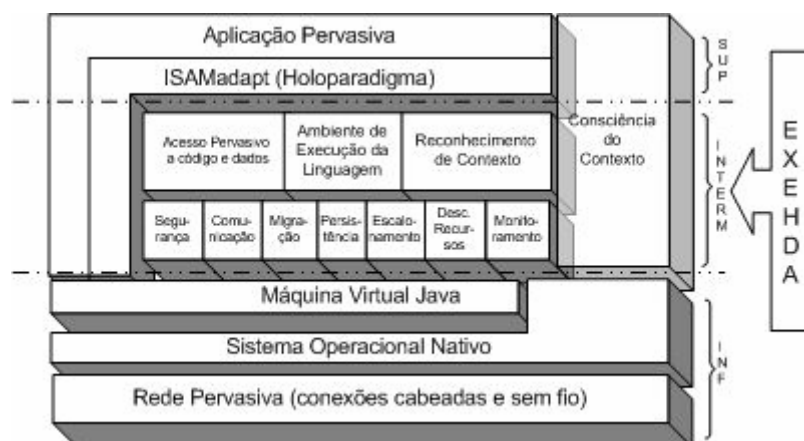


Figura 2: Arquitetura ISAM

Fonte: (AUGUSTIN, 2004)

Na camada inferior, estão presentes os elementos que suportam a execução dos serviços providos pelo ISAM, como o Sistema Operacional e aspectos relativos a hardware de rede.

A camada intermediária contém todos os serviços contemplados pelo *middleware* de execução, denominado EXEHDA (YAMIN, 2004). Este *middleware* fornece as funcionalidades básicas para o primeiro nível como, por exemplo, persistência de dados, migração de código, mecanismos de comunicação, entre outros.

O presente trabalho está localizado na camada superior desta estrutura, sendo considerado uma aplicação para o ISAM. Para que isso ocorra, foram utilizados também alguns dos serviços providos pelo EXEHDA, sendo os principais:

- Serviço *Cell Information Base* (CIB): responsável pelas informações referentes aos recursos utilizados no ambiente.
- Serviço *Worb*: trata de aspectos relativos à comunicação entre as aplicações que estão no ambiente.

3.1 GlobalEdu

Utilizando-se de um ambiente de execução, o GlobalEdu tem como objetivo suportar aplicações educacionais *Pervasivas* em escala global. Para isto, o GlobalEdu especifica dois componentes: um Agente Pedagógico (AP) e os Módulos Educacionais (ME's) e de Suporte, os quais integram-se a um *middleware* de execução (Figura 3) (BARBOSA, 2006c), neste caso, o *middleware* EXEHDA.

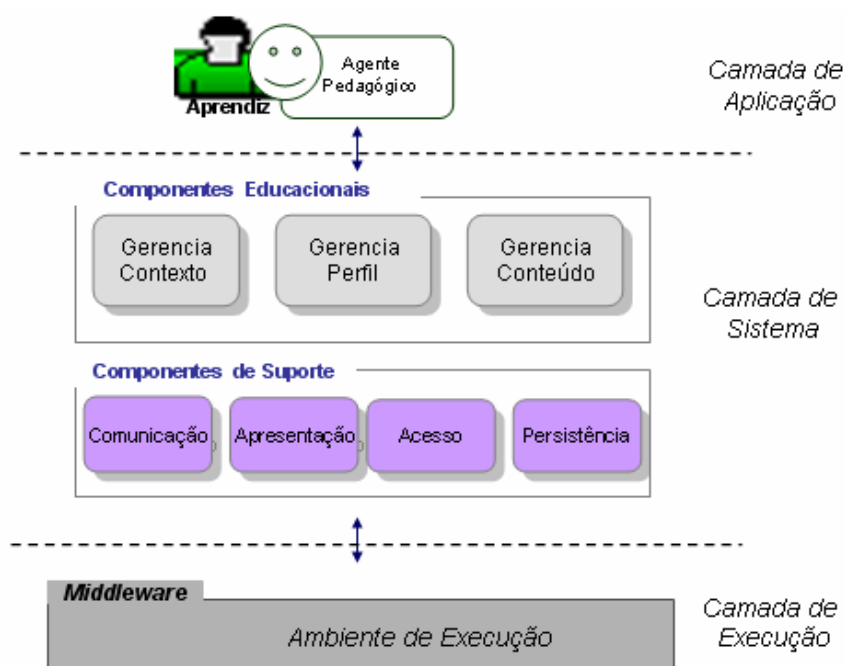


Figura 3: Arquitetura do GlobalEdu

Fonte: (BARBOSA, 2006c)

3.2 Agente Pedagógico

O Agente Pedagógico (AP) é uma entidade que está sempre com o aprendiz, acompanhando-o no dispositivo em que ele está. Este agente tem como características e funcionalidades (BARBOSA, 2006d):

- Possui mobilidade, pois deve estar sempre acompanhando o aprendiz, não importa o dispositivo que ele esteja utilizando.
- Adaptabilidade ao dispositivo que o usuário usa.
- Realiza a interface entre o aprendiz e os serviços que o GlobalEdu disponibiliza.
- Conhece o perfil do aprendiz e o contexto no qual ele está inserido, com o auxílio de informações fornecidas pelos Módulos Educacionais (MEs).
- Interage com os demais aprendizes, através de seus APs ,que encontram-se no mesmo contexto que ele.
- Possui autonomia, ou seja, executa tarefas sem a intervenção direta do aprendiz.

A arquitetura do AP pode ser vista na figura abaixo (figura 4):

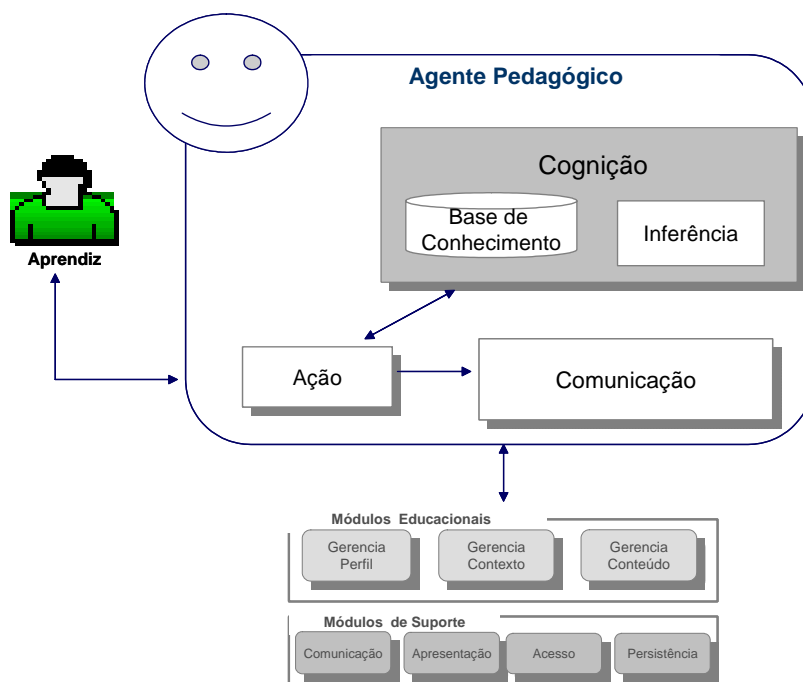


Figura 4: Arquitetura do Agente Pedagógico (AP) especificada pelo GlobalEdu

Fonte: (BARBOSA, 2006c)

O módulo de cognição contém uma base de conhecimento que representa o perfil do aprendiz, o seu modelo de conteúdo (objetos de aprendizagem sendo manipulados) e seu modelo de contexto social. Além disso, contém o status do aprendiz no momento (desconectado, invisível, disponível e indisponível). Este módulo é responsável por realizar inferências a partir de eventos oriundos do Módulo de Comunicação. A partir disso, as informações da base de conhecimento são manipuladas e ações são determinadas, considerando os objetivos do agente. O módulo de inferência é responsável por determinar as ações que devem ser executadas pelo AP, a partir do seu modelo e das mensagens recebidas do módulo de comunicação (percepções). Assim, esse módulo é responsável por definir como o agente atende a um determinado estímulo. Basicamente, esse módulo tem a capacidade de definir as ações responsáveis pela atualização do modelo do aprendiz, interagir com outros APs, gerenciar a apresentação dos objetos educacionais, dentre outros (BARBOSA, 2006c).

As ações do AP representam as capacidades que o agente possui para atender o aprendiz no ambiente *pervasivo*. O conjunto de ações a serem executadas é definido pelo mecanismo de cognição do agente e dizem respeito à manipulação do perfil e do contexto do aprendiz, bem como do conteúdo por ele manipulado.

A comunicação entre o AP e os demais elementos do ambiente dá-se via de troca de mensagens. O formato da mensagem segue o protocolo estabelecido pelo GlobalEdu para comunicação entre seus elementos (BARBOSA, 2006d).

3.3 Módulos Educacionais

Os Módulos Educacionais (ME's), segundo (BARBOSA, 2006c), “são responsáveis pelo armazenamento e gerenciamento das informações educacionais manipuladas no GlobalEdu, executando tarefas educacionais em dispositivos estáveis da arquitetura. Em especial, executam funções específicas relacionadas à manipulação do modelo do aluno, de conteúdo e de contexto, gerenciando os repositórios de informações, fornecendo informações e notificando o AP sempre que uma informação relevante é atualizada ou inserida”.

Dos ME's propostos pelo GlobalEdu, esse trabalho descreve, com maiores detalhes, o Gerencia Perfil e Gerencia Contexto, visto serem esses essenciais para esse trabalho.

- Gerencia Perfil: responsável por administrar o perfil dos aprendizes. Este perfil é composto por informações explícitas e implícitas, sendo que as primeiras são aquelas que o aprendiz consegue alterar diretamente; e as implícitas são aquelas que foram inferidas de acordo com o comportamento do aprendiz no ambiente.

O perfil é representado através de um metadado definido em (BARBOSA, 2006c), como pode ser observado no quadro abaixo:

Personal Information	id name address e-mail bucket	Goal	typename contentType description date priority
Preferences	hciDevicePreferenceList bucket	Competency	contenttype exrefrecord description
Relation	othersIdentifierList relationLabelList	Interest	typename contentType description
Security	credential bucket		
Commitments	typename contentType description datetime regularity	Learning style	description
		Trail	list

Quadro 1: Modelo do perfil do aprendiz no GlobalEdu

Fonte: (BARBOSA, 2006c)

- **Gerencia Conteúdo:** este módulo tem como objetivo administrar e gerenciar os objetos de aprendizagem envolvidos no ambiente e é responsável por selecionar e disponibilizar ao aprendiz objetos que estejam de acordo com seu perfil, relacionando informações como preferências e interesses, por exemplo. O modelo de metadado utilizado para descrever estes objetos foi apresentado em (BARBOSA, 2005a) e descrito em (BARBOSA, 2006c).
- **Gerencia Contexto:** este módulo é responsável por controlar as informações do contexto em que o aprendiz encontra-se, e como prover a adaptação dos recursos disponíveis para o usuário, de acordo com seu perfil e dispositivo. Para o GlobalEdu, o “contexto é toda a informação que seja relevante ao aprendiz, e que é relevante nos processos de ensino e aprendizagem” (BARBOSA, 2006c). Estas informações são dadas ao aprendiz de acordo com o seu modelo, que inclui preferências e objetivos. Segundo Barbosa ainda, o contexto tratado pelo GlobalEdu pode ser dividido em *Social* e *Físico*. O primeiro descreve elementos estáticos e dinâmicos do ambiente, associados a uma determinada localização chamada de Região Geográfica. Estes elementos são denominados Contexto Localização e são informações referentes a *Pessoas*, *Eventos* e *Recursos* de um dado contexto (quadro 2). O segundo contexto, o

Físico, descreve informações pertinentes à aplicação em execução, tais como localização, tipo de dispositivo, presença de outros aprendizes, etc (quadro 3) (BARBOSA, 2006c).

Contexto Localização					
Pessoas	identificação	Recursos	identificação	Eventos	identificação
	Nome		Tipo		nome
	e-mail		Descrição		Tipo
	homePage		Nome		descrição
	Papel		Especificação		agenda
	Agenda		Localização		Comentário
	comentário		Comentário		

Quadro 2: Metadados das informações de contexto Social definidos pelo GlobalEdu

Fonte: (BARBOSA, 2006c)

Modelo de Contexto Físico
Tipo de Rede
Banda
Localização
Dispositivo
Autonomia do Dispositivo

Quadro 3: Modelo de Contexto Físico do GlobalEdu

Fonte: (BARBOSA, 2006c)

Assim, a manipulação do contexto do aprendiz leva em consideração as informações que ele obtém do ambiente, porém associadas ao seu modelo e contexto (local) que se encontra no momento. Com isso, é possível informar ao aprendiz somente dados que são relevantes a ele, podendo-se indicar também a presença de outros aprendizes que estejam na mesma localização.

3.4 Módulos de suporte

Os Módulos de Suporte têm como função auxiliar a execução dos Módulos Educacionais e do Agente Pedagógico. São eles (BARBOSA, 2006c):

- Comunicação: responsável pela interação dos Módulos Educacionais e de Suporte, Agente Pedagógico e o ambiente de execução.
- Apresentação: contém diferentes instâncias de interfaces do AP, que são utilizadas de acordo com o dispositivo do aprendiz.

- Acesso: controla o acesso e o registro dos aprendizes (através de seus AP's) no ambiente, bem como guarda o histórico de mobilidade do aprendiz. Toda a troca de dispositivo ou de contexto é percebida e armazenada.
- Persistência: mantém o estado do AP.

3.5 O modelo de execução

O GlobalEdu usa os elementos providos pela arquitetura do ambiente de execução para prover um ambiente de suporte à educação ubíqua em larga escala. Os principais elementos do ISAM, que dão suporte ao GlobalEdu, são os serviços de Reconhecimento de Contexto e Adaptação, Comunicação, Execução distribuída e Acesso *Pervasivo*. Assim, o GlobalEdu usa esses serviços para obter informações de contexto, acessar os recursos do sistema (repositórios) e mover o AP entre os dispositivos.

Em função da organização celular do ISAM, os componentes do GlobalEdu executam em servidores ISAM existentes em cada célula do sistema. A figura 5 mostra a integração do GlobalEdu no ambiente ISAM.

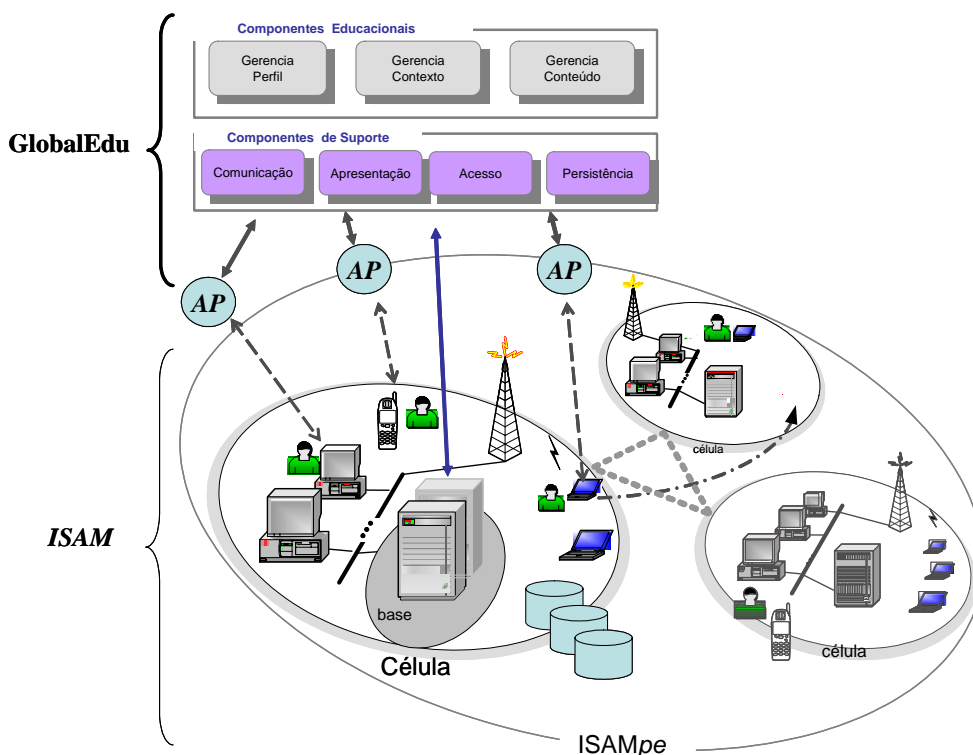


Figura 5. Integração GlobalEdu e ISAM
(BARBOSA, 2006d)

Com pode ser observado, cada AP utiliza-se dos recursos do servidor GlobalEdu que estão na sua atual célula. Assim que sai de uma célula e entra em outra, o AP continua usando os mesmos serviços, porém, providos por outro servidor.

3.6 Considerações sobre o capítulo

Esse capítulo apresentou os projetos ISAM e GlobalEdu. A importância desse capítulo está em apresentar uma visão geral desses projetos, destacando os pontos que são importantes para a proposta desse trabalho.

A partir disso, e considerando também os estudos apresentados no capítulo 2, o próximo capítulo apresenta o modelo da aplicação UinContext, objeto deste trabalho.

4 APLICAÇÃO U-INCONTEXT

Knowing is not enough; we must apply. Willing is not enough; we must do.
- Johann Wolfgang von Goethe

A principal contribuição desse trabalho está em implementar um protótipo e avaliar o modelo de Agente Pedagógico proposto pelo GlobalEdu. U-inContext é uma aplicação educacional sensível ao contexto do aprendiz, que relaciona informações de contexto social com seu perfil, apresentando assim as informações de contexto de forma adaptada. Com isto, U-inContext informa ao aprendiz questões de interesse em uma determinada localização (contexto). Estas informações são fornecidas ao aprendiz pelo U-inContext somente se fazem parte dos seus interesses e/ou objetivos. Assim, à medida que o aprendiz se move, vai acessando informações de contextos diferentes, de forma adaptada a ele.

A aplicação tem como objetivo principal auxiliar na validação do modelo de contexto no GlobalEdu, visto que implementa e incorpora a prototipação de algumas funcionalidades do AP.

4.1 Abordagem Pedagógica

Tendo como base a proposta pedagógica do GlobalEdu exposta por Barbosa (2006b), o AP visa dar subsídios para os princípios pedagógicos do sistema. O GlobalEdu possui um princípio construtivista, entendendo o aprendiz enquanto ser autônomo e a aprendizagem como um processo significativo.

Dessa forma, a educação apoiada pelas tecnologias da informação e da comunicação, devem apoiar uma concepção construtivista e interacionista de educação. Essa concepção é abordada em Becker (2001), da seguinte forma:

“Construtivismo significa a idéia de que nada, a rigor, está pronto, acabado, e de que, especificamente, o conhecimento não é dado, em nenhuma instância, como algo terminado – é sempre um leque de possibilidades que podem ou não ser realizadas. É

constituído pela interação do indivíduo com o meio físico...” (BECKER, 2001, pg.72)

Nessa concepção, o conhecimento é construído a partir de um processo de interação entre o indivíduo e o objeto de conhecimento. No interacionismo, segundo Becker (2001), o conhecimento não está nem no sujeito, nem no objeto, mas sim na interação, dando-se a real importância da ação do sujeito no seu próprio processo de aprendizagem. Para Barbosa (2006b), para que a construção da aprendizagem ocorra efetivamente considerando um cenário *pervasivo*, dois elementos são importantes: que a aprendizagem seja significativa e que o indivíduo seja autônomo na percepção dos elementos significativos para sua aprendizagem.

Segundo Moreira (1999), a aprendizagem significativa ocorre quando o indivíduo for capaz de estabelecer relações coerentes entre o que já sabe e o novo conhecimento que está sendo apresentado. Para Barbosa (2006b) “a aprendizagem significativa toma importância no momento em que as tecnologias de informação e da comunicação trazem a possibilidade de explorar um universo de informações, interconectados através de uma rede, onde pessoas navegam e se alimentam desse processo”.

Considerando esse cenário, a autonomia se traduz em um elemento importante na significação da aprendizagem do indivíduo. Este, responsável pela sua própria educação, (re)elabora os elementos desse universo, fazendo escolhas, interagindo e selecionando elementos significativos para auxiliar na sua aprendizagem (BARBOSA, 2006b).

Assim, os ambientes virtuais de educação devem propiciar o desenvolvimento de indivíduos capazes de definir recursos pedagógicos significativos para sua aprendizagem e interagir com outros indivíduos, de forma a construir seu conhecimento. Esta concepção é fundamental na educação em um cenário *pervasivo*.

Assim, de acordo com Barbosa (2006b), em um ambiente de suporte a educação *pervasiva* “o ambiente percebe o aprendiz tanto virtualmente, como também o percebe integrado ao seu meio (contexto), sendo ele também parte do meio. O aprendiz interage com o meio e com outros aprendizes, de forma contínua, criando seus próprios caminhos para construção do conhecimento”.

Dessa forma, uma vez que esse trabalho está inserido no GlobalEdu, a autonomia e a aprendizagem significativa e colaborativa constituem-se da abordagem pedagógica que orienta a proposta o U-inContext. Em função dessas concepções, o aprendiz, ao mesmo tempo em que é apoiado pela aplicação, também pode, de forma autônoma, decidir como ele quer interagir no e com o ambiente.

4.2 Informações gerais

Seguindo a especificação do GlobalEdu, tem-se a aplicação U-inContext sempre com o aprendiz, envolvendo o AP. E, através dela, é possível prover a interação com o aprendiz em função da consciência de seu contexto e de seu perfil. Assim, a aplicação auxilia o aprendiz a explorar as potencialidades presentes nos diversos locais aos quais ele se move, de forma adaptada. Para isso, integra-se ao GlobalEdu e ao ambiente ISAM, como pode ser visto na figura 6 abaixo.

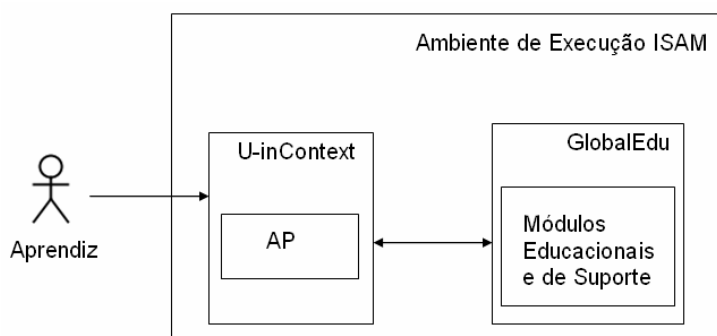


Figura 6: Integração da aplicação U-inContext

Como a aplicação U-inContext incorpora o AP, esta representa o aprendiz no ambiente pervasivo estando sempre com ele, não importa qual dispositivo esteja sendo utilizando. Assim, a aplicação tem a capacidade de mover-se para os diversos dispositivos utilizados pelo aprendiz. É através também das funcionalidades do AP, que a aplicação comunica-se com os módulos do GlobalEdu, fornecendo e requisitando informações.

Do ponto de vista do ISAM, U-inContext é uma aplicação que está sendo executada na arquitetura *Pervasiva*. Portanto, a comunicação (troca de mensagens) feita pelo AP e os Módulos do GlobalEdu são realizadas utilizando-se do *middleware* EXEHDA, que faz parte do ambiente ISAM. Como é descrito na seção 5 deste trabalho, este *middleware* provê, dentre outras funcionalidades, a comunicação entre as aplicações do ambiente, e portanto, alguns de seus serviços foram utilizados para isto.

4.3 Modelagem

A modelagem feita para a aplicação baseou-se nas especificações descritas por Barbosa (BARBOSA, 2006d) para o Agente Pedagógico. Foram utilizados diagramas de caso de uso,

classe, seqüência e de atividades definidos pela UML (OMG, 2006). A ferramenta usada para a criação dos diagramas foi o JUDE na sua versão Community 3.0.3 (JUDE, 2006).

O aprendiz, como usuário da aplicação U-inContext, pode realizar algumas ações, mostradas no diagrama de caso de uso abaixo (figura 7).

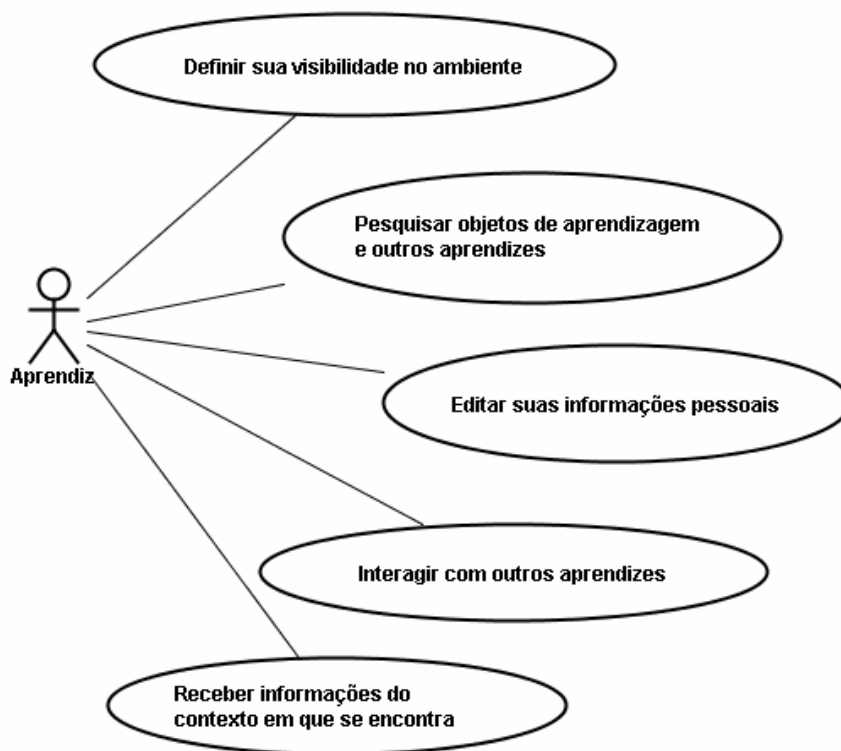


Figura 7: Diagrama de Caso de Uso – Comportamento do aprendiz

Conforme Barbosa (2006d), o aprendiz pode, no momento em que entra no sistema, definir a sua visibilidade, a fim de decidir se deseja receber informações do ambiente ou se os outros aprendizes podem ter conhecimento de que ele esteja no ambiente. Os estados possíveis do aprendiz são os seguintes:

- Disponível: o aprendiz recebe informações do contexto, automaticamente, e permite que outros aprendizes possam vê-lo no ambiente.
- Invisível: o aprendiz recebe dados do contexto, automaticamente, e consegue visualizar quais pessoas encontram-se no ambiente, porém os outros aprendizes não recebem a informação de que ele está *online*.
- Indisponível: com este modo de visibilidade o aprendiz poderá requisitar informações do ambiente, porém, não recebe nenhum tipo de informação automaticamente, e ainda não é percebido pelos outros aprendizes.

Independente do modo de visibilidade, o aprendiz pode ainda pesquisar pessoas ou objetos de aprendizagem, fornecendo alguns dos dados descritos para o modelo destas entidades, como mostrado na seção 3.3.

As informações pessoais do aprendiz também podem ser editadas por ele a qualquer instante. Estas informações são as descritas no modelo de aprendiz na seção 3.1.2 deste trabalho.

Ainda, tomando conhecimento de outros aprendizes que estão no ambiente, o aprendiz tem a possibilidade de interagir diretamente com qualquer um deles. Esta comunicação entre eles pode ser através de e-mail, já que esta informação pode ser obtida através do perfil do aprendiz ou por meio de bate-papo disponibilizado pela aplicação.

Por fim, através da aplicação, o usuário consegue ainda receber informações do contexto em que se encontra. Informações que são disponibilizadas a ele de acordo com o seu perfil.

Os requisitos da aplicação U-inContext podem ser observados no diagrama abaixo (figura 8):

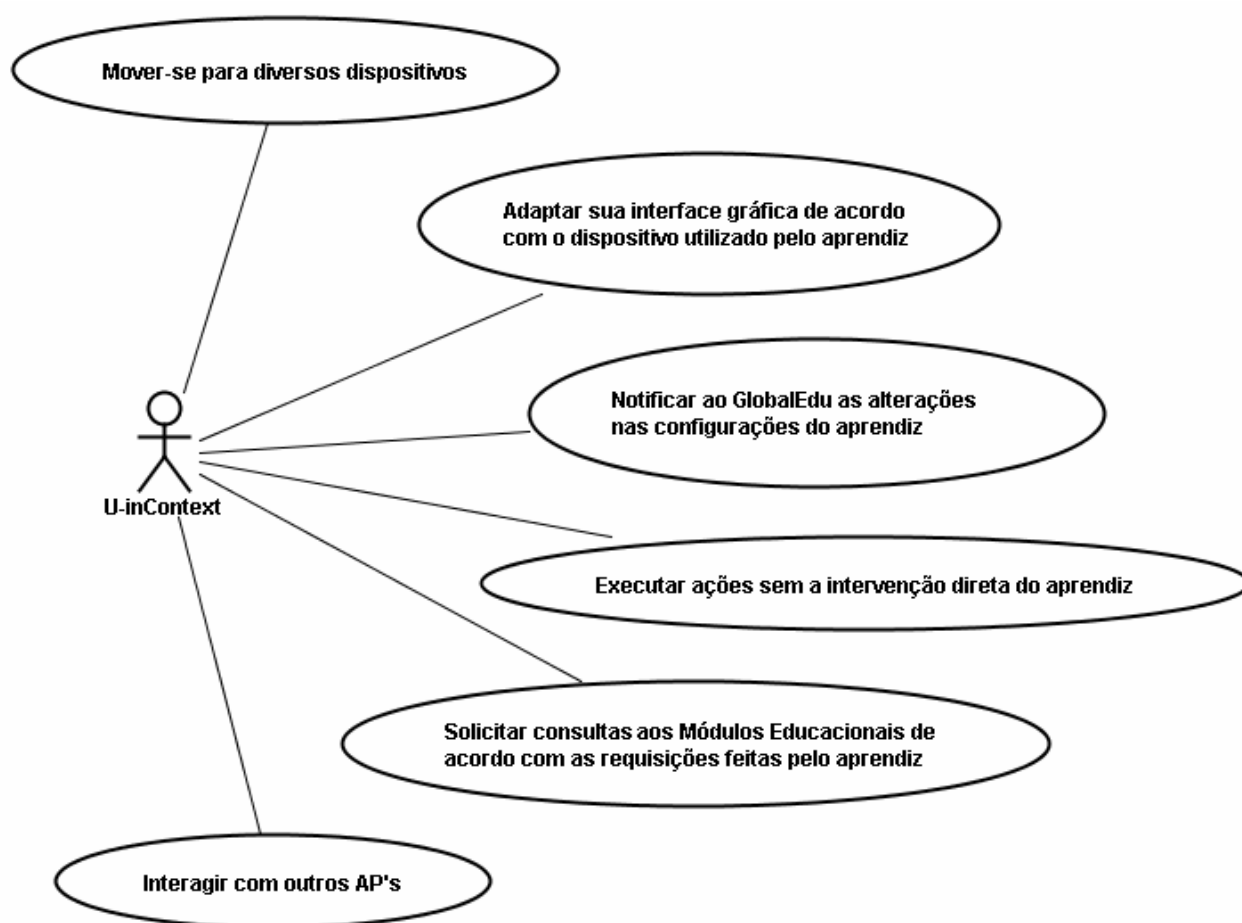


Figura 8: Diagrama de Caso de Uso – Comportamento da aplicação U-inContext

Como já foi descrito no início deste capítulo, a aplicação U-inContext implementa algumas das funcionalidades do AP, portanto apresenta suas características.

A mobilidade deve-se ao fato de o AP estar com o aprendiz em qualquer dispositivo, então a adaptação também é um requisito.

A possibilidade de a aplicação executar ações sem a intervenção do aprendiz leva em consideração o módulo de cognição do agente. Algumas destas ações podem ser observadas na classe *Actions* do modelo do protótipo (figura 9).

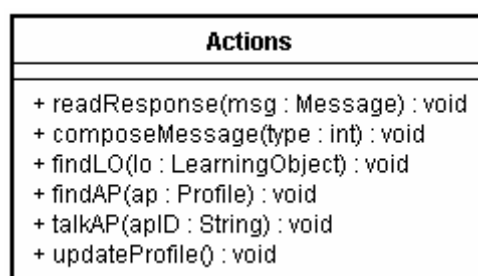


Figura 9: Classe Actions

A operação *readResponse* é responsável por tratar a mensagem enviada dos Módulos Educacionais para a aplicação. Esta operação é realizada em *background* em alguns momentos, portanto, esta é uma ação onde o aprendiz não intervém diretamente na sua execução. A operação também é executada quando é feita alguma requisição explícita a partir do aprendiz, quando é necessário haver um processamento da resposta recebida.

Há ainda as ações que só são executadas quando o aprendiz as solicita. Estas podem ser a busca por um objeto de aprendizagem (*findLO*), busca por uma pessoa (*findAP*), interação com outro aprendiz através de *chat* (*talkAP*) ou ainda editar suas próprias informações pessoais (*editProfile*).

Como foi mencionado, a comunicação entre o AP e os Módulos Educacionais do GlobalEdu é realizada através de troca de mensagens. Assim, quando o U-inContext deseja comunicar-se com estes módulos, a operação *composeMessage* também é envolvida.

O modelo seguido para esta comunicação (figura 10) levou em consideração os serviços providos pelo ambiente de execução onde a avaliação do protótipo seria realizada, mais especificamente o *middleware* EXEHDA. Este modelo provido pelo *middleware* baseia-se em invocações remotas de método, similar ao RMI (*Remote Method Invocation*) (RMI, 2006).

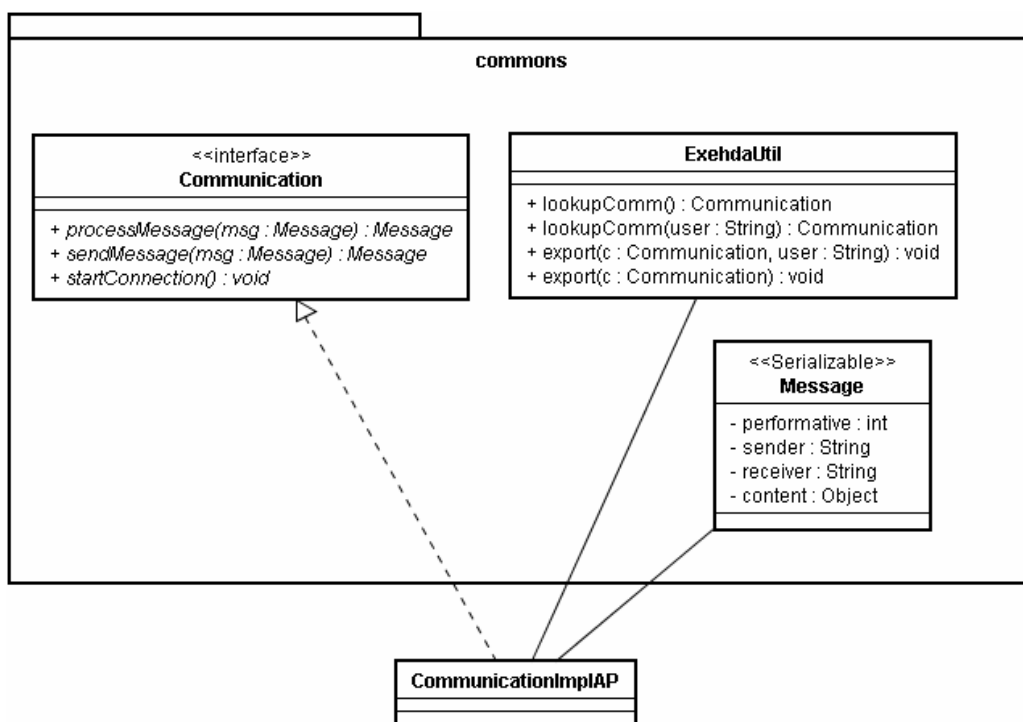


Figura 10: Modelo de Comunicação do U-inContext

A classe *CommunicationImplAP* implementa a interface *Communication*, que possui os métodos para realizar a comunicação. As operações implementadas são as seguintes:

- *startConnection*: registro do serviço de comunicação da aplicação para que outros componentes possam utilizá-lo, semelhante ao paradigma do RMI.
- *sendMessage*: envio da mensagem para os Módulos. Este método envolve a utilização da classe *ExehdaUtil*, que faz a interface com os serviços providos pelo *middleware* EXEHDA.
- *processMessage*: esta é a operação que permitirá sua chama remota pelos Módulos Educacionais. Dentro deste método é realizado o processamento da mensagem enviada.

O objeto trocado nesta comunicação é do tipo *Message*, que possui como atributos: *performative*, que indica o tipo de mensagem que está sendo enviada (ver Apêndice B); *sender*, que indica o remetente; *receiver*, que informa o destinatário; e o *content*, que é o corpo da mensagem. Este último pode ser a informação de um perfil ou de um objeto de aprendizagem, por exemplo, sendo o seu tipo especificado de acordo com o atributo *performative* indicado.

É importante ressaltar que o GlobalEdu especifica, na arquitetura do AP, um Módulo exclusivamente para tratar da comunicação do ambiente, o Módulo Comunicação (ver seção

3.2). A fim de avaliar o protótipo, já que este utiliza-se também dos serviços providos por este módulo, foram desenvolvidas algumas funcionalidades deste processo de comunicação, porém, não o módulo em sua totalidade.

Um exemplo simples do processo de comunicação pode ser observado no diagrama abaixo (figura 11), onde o aprendiz está pesquisando um outro aprendiz.

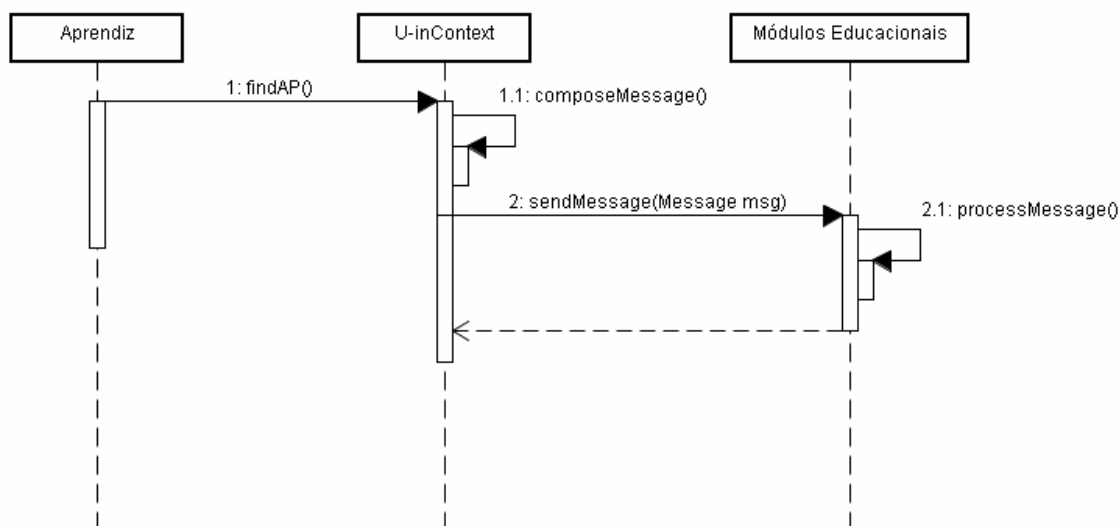


Figura 11: Diagrama de Seqüência – Aprendiz busca outros aprendizes

Utilizando-se das classes de comunicação a aplicação realiza a troca de mensagens com os Módulos Educacionais do GlobalEdu.

A figura 12 mostra o diagrama de classes da aplicação U-inContext.

Foi realizada uma separação lógica nas classes utilizadas pelo U-inContext, tomando como base o modelo MVC (*Model View Controller*), a fim de suportar a adaptação da aplicação a diversos tipos de dispositivos, bastando para tal alterar a parte gráfica da aplicação. No pacote *view* encontram-se todas as classes que manipulam os objetos gráficos. Optou-se por realizar esta separação no código, visto que uma das características do U-inContext é a adaptabilidade, ou seja, a capacidade de estar presente com o usuário no dispositivo que ele estiver. Para este protótipo foram feitas duas *views* para a aplicação, uma para desktop e outra para um PDA (detalhado na seção 5.2).

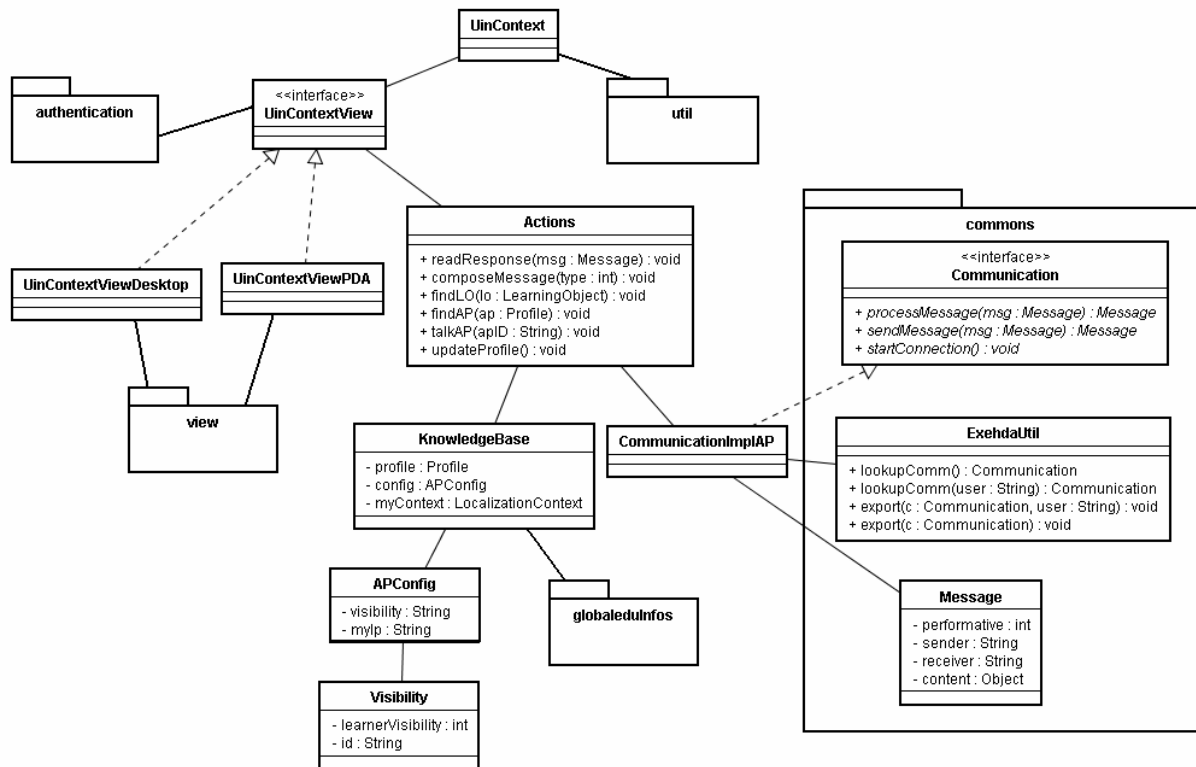


Figura 12: Diagrama de classes – U-inContext

Independente da *view* utilizada, ela implementa classes básicas de apresentação para a aplicação, como pode ser observado na estrutura de classes apresentada na figura 13.

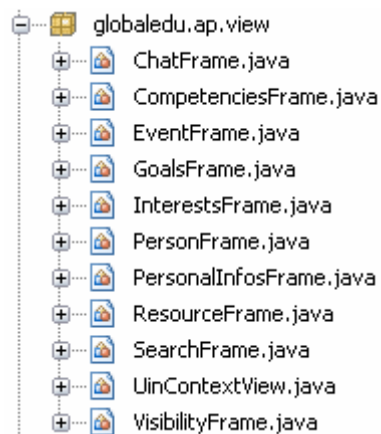


Figura 13: Classes da view da aplicação

Retomando o diagrama de classes da aplicação, como é mostrado do diagrama acima, a classe *KnowledgeBase*, manipula dados contidos no pacote *gloaleduInfos*, que contém as entidades utilizadas pelo GlobalEdu (figura 14). Essas informações correspondem as crenças do U-inContext sobre o aprendiz a que ele está assistindo.

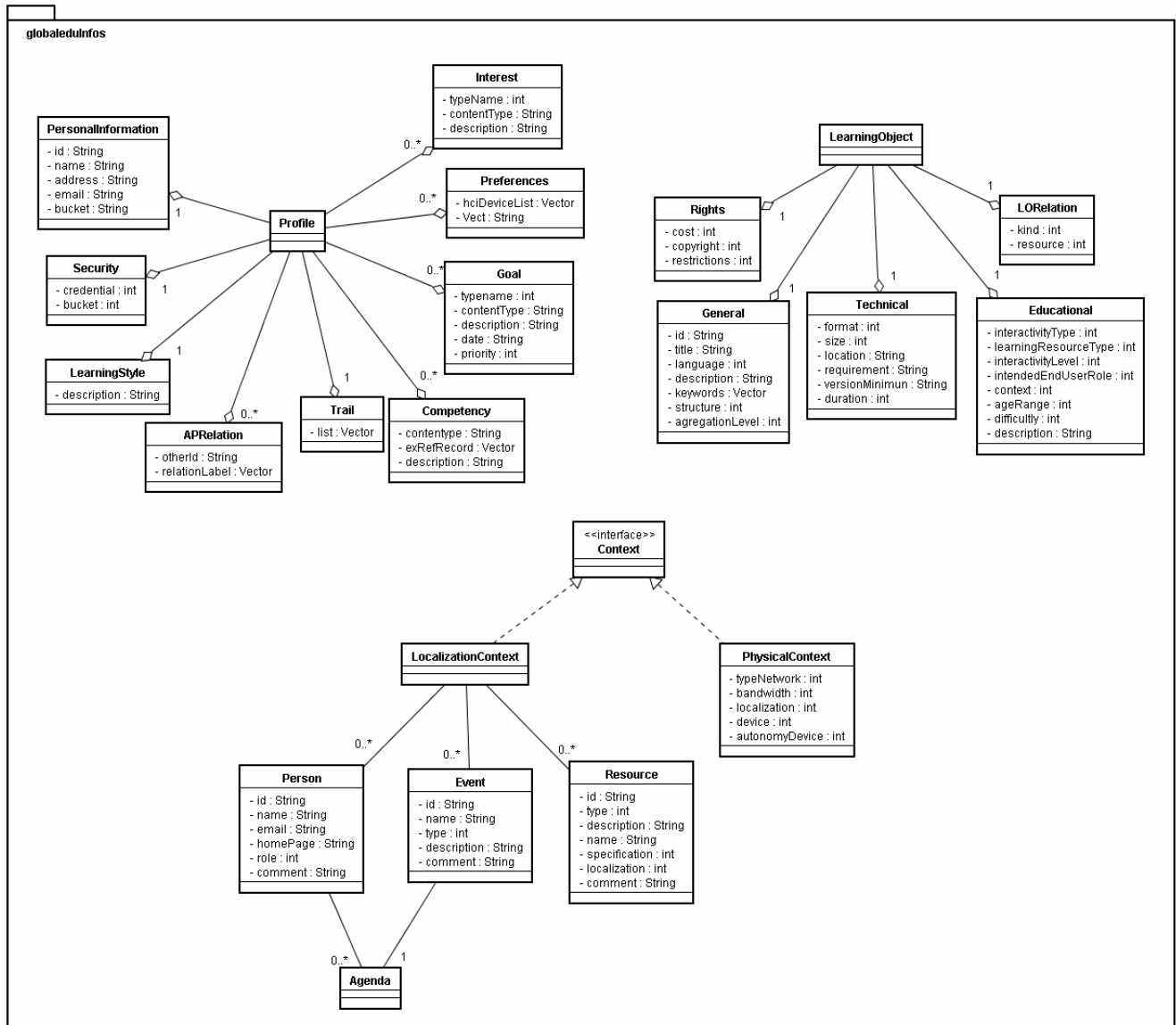


Figura 14: Pacote globaleduInfos

Tomemos como exemplo o trecho abaixo de um cenário, a fim de exemplificar a apresentação e utilização de algumas classes e ainda como a aplicação se comporta:

“Ao entrar no prédio 1, o sistema avisa ao aluno X em seu iPAQ, que o professor (campo role, da classe Person) de Paradigmas (classe Agenda, vinculada à classe Person), assunto que está sendo estudado por ele (classe Goal relacionada ao Profile), estará na sala 311-1 em 30 minutos (classe Agenda, vinculada à classe Person). Avisa também que à tarde será realizada uma palestra sobre Programação Orientada a Objetos (classe Event que está relacionada ao contexto, através da classe LocalizationContext) na sala 526-1. Além disso, avisa quais os aprendizes presentes no prédio e onde eles se encontram (outros aprendizes no contexto)”.

Estas informações chegam ao aprendiz através da comunicação do Módulo Gerencia Contexto diretamente com a aplicação que aquele está portando.

Como foi dito, esta comunicação é realizada através da classe *Communication*, e um exemplo mais detalhado dos processos envolvidos nesta troca de mensagens será apresentado na seção 5.1

4.4 Considerações sobre o capítulo

Este capítulo apresentou a aplicação U-inContext, objetivo principal desse trabalho. Foram expostas as decisões de projeto e os artefatos que permitem apresentar a aplicação e suas funcionalidades.

Assim o próximo capítulo apresenta a implementação do trabalho, abordando também a integração com o ISAM e com o Módulo Educacional Gerencia Contexto, além da validação.

5 IMPLEMENTAÇÃO

Talk is cheap. Show me the code.
- **Linus Torvalds**

O projeto GlobaleEdu encontra-se em andamento, portanto nem todas as suas especificações estão efetivamente implementadas e funcionais, para que possam ser integradas ao presente trabalho.

Este trabalho foi desenvolvido paralelamente com Silva (2006), onde o autor contempla o Módulo Educacional Gerencia Contexto do GlobalEdu. Como parte dos objetivos propostos, foi realizada a integração do protótipo proposto pelo presente trabalho com o Módulo Educacional Gerencia Contexto. E para realizar esta integração, foram desenvolvidas ainda algumas funcionalidades de outros módulos especificados pelo GlobalEdu, como a Comunicação, porém, não em sua totalidade, visto que não é o foco dos trabalhos. Outras informações necessárias (como informações de objetos de aprendizagem, por exemplo) foram simuladas.

5.1 O desenvolvimento do protótipo da aplicação

Visto que a aplicação deve ter como característica a mobilidade entre dispositivos das mais diversas arquiteturas, e por o *middleware* de execução também já estar implementado nesta linguagem, foi escolhida a linguagem de programação Java para o seu desenvolvimento.

As IDE's (*Integrated Development Environment*) utilizadas foram JCreator 4.0 LE e NetBeans na versão 5.0 com o NetBeans *Mobility Pack*.

A partir da modelagem proposta, foi desenvolvido o protótipo da aplicação U-inContext de forma que a aplicação adapte-se a dois tipos de dispositivos: um desktop e um PDA (*Personal Digital Assistant*). Como exemplo da adaptação da aplicação ao dispositivo, podemos visualizar na figura 15 a tela inicial no PDA e no desktop.

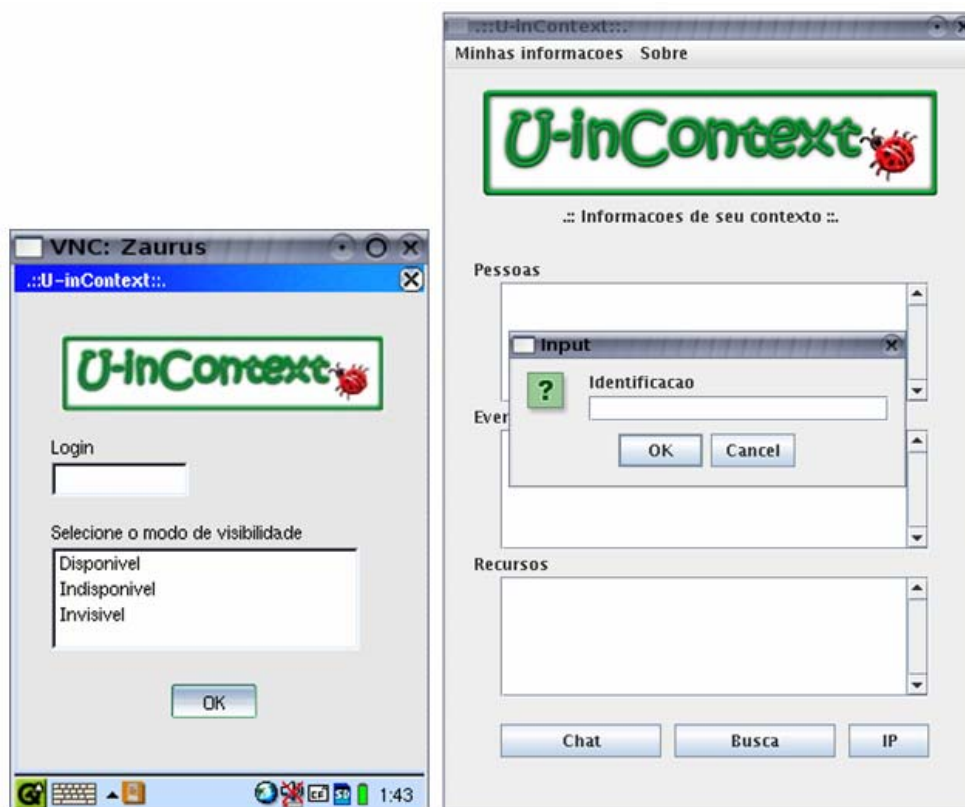


Figura 15: Tela inicial U-inContext – interface para PDA e desktop

A estrutura de pacotes utilizada para o desenvolvimento e integração do protótipo com o restante do sistema pode ser observada na figura 16.

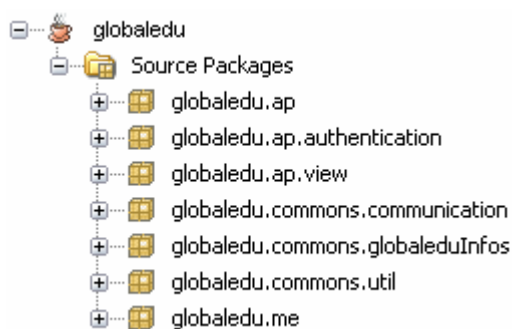


Figura 16: Estrutura de pacotes - GlobalEdu

O pacote *ap* é onde encontra-se o presente trabalho. É o protótipo da aplicação implementando o Agente Pedagógico (AP). A parte gráfica da aplicação encontra-se no subpacote *view*, e classes de controle e dados estão no próprio pacote *ap*.

A autenticação do usuário foi isolada do restante da aplicação, pois considera-se que esta será provida por um serviço à parte, que não está sendo contemplado no presente

trabalho. Para fins de testes, considera-se sempre o login fornecido pelo usuário, no momento da inicialização do aplicativo, como seu identificador.

O pacote *commons* contém arquivos que são utilizados tanto pelo AP quanto pelos Módulos Educacionais. Estes envolvem a parte de comunicação (*communications*); os objetos manipulados pelo GlobalEdu (*globaleduInfos*), como por exemplo o perfil do aprendiz ou um objeto de aprendizagem; e ainda um pacote *util* que contém os arquivos de constantes do sistema e performativas utilizadas na troca de mensagem.

O pacote *me* armazena os Módulos Educacionais do GlobalEdu. Neste pacote está localizado o trabalho desenvolvido por Silva (2006), que envolve o Módulo Gerencia Contexto, que por sua vez, integra-se à aplicação U-inContext para a avaliação do protótipo. E ainda o trabalho de Martins (2006) que envolve o Módulo Gerencia Conteúdo, no qual encontra-se igualmente em andamento e futuramente, irá integrar-se aos dois primeiros.

Como foi mencionado, considera-se a autenticação como um serviço provido por um módulo à parte. Portanto, a partir disto, a primeira ação a ser tomada pelo aprendiz quando inicia a aplicação U-inContext é selecionar o seu modo de visibilidade (figura 17), cujas opções foram descritas na seção 4.1.

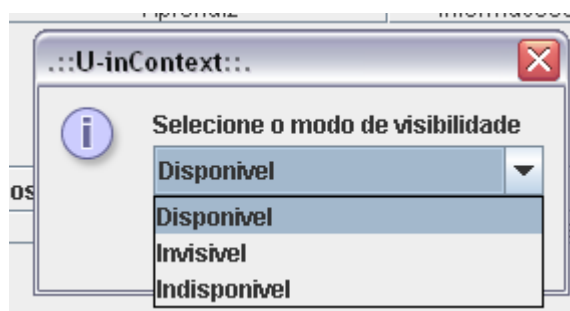


Figura 17: U-inContext – Aprendiz seleciona modo de visibilidade

A fim de ilustrar o processo de envio de mensagens entre a aplicação U-inContext e os Módulos Educacionais, tomemos como exemplo a ação de o aprendiz entrar no ambiente e selecionar o seu modo de visibilidade, e com isso, a aplicação informa ao Módulo as configurações definidas pelo aprendiz.

É papel da classe *Actions* atualizar as informações do aprendiz, que estão armazenadas através da classe *KnowledgeBase* e após isso, enviar uma mensagem ao ME, como pode ser observado da figura 18 um trecho do código utilizado por uma *view* da aplicação.

```
01 System.out.println("[Log AP] Atualizando dados do aprendiz");
02 actions.getKnowledgeBase().getConfig().setVisibility(opcaoSelecionada);
```

```

03 System.out.println("[Log AP] Enviando a mensagem com a visibilidade");
04 actions.composeMessage(Constants.MSG_ENTRANCE);

```

Figura 18 – Enviando mensagem para os MEs

As informações do aprendiz são atualizadas na linha 2, e esta mudança implica no envio de informações para o ME, na linha 4. O parâmetro utilizado na chamada do método *composeMessage* indica que tipo de mensagem deve ser enviada. Um trecho do processamento interno do método *composeMessage* pode ser visto na figura 19.

```

01 switch (type) {
02     case Constants.MSG_ENTRANCE:
03         System.out.println("[Log AP] Enviando mensagem da entrada do aprendiz");
04         msg = new Message();
05         v = new Visibility();
06         v.setId(kbase.getProfile().getPersonalInfo().getId());
07         v.setVisibility(Integer.toString(kbase.getConfig().getVisibility()));
08         msg.setContent(v);
09         msg.setSender(kbase.getConfig().getMyIp());
10         msg.setPerformative(Performatives.NOT_ENTRADA_APRENDIZ_CONTEXTO);
11         resp = comm.sendMessage(msg);
12         System.out.println("[Log AP] Recebeu a resposta");
13         readResponse(resp, Performatives.NOT_ENTRADA_APRENDIZ_CONTEXTO);
14     break;

```

Figura 19 – Processamento interno do método *composeMessage* da classe *Actions*

De acordo com o parâmetro informado, sabe-se que tipo de mensagem deve ser criada e enviada. No exemplo acima, sabemos que devemos informar a visibilidade do aprendiz, portanto a classe utilizada no conteúdo da mensagem é a *Visibility*. A classe *Message*, como já foi mostrada no capítulo 4, requer uma performativa. Como o objetivo da mensagem é informar ao módulo que um novo aprendiz está no contexto e também sua configuração de visibilidade, a performativa utilizada é NOT_ENTRADA_APRENDIZ_CONTEXTO. Uma lista das performativas utilizadas pelo GlobalEdu pode ser vista no Apêndice B.

Na linha 11 é onde efetivamente ocorre a comunicação do aprendiz com o ME do GlobalEdu. O atributo *comm* é do tipo *CommunicationImplAP*, que contém os métodos necessários para se realizar a comunicação. Os passos realizados no método *sendMessage* desta classe podem ser observados na figura 20.

```

01 public Message sendMessage(Message msg){
02     System.out.println("[Log AP] Procurando o servico do ME");
03     Communication comm = ExehdaUtil.lookupComm();
04     System.out.println("[Log AP] Chamando o metodo remoto");
05     Message resp = comm.processMessage(msg);
06     System.out.println("[Log AP] Recebeu a resposta do modulo");
07     return resp;
08 }

```

Figura 20 – Trecho do método *sendMessage* da classe *CommunicationImplAP*

Na linha 3 é realizada a busca pelo serviço do ME, utilizando-se para isso os serviços providos pelo *middleware* EXEHDA. Com isso, obtém-se no atributo *comm* uma instância de um objeto remoto do Módulo Educacional.

Na linha 5 é realizada a chamada remota do método, e uma resposta (também no formato *Message*) é retornada para a aplicação.

Retornando à figura 18, após realizada a comunicação com o Módulo, na linha 11, a mensagem recebida como resposta é tratada no método *readResponse*, da classe *Actions*, na linha 13. O tratamento da resposta da performativa enviada acima (NOT_ENTRADA_APRENDIZ_CONTEXTO) pode ser visto na figura 21.

```

01 public void readResponse(Message resp, int performative){
02     switch (performative){
03         case Performatives.NOT_ENTRADA_APRENDIZ_CONTEXTO:
04             System.out.println("[Log AP] Lendo a resposta (NOT_ALTERACAO_CONTEXTO)");
05             if (resp.getContent() != null &&
06                 resp.getContent().getClass().isInstance(new Profile())){
07                 kbase.setProfile((Profile)resp.getContent());
08                 System.out.println("[Log AP] Resposta lida corretamente");
09             } else {
10                 System.out.println("[Log AP] Erro: objeto do tipo Profile esperado");
11             }
12         break;

```

Figura 21 – Trecho do método *readResponse* da classe *Actions*

O objeto retornado é do tipo *Profile*, pois contém os dados do aprendiz, que serão carregados para a aplicação assim que ele a executar. Um modelo deste processo de envio de mensagem foi apresentado na figura 11.

No exemplo apresentado acima, a chamada remota ao método de processamento da mensagem (linha 3 da figura 20) foi realizada a partir do aprendiz. Porém, o Módulo Educacional envia notificações para o aprendiz também acerca de seu contexto, sem que haja um pedido explícito, somente em função de seu perfil. Neste novo caso, onde o aprendiz recebe informações passivamente, é o ME quem invoca o método *processMessage* da aplicação que está com o aprendiz. Segue abaixo, na figura 22 um trecho do código do método *processMessage*, quando recebe uma notificação do Módulo Educacional Gerencia Contexto, informando novos aprendizes no contexto.

```

01 public Message processMessage(Message msg){
02     switch (msg.getPerformative()){
03         case Performatives.NOT_CONTEXTO_APRENDIZES:
04             System.out.println("[Log AP] Recebendo mensagem do modulo");
05             System.out.println("[Log AP] Performativa recebida: NOT_CONTEXTO_APRENDIZES");
06             if (msg.getContent()!=null &&
07                 msg.getContent().getClass().isInstance(new Vector())){
08                 actions.getKbase().getLContext().setPeople((Vector)msg.getContent());
09                 System.out.println("[Log] Resposta lida corretamente");
10             } else {
11                 System.out.println("[Log AP] Objeto do tipo Vector esperado");
12             }
13         break;

```

Figura 22 – Trecho do método *processMessage* da classe *CommunicationImplAP*

Quando é recebida a performativa NOT_CONTEXTO_APRENDIZES, sabe-se que há novos aprendizes no contexto atual do aprendiz, e com isso sua base de conhecimentos é atualizada com estas novas informações.

Dando continuidade à ação do aprendiz, assim que este entra na aplicação e seleciona o seu modo de visibilidade, tem acesso à tela principal do U-inContext (figura 23), onde já recebe informações do contexto em que se encontra, através do Módulo Educacional Gerencia Contexto, como descrito acima. Estas informações são recebidas pelo aprendiz através de um processo de comunicação semelhante ao descrito acima, contudo a diferença está em quem está invocando o método remoto.

É importante ressaltar que uma das características do AP é a adaptabilidade, com isso a aplicação U-inContext é também adaptável a diversos dispositivos. Para o protótipo, foram desenvolvidas interfaces para um desktop e para o PDA Zaurus (dispositivo descrito na seção 5.2). Na figura 23 é possível observar a mesma funcionalidade do aplicativo para os dois dispositivos.

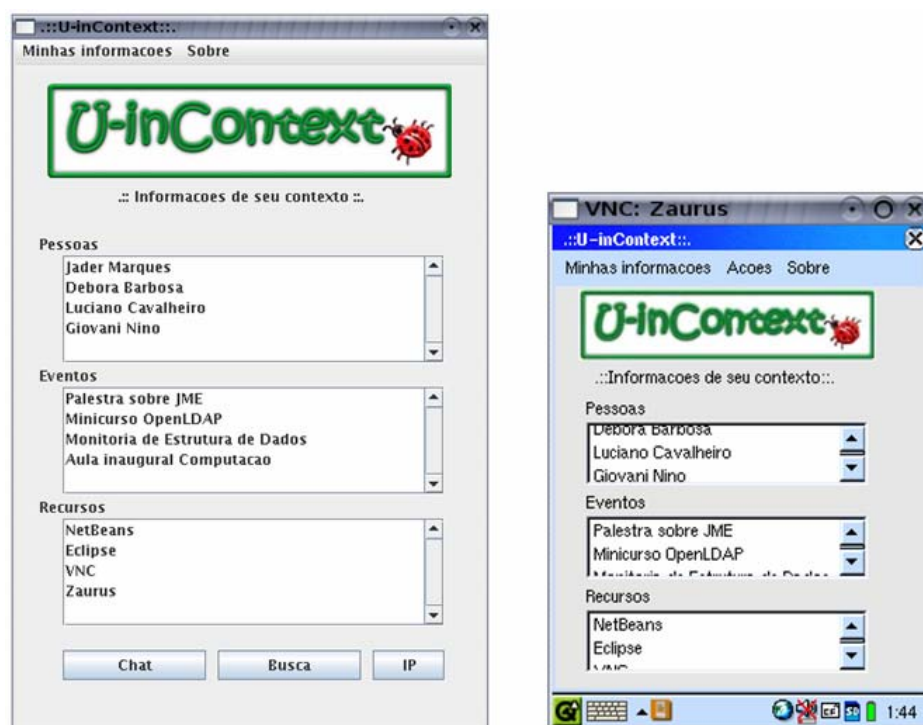


Figura 23: U-inContext – Tela principal – visão desktop (à esquerda) e PDA (à direita)

Os dados apresentados nesta tela seguem o padrão de metadados das informações de contexto Social definidos pelo GlobalEdu e descritos na seção 3.3. O aprendiz pode ainda clicar em cada um destes dados a fim obter mais informações sobre este, como mostrado na figura 24, onde o aprendiz deseja visualizar mais dados sobre um evento, por exemplo.

Estas informações recebidas pelo aprendiz são dadas a ele de acordo com contexto em que ele se encontra e com o seu perfil. Os dados do perfil do usuário podem ser alterados por ele a qualquer momento através das opções no *menu* “Minhas informações” (figura 25).

Cada opção destas no *menu*, engloba um grupo de informações do perfil do aprendiz, definidos pelo metadado do modelo do perfil do aprendiz, descrito na seção 3.3. Na figura 26 vemos um exemplo de telas utilizadas para edição de alguns destes dados.

Nome: Palestra sobre JME

Tipo: Palestra

Data: 30/11/2006 Hora: 19:30

Descricao: Palestra com Cassia Nino sobre a plataforma Java Micro Edition.

Comentario: Inscrições até dia 25/11.

Ok

Figura 24: U-inContext – Visualização de um dado do contexto

Minhas informacoes Sobre

- Visibilidade
- Informacoes Pessoais
- Objetivos
- Interesses
- Competencias

ontext

Informacoes de seu contexto

Figura 25: U-inContext – Menu “Minhas informações”

Competencias

Conteudo:

Habilidades:

Descricao:

Adicionar

Conteudo	Descricao
Java ME	Programacao e modelag...
Servidor LDAP	Configuracao de servido...

Ok

Interesses

Tipo: Educacional

Conteudo:

Descricao:

Adicionar

Tipo	Conteudo
Pessoal	Vôlei de praia
Profissional	Apache Struts
Educacional	Computacao Pervasiva

Ok

Figura 26: U-inContext – Edição de informações do perfil do aprendiz

Assim que o aprendiz altera qualquer informação do seu perfil, esta atualização é enviada para o servidor que está provendo serviços a ele. Com isso, os dados que ele recebe do contexto podem mudar, pois estes são informados com base no seu perfil.

5.2 O ISAM e a integração com o protótipo

Para o seu funcionamento, o GlobalEdu utiliza-se de um ambiente de execução *pervasivo*, e neste trabalho considera-se o ISAM e seu *middleware* EXEHDA. Mas para a efetiva execução do protótipo, foi utilizado o GRADEp (*Middleware* para Gerenciar um Ambiente de Grade *pervasiva*) (GEYER, 2005), que é uma implementação simplificada das especificações do EXEHDA.

O ambiente computacional utilizado envolveu a instalação do GRADEp em um servidor, primeiramente localizado dentro do UNILASALLE. Porém, em função de limitações técnicas relacionadas ao *firewall*, fez-se necessário instalá-lo e configurá-lo em outro local.

O servidor disponibilizado para testes foi cedido pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS) através do professor Dr. Jorge Luis Victória Barbosa, que é também coordenador do Mobilab, onde encontra-se o servidor. Ainda contou-se com o auxílio da equipe técnica do laboratório para a resolução de questões de acesso ao servidor. É relevante ressaltar também a contribuição obtida da equipe do projeto GRADEp da Universidade Federal do Rio Grande de Sul (UFRGS), através do MSc. Luciano Cavalheiro da Silva, no que diz respeito à configuração dos serviços providos pelo *middleware*.

O GRADEp foi instalado e configurado em um servidor Debian, com kernel Linux 2.6.8, processador AMD Athlon XP 3000+ 2.2GHz e 1,5GB de memória RAM.

Foram instalados e configurados ainda os seguintes aplicativos e serviços, que são requisitos de *software* para o GRADEp, no servidor:

- JSE (*Java Standard Edition*)1.5
- OpenLDAP 2.2.26-3
- Apache Ant 1.6.5
- CVS (*Concurrent Versions System*)

Os recursos de *hardware* utilizados para desenvolvimento e testes contaram ainda com:

- Um PDA Sharp Zaurus SL-5600, rodando o SO Linux Embedix Plus PDA com kernel 2.4.18, com 32MB de memória RAM, 64MB de disco e cartão de memória SD (*Secure Digital*) de 120MB, com acesso a rede sem fio (cedido para testes pelo Instituto de Informática das UFRGS, através do professor Dr. Cláudio Fernando Resin Geyer).
- Um notebook Pentium M Centrino 1.86GHz, com 1GB de memória RAM, disco de 100GB, Linux Ubuntu 5.10 como Sistema Operacional, e suporte a rede estruturada e *wireless*.

Podemos pensar no servidor com os serviços do GRADEp como uma EXEHDatabase, é ele quem vai dar suporte para os demais nodos da célula a que atende. Cada EXEHDatabase é configurada através de um perfil de execução, que está armazenado em um arquivo no formato XML (*eXtensible Markup Language*), onde são selecionados e parametrizados os serviços que este perfil irá prover. A configuração do perfil de execução utilizado no servidor para testes encontra-se no Anexo A. Maiores informações sobre o formato deste arquivo e os atributos dos serviços nele descritos podem ser obtidos em (GEYER, 2005).

A implantação do U-inContext no dispositivo do aprendiz envolve os conceitos de execução de programas no *middleware* GRADEp. O que o aprendiz porta é na verdade um “disparador” para a sua aplicação, que possui seu código fonte no servidor GlobalEdu. Este disparador é na verdade um arquivo no formato XML, que é utilizado para inicializar a aplicação no dispositivo do aprendiz. O conteúdo deste arquivo pode ser observado no quadro 4.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<isamapp spec="1.0" href="uincontext.isam">
  <info>
    <title>U-inContext</title>
    <vendor>GlobalEdu</vendor>
  </info>
  <code>
    <main class="globaledu.ap.UinContext"/>
    <jar href="bda:/uincontext.jar"/>
  </code>
</isamapp>
```

Quadro 4: Arquivo de inicialização da aplicação

Este arquivo, que possui a extensão *isam*, é utilizado pelo *middleware* GRADEp quando o aprendiz deseja iniciar a aplicação.

É importante ressaltar que o aprendiz não porta junto com ele o código da aplicação, mas sim somente este arquivo com a extensão *isam*. A aplicação é empacotada em arquivos .jar e colocada na EXEHDatabase. Através do serviço *Gatekeeper*, do GRADEp que está rodando no dispositivo do aprendiz, os pacotes necessários para a aplicação são copiados do servidor que atende ao aprendiz para o seu dispositivo e então, é executada a aplicação.

Como foi dito acima, para a utilização ainda do *middleware* pelo usuário, faz-se necessário que estejam rodando no seu dispositivo alguns dos serviços definidos por aquele. Para a implantação e execução do U-inContext foram utilizados os serviços *Executor*, *Worb*, *CIB* (*Cell Information Base*), *Logger*, *Code Repository* (também referenciado como BDA) e *Gatekeeper*. Maiores detalhes sobre esses serviços podem ser obtidos em (YAMIN, 2004).

Assim como o servidor que provê os serviços, o nodo móvel onde o aprendiz se encontra também possui um perfil de execução, que parametriza os serviços que estão executando nele. O perfil utilizado para os nodos móveis está detalhado no Anexo A.

5.3 A integração com o protótipo do Módulo Educacional Gerencia Contexto

Uma questão importante a ser ressaltada é a integração deste trabalho com o trabalho de Jader Marques da Silva (2006). Os trabalhos foram desenvolvidos em paralelo e possuem um alto grau de integração de seus componentes. A aplicação UinContext só é viável em função do Módulo Educacional Gerencia Contexto desenvolvido. O contrário também se aplica. Em função do entrosamento constante entre os trabalhos no desenvolvimento dos mesmos, nenhum dos aspectos dependentes ficou prejudicado. Para a etapa de validação, é fundamental a integração dos trabalhos, considerando que a aplicação necessita do Módulo para obter as informações de contexto enquanto o Módulo deverá ter a aplicação como sua interface.

Abaixo é apresentado um exemplo de um trecho de código em que o U-inContext (chamado no código de AP) está se comunicando com o Módulo Educacional Gerencia contexto. Esse exemplo foi desenvolvido por Silva (2006).

Trecho de código executado pelo Módulo Gerencia Contexto

```

1 //declara o pacote globaledu.me
2 package globaledu.me;
3 //realize os imports necessários
4 import globaledu.common.*;
5 //classe de comunicacao do me
6 public class CommunicationImplModulo implements Communication {
7     //o me inicializa a escuta
8     public CommunicationImplModulo() {

```

```

9         startConnection();
10    }
11    //indica ao middleware que o me está inicializado
12    public void startConnection(){
13        ExehdaUtil.export(this);
14    }
15    //metodo que é invocado pelo AP
16    public Message processMessage(Message msg){
17        //performativa
18        int p;
19        //processando a mensagem
20        processMessage();
21        //verificar qual a performativa
22        p = msg.getPerformative();
23        //processar internamente
24        processPerformative(p);
25        //retorna a msg para o AP
26        msg.setPerformative(Performatives.OK);
27        //o retorno vai ser utilizado por quem me chamou
28        System.out.println("Mensagem processada");
29        return msg;
30    }
31 }

```

Trecho de código executado pelo AP

```

32 //declara o pacote globaledu.me
33 package globaledu.ap;
34 //realiza os imports necessários
35 import globaledu.commons.*;
36 import java.lang.*;
37 //classe principal
38 public class MainAP {
39     public static void main( String[] args ){
40         //instancia um objeto comunicação
41         Communication c = new CommunicationImplAP();
42         //cria a mensagem
43         Message m = new Message();
44         //seta quem está enviando a mensagem
45         m.setSender("cassia");
46         //seta a performativa que está sendo enviada na mensagem
47         m.setPerformative(Performatives.REQ_CONTEXTO);
48         //envia a mensagem para o módulo gerencia contexto
49         Message resp = c.sendMessage(m);
50     }
51 }

```

Antes de iniciar qualquer comunicação, o Módulo Educacional (ME) Gerencia Contexto deve iniciar sua escuta. Isto pode ser observado nas linhas 8 a 14. A partir deste instante, já pode ocorrer uma comunicação entre o UinContext e o ME. Nas linhas 41 a 48 o UinContext realiza os seguintes processos: instancia um objeto comunicação, cria uma mensagem, seta quem está enviando a mensagem e seta a performativa que será enviada. Na linha 49 o UinContext envia a mensagem para o ME, através da invocação do método remoto que está na linha 16. Na linha 20 o ME processa a mensagem. Na linha 22 o ME obtém qual performativa foi enviada. O processamento da performativa recebida pelo ME é realizado na linha 24. Já na linha 26 o ME retorna uma mensagem ao UinContext com uma performativa indicando que recebeu a mensagem com sucesso.

Outro exemplo de integração entre os trabalhos dá-se através do cenário de validação proposto por Barbosa (2006d) e também apresentado em Silva (2006):

“Ao entrar no prédio1, o sistema avisa ao aluno X em seu PDA, que o professor de Paradigmas, assunto que está sendo estudado por ele, estará na sala 311- em 30 minutos. Avisa também que à tarde será realizada uma palestra sobre Programação Orientada a Objetos na sala 526-1. Além disso, avisa quais os aprendizes presentes no prédio e onde eles se encontram.”

Para complementar a compreensão das ações descritas no cenário, a figura 27 apresenta um diagrama de atividades que demonstra as ações deste cenário. Essa figura foi desenvolvida por Silva (2006). Em função disso, o U-inContext é denominado “AP”. Ressalta-se, neste caso, as funcionalidades disparadas no Módulo Educacional Gerencia Contexto e na aplicação.

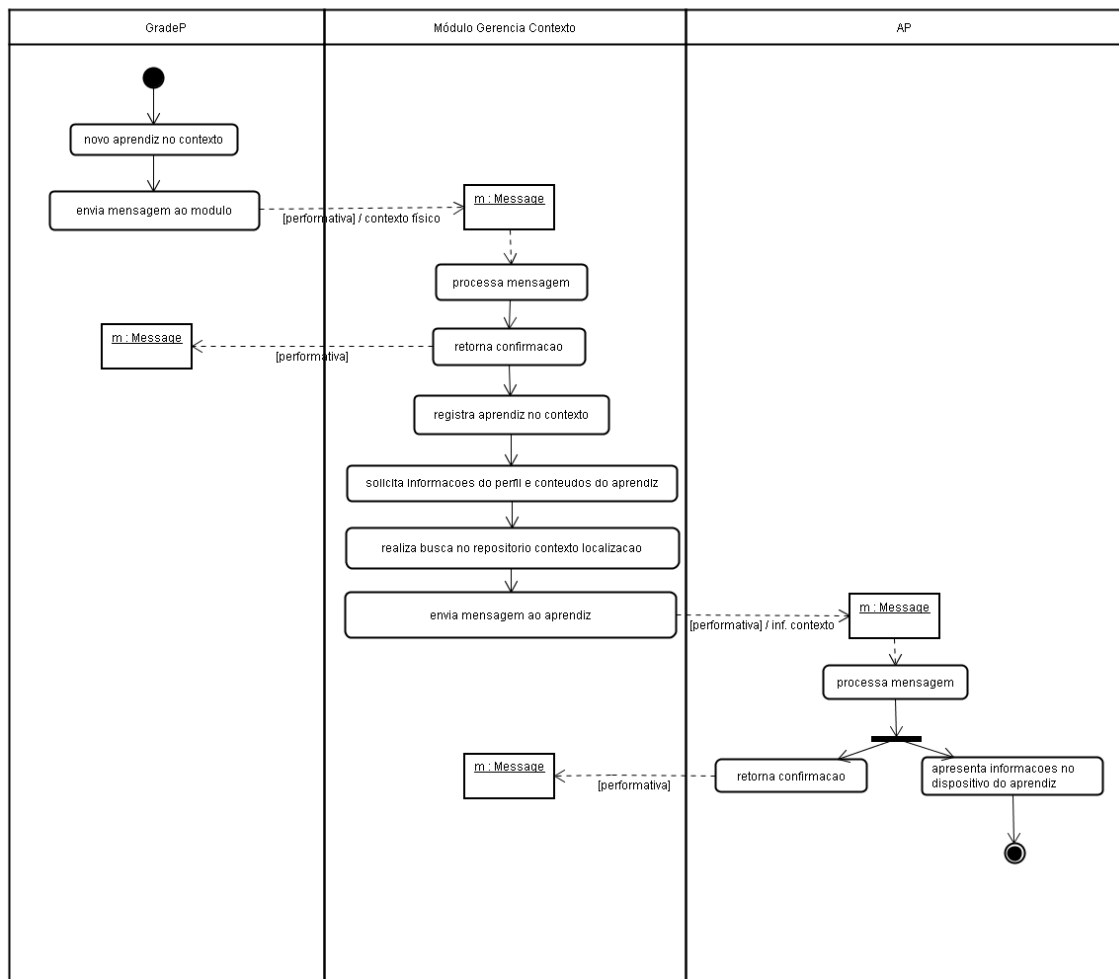


Figura 27: Diagrama de atividades do cenário integrando os dois trabalhos

FONTE: (SILVA, 2006)

5.4 Avaliação

A avaliação do protótipo será realizada a partir do cenário proposto por Barbosa (2006d) (ver apêndice C) e a sua execução em um ambiente *pervasivo*. Este cenário contou ainda com a participação do trabalho desenvolvido por Silva (2006), a fim de avaliar também a integração e interação dos dois componentes. Para a validação desse trabalho e do trabalho de Silva (2006), foi elaborado um cenário específico, envolvendo espaços do campus Unilasalle, conforme destacado a seguir:

“Joãozinho e Joaquina são alunos do curso de Ciência da Computação do Unilasalle. Joãozinho optou no seu curso pela habilitação em redes enquanto Joaquina gosta de programação optou pela habilitação em software. Joãozinho precisa realizar um trabalho sobre comunicação utilizando a linguagem C e decide ir ao campus pesquisar sobre o assunto. Ao chegar à biblioteca, ele é informado através do seu dispositivo móvel, que a biblioteca possui um livro sobre a linguagem C. Enquanto estuda, o seu dispositivo móvel informa que sua colega Joaquina acabou de entrar na biblioteca e que ela possui conhecimento sobre a linguagem C. Joaquina, que foi a biblioteca procurar alguns livros sobre Java, é informada que a biblioteca possui vários materiais sobre a linguagem Java. Enquanto Joaquina procura os materiais, Joãozinho vai conversar com Joaquina para ver se ela pode ajudá-lo em seu trabalho. Joaquina senta-se com Joãozinho para ver o que ele precisa. Joaquina aconselha seu colega a procurar o professor Bob, que solicitou o trabalho. Como Joaquina também precisa tirar uma dúvida com sua Professora Ada, que ministra a disciplina de Java, os dois decidem ir a sala dos professores.

Ao chegarem à sala dos professores, o sistema informa no dispositivo do Joãozinho que o Professor Bob não se encontra mais na sala, mas acabou de ir para a sala de EAD. Já no dispositivo da Joaquina, ela é informada que a professora Ada está no local. Então Joaquina permanece no local para tirar suas dúvidas enquanto Joãozinho dirige-se à sala de EAD.

Quando Joãozinho chega à recepção da sala do EAD, o professor Bob é informado em seu desktop que seu aluno Joãozinho está com dúvida em seu trabalho. Como está em uma vídeo-conferência naquele instante, Joãozinho recebe a informação no seu dispositivo que o Professor não poderá atendê-lo naquele momento. “Alguns minutos depois, Joãozinho recebe em seu dispositivo a informação de que o professor pode atendê-lo.”

Assim, a metodologia desta avaliação consiste em um cenário informal, já considerando a infra-estrutura existente. Os itens a serem avaliados serão:

- Informação de presença de aprendizes no contexto;
- Informação de disponibilidade do aprendiz;
- Relacionamento entre aprendizes;
 - Relacionamento por semelhança;
 - Relacionamento por complementaridade;
 - Relacionamento anterior;
- Informa contexto conforme perfil do aprendiz

Seguindo o plano de validação do GlobalEdu, os itens acima serão avaliados através de um questionário a ser aplicado (Apêndice C) aos participantes do experimento. Este instrumento será aplicado em um grupo de seis alunos do curso de Ciência da Computação, que estejam em semestres distintos. O resultado da análise dos dados coletados será apresentado para a banca no dia da defesa deste trabalho.

Como já destacado, a validação do U-inContext será feita usando o mesmo cenário que será aplicado ao trabalho de Silva (2006). Cabe ao U-inContext prover a interface com o aprendiz, e deste com o sistema, dos serviços providos pelo Módulo Educacional Gerencia Contexto e com o *middleware* de execução.

5.5 Considerações sobre o capítulo

Este capítulo apresentou a implementação da aplicação UinContext, abordando sua integração com o *middleware* de execução e com o trabalho de Silva (2006). Além disso, o cenário que será utilizado para validação foi apresentado. Vale ressaltar que essa validação será realizada até a defesa deste trabalho e seus resultados serão apresentados nesta data e inseridos neste capítulo.

O próximo capítulo apresenta os trabalhos relacionados e uma comparação destes com este trabalho.

6 TRABALHOS RELACIONADOS

The only source of knowledge is experience.
- Albert Einstein

Como foi citado na seção 1.3, foram estudadas quatro aplicações conscientes do contexto que foram apresentadas por (OGATA, 2004), (LONSDALE, 2005), (NAISMITH, 2005a, NAISMITH, 2005b) e (ROGERS, 2005). Neste capítulo será apresentada uma descrição de cada um destes trabalhos e ao final, uma comparação dos principais aspectos destes com o presente trabalho.

JAPELAS (*Japanese Polite Expressions Learning Assisting System*) é o sistema apresentado por (OGATA, 2004). Este é caracterizado como um sistema consciente do contexto, pois trata das informações de acordo com... Este sistema auxilia estudantes estrangeiros a utilizar corretamente expressões de tratamento em japonês, pois como o próprio autor relata, elas são fortemente influenciadas por situações.

Cada estudante porta em seu PDA (*Personal Digital Assistant*) o sistema e ainda informa dados básicos como: nome, idade, sexo, profissão, etc. Ao encontrar-se com outra pessoa que também esteja portando seu PDA com o JAPELAS, o sistema compara os dados pessoais dos usuários e assim, sugere expressões a serem utilizadas.

O trabalho apresentado em (LONSDALE, 2005) está integrado ao projeto MOBIlearn (LONSDALE, 2003) e descreve um sistema que é utilizado em galerias de arte, voltado para a educação móvel (*Mobile Learning*). Os visitantes, equipados com *smart phones*, recebem informações de peças da galeria de acordo com sua posição no recinto. O sistema também é capaz de perceber se o usuário teve um interesse maior em uma determinada obra, analisando o tempo que ele permaneceu em sua frente. Com esta informação, o sistema pode indicar ao usuário sugestões de outras peças relacionadas ou ainda outras produções do mesmo artista para que ele também visite na galeria. Este tipo de ação do sistema pode fazer com que o usuário tenha uma visita guiada e que corresponda a seus interesses.

O contexto, para esta aplicação, é utilizado de duas maneiras: como forma de seleção de conteúdo, e como uma ferramenta de navegação (LONDSDALE, 2005). A idéia deste projeto é tornar a interação do usuário com a aplicação facilitada, pois dispositivos móveis, como *smart phones*, nem sempre são cômodos de se usar, principalmente quando existem muitas informações a se manipular. A interação, neste caso, é feita utilizando-se os movimentos físicos do usuário no espaço.

CAERUS é o trabalho relatado por (NAISMITH, 2005a, NAISMITH, 2005b) que também considera o movimento do usuário como forma de interação com o sistema. Este é um sistema consciente do contexto com aplicações turísticas e educacionais. Seu uso é dito *outdoor*, pois é utilizado em ambientes abertos. Esta aplicação é direcionada para usuários que estejam portando dispositivos móveis e tem como objetivo apresentar informações sobre o ambiente em que ela se encontra. No seu dispositivo, o usuário tem a visão de um mapa, indicando o local onde ele está, e ainda tem a sua disposição conteúdo multimídia que está relacionado ao seu contexto. Esse conteúdo pode estar disponível ao usuário de três tipos diferentes, para que ele possa escolher se deseja ler, ouvir ou escutar.

Para o CAERUS, a mobilidade do usuário é muito importante, pois é em função dela que são apresentadas as informações ao usuário. À medida que o usuário movimenta-se pelo espaço, visualiza no mapa sua posição, e pode ir explorando os conteúdos que estão sendo recebidos.

Já Rogers (2005) em seu trabalho descreve o Ambient Wood, um sistema direcionado para crianças que tem como objetivo encorajá-las à exploração e busca em um ambiente ao ar livre (*outdoor*) e também *indoor*. Portando dispositivos móveis, elas interagem com o ambiente, recebendo informações sobre uma árvore quando chegam próximas a ela, por exemplo.

Toda uma infra-estrutura é montada a fim de que a interação das crianças com o ambiente possa ser enriquecedora. Objetos são equipados com sensores RFID (*Radio Frequency Identification*), e informações sobre eles são transmitidas para dispositivos próximos, com isso a criança sente-se motivada a observar e descobrir. Também são utilizados monitores e outros recursos em um ambiente *indoor*, a fim de complementar os dados recebidos ao ar livre (ROGERS, 2005).

Os autores destacam também a interação que as crianças realizam entre elas próprias. Por exemplo, com a descoberta de uma nova informação em um determinado local, elas sentem-se motivadas a mostrarem para outras a novidade.

Abaixo (tabela 1), é mostrada uma tabela comparativa, envolvendo algumas características dos sistemas apresentados e a aplicação U-inContext.

Característica	JAPELAS	Aplicação – projeto MOBIlearn	CAERUS	Ambient Wood	U-inContext
Utiliza um modelo de dados do usuário	x				x
Disponibiliza informações conscientes do contexto	x	x	x	x	x
Disponibiliza informações de acordo com o perfil do usuário	x	x			x
Possibilita interação com objetos				x	
Adapta-se ao dispositivo do usuário	x				x
Possibilita ao usuário um conhecimento de sua posição física			x		

Tabela 1: Comparativo entre os projetos estudados e a aplicação U-inContext

Pode-se dizer que a aplicação do projeto MOBIlearn, que foi aplicada em uma galeria de arte, disponibiliza informações de acordo com o perfil do usuário, mas em partes, pois não há um modelo de dados do usuário. O que esta aplicação faz é a inferência de interesses da pessoa, como por exemplo, deduzindo que ela possui um maior interesse em uma determinada obra, pois deteve-se próxima a ela por tempo maior que em outras..

Por permitir ao usuário o conhecimento de sua posição física em relação ao todo, a aplicação CAERUS, como seus próprios autores relatam, pode ser utilizada com sucesso envolvendo objetivos turísticos. Tendo a sua disposição um mapa, os usuários podem explorar o local onde estão de maneira facilitada e ainda contam com informações pertinentes ao contexto em que se encontram.

Apesar de o sistema *Ambient Wood*, disponibilizar diversos tipos de dispositivos a seus usuários, não podemos afirmar que há uma adaptação de conteúdo ao dispositivo que o usuário está portando, pois este não “pertence” ao usuário. Há conteúdos que são apresentados em um PDA, por exemplo, e outro conteúdo que só é exibido em um monitor. O que há aqui é um oferecimento de diversos tipos de informações, cada uma sendo visualizada em uma determinada condição e *hardware*.

A aplicação U-inContext assemelha-se à JAPELAS quando comparamos suas funcionalidades. Porém, uma diferença é o fato de JAPELAS tratar de um domínio específico: o aprendizado de uma língua. Já U-inContext, por estar integrada a uma infra-estrutura que

suporta processos educacionais em escala global, o GlobalEdu, não restringe seu domínio a um tema específico.

6.1 Considerações sobre o capítulo

Este capítulo procurou apresentar alguns dos trabalhos e projetos envolvidos na pesquisa do referencial teórico do presente trabalho, e ainda algumas de suas principais características. Foi exibido também um breve comparativo destes projetos com a aplicação U-inContext, de modo a confrontar as funcionalidades entre estes.

O próximo capítulo tem como objetivo dar um fechamento ao trabalho aqui apresentado, destacando suas principais contribuições, limitações, bem como sugestões de trabalhos futuros.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Hoje, a computação *pervasiva* já pode ser considerada uma realidade. Não correspondendo aos cenários vislumbrados por Weiser na década passada, mas sim, como uma etapa para se chegar a tal. Etapa esta que já está sendo aplicada e não se restringe somente ao meio acadêmico ou educacional, como pode ser observado em vários trabalhos estudados. Existem projetos e propostas onde utiliza-se este conceito nas mais diversas áreas como: turismo, saúde, *marketing*, entre outras.

O presente trabalho focou-se no estudo da computação *pervasiva* aplicada à educação, por estar inserido dentro do projeto GlobalEdu.

7.1 Contribuições

Pode-se destacar o objetivo inicialmente definido de auxiliar na avaliação do modelo de consciência do contexto e da mobilidade do aprendiz, proposto pelo GlobalEdu, como principal contribuição deste trabalho. Através da modelagem de um protótipo, que implementa algumas das funcionalidades do Agente Pedagógico e sua execução em um ambiente *pervasivo*, foi possível avaliar alguns aspectos desejados deste processo.

É importante também ressaltar a contribuição do presente trabalho na área educacional, cooperando com uma aplicação que suporta uma aprendizagem colaborativa, já que o aprendiz possui autonomia suficiente para selecionar e pesquisar informações e pessoas. E ainda, facilitando a interação entre aprendizes. Utilizando-se do paradigma da Computação *Pervasiva*, torna-se possível o “aprender de forma contínua e contextualizada”, pois a mobilidade e o contexto do aprendiz são considerados elementos do processo educativo.

7.2 Limitações e Dificuldades Encontradas

O fato de o presente trabalho estar inserido em um projeto em andamento tornou sua execução não trivial. Não foram muitos os projetos semelhantes encontrados para realizar uma comparação e confrontar idéias. Com isso, as referências foram, de certa forma, limitadas a um grupo reduzido de autores.

Foi necessária também uma demanda de tempo de estudo do *middleware* utilizado para a avaliação do protótipo. Algo que não era exatamente o foco do trabalho, mas tornou-se de extrema importância para o efetivo funcionamento da aplicação.

Uma dificuldade encontrada foi obter uma infra-estrutura que oferecesse suporte técnico adequado para a realização dos testes e avaliação, como foi descrito na seção 5.2. Fato que atrapalhou consideravelmente a execução de testes para avaliação do protótipo proposto e dos serviços, mas que foi contornado procurando-se espaços alternativos.

7.3 Trabalhos Futuros

Entende-se que a computação *pervasiva* ainda está em crescimento, portanto nenhum trabalho é auto-contido. O próprio projeto GlobalEdu abre portas para várias linhas de pesquisa como por exemplo, a capacidade de inferir o comportamento do aprendiz, em função de seu histórico. Além disso, a partir da implementação dos demais módulos do GlobalEdu, a aplicação UinContext pode ser aperfeiçoada e novas funcionalidades inseridas.

A área de computação *pervasiva* aplicada à educação é recente e está em pleno desenvolvimento, tanto em relação à infra-estruturas de suporte quanto aplicações voltadas para esta área. Este trabalho é apenas a continuidade de um projeto maior, o GlobalEdu, e espera-se que sirva como motivação para trabalhos futuros.

REFERÊNCIAS

AUGUSTIN, I. **Abstrações para uma linguagem de programação visando aplicações móveis em um ambiente de pervasive computing**. 2004. 194f. Tese. (Doutorado em Ciência da Computação) – Instituto de Informática, UFRGS, Porto Alegre.

BARBOSA, Débora Nice Ferrari; GEYER, Cláudio Fernando Resin; BARBOSA, Jorge Luis Victória. *GlobalEdu - an architecture to support learning in a Pervasive Computing Environment*. In: IFIP TC10 Working Conference: EduTech 2005, 2005, Perth. New Trends and Technologies in Computer-Aided Learning for Computer-Aided Design. New York: Springer, 2005. p. 1-10.

BARBOSA, Débora Nice Ferrari; GEYER, Cláudio Fernando Resin; BARBOSA, Jorge Luis Victória. *Uma proposta de agente pedagógico pessoal pervasivo - consciência da mobilidade e do contexto do aprendiz*. In: Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 2005, Juiz de Fora. XVI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2005. v. I. p. 63-73.

BARBOSA, Débora Nice Ferrari; BARBOSA, Jorge Luis Victória; AUGUSTIN, Iara; YAMIM, Adenauer Correia; SILVA, Luciano C; GEYER, Cláudio Fernando Resin. *Learning in a Large-Scale Pervasive Environment*. In: 2nd IEEE International Workshop on Pervasive Computing, 2006, Pisa. Proceedings of the 2nd PerEl. (to appear). New York: IEEE Press, 2006a.

BARBOSA, D. N. F. Aspectos em Direção a Educação Pervasiva. Tese de Doutorado (em andamento): capítulo 2. Julho de 2006b.

BARBOSA, D. N. F. GLOBALEDU: aspectos gerais. Tese de Doutorado (em andamento): capítulo 3. agosto de 2006c.

BARBOSA, D. N. F. GLOBALEDU: aspectos de modelagem. Tese de Doutorado (em andamento): capítulo 4. setembro de 2006d.

BECKER, F. **Educação e construção do conhecimento**. Porto Alegre: Artmed Editora, 2001.

CALVI, Camilo Zardo; PESSOA, Rodrigo Mantovaneli; PEREIRA FILHO, José Gonçalves. *Um Interpretador de Contexto para Plataformas de Serviços Context-Aware*. In.: Anais do XXV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação (CSBC'05) e XXXII Seminário Integrado de Software e Hardware (SEMISH'05), São Leopoldo, RS, 2005.

CHEN, Guanling; KOTZ David, A *Survey of Context-Aware Mobile Computing Research*. Dartmouth College, 2000. Disponível em: <<http://shamir.eas.asu.edu/~cse591uc/papers/chen00survey.pdf>>

CHEN, Harry; FININ, Tim; JOSHI, Anupam. *Semantic Web in a Pervasive Context-Aware Architecture*. In: Artificial Intelligence in Mobile System. **Proceedings...** UBICOMP, 2003., Seattle, Oct.,2003

CHEN, Y.S., KAO, T.C.,SHEU, J. P., CHIANG, C. Y. *A Mobile Scaffolding-Aid-Based Bird-Watching Learning System*. In: International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education - WMTE'2002, p. 15-22, **IEEE Computer Society Press**, 2002.

COATTA, T. & KAUFMANN, R. *A New Platform for Pervasive Learning*. In P. Kommers & G. Richards (Eds.), *Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications 2003* (pp. 742-745). Chesapeake, VA: AACE.

COULORIS, G.; DOLLIMORE, J. KINDBERG, T. **Distributed Systems: Concepts and Design** (Fourth Edition). Addison-Wesley, 2005. 944p.

DAGGER, D.; WADE, V.; CONLAN, O. Towards “anytime, anywhere” Learning: The Role and Realization of Dynamic Terminal Personalization in Adaptive eLearning. In: *World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunication, 2003. Proceedings...* Hawaii, 2003.

FAGERBERG,T.; REKKEDAL,T.; RUSSEL, J. Designing and trying out a learning environment for mobile learners and teachers. Departament for research e development, NKI distance education, 2002.

FOSTER, I.; KESSELMAN, C.; TUECKE, S. The anatomy of the Grid: enabling scalable virtual organization. *International Journal of High Performance Computing Applications*. V.15, n.3, p.200-222, 2001.

FURBERG, A. L.; BERGE, O.; LUNDBY, K.; SMORDAL, O. KNOWMOBILE – Exploring the potential of handhelds devices in learning situations. R&D Report R 26/2002. ISBN 82-423-0538-2, ISSN 1500-2616. July, 2002, Norwegian.

GARLAN, D.; STEENKISTE, P.; SCHMERL, B. *Project Aura: Toward Distraction-free Pervasive Computing*. **IEEE Pervasive Computing**, New York, v.1, n.3, Sep. 2002.

HIGHTOWER, J.; BORRIELLO, G. “A Survey and Taxonomy of Location Systems for Ubiquitous Computing”, *Extended paper from Computer*, 34(8), Agosto 2001, pp.57-66

GEYER, Cláudio. GT 04: Computação em Grade Pervasiva- GRADEp. P3.1 – Documento de Projeto Piloto, 2005 (Relatório Técnico).

GOODYEAR, P. *Environments for lifelong learning: Ergonomics, architecture and education design*. In J. Spector & T. Anderson (Eds.), *Integrated and holistic perspectives on learning, instruction and technology: Understanding complexity* (pp. 1-18). Dordrecht: Kluwer Academic, 2000.

JUDE - UML Modeling Tool. Disponível em: <<http://jude.change-vision.com/jude-web/index.html>>

LONDSDALE, P., BABER, C., SHARPLES, M., and ARVANITIS, T. *A context awareness architecture for facilitating mobile learning*. In Proceedings of MLEARN 2003, London, LSDA.

LONDSDALE, Peter; BEALE, Russell; BYRNE, Will. *Using context awareness to enhance visitor engagement in a gallery space*. HCI2005 (Human-Computer Interaction), 2005, Edinburgh, England. Disponível em: <<http://www.cs.bham.ac.uk/~rxb/Online%2520papers/HCI2005-crc.pdf>>

MARTINS, Marcus Vinícius Lewis. *Interoperabilidade entre repositórios de objetos de aprendizagem considerando consciência do contexto*. Artigo disciplina de Pesquisa em Ciência na Computação (em andamento), Curso de Ciência da Computação, UNILASALLE, Canoas, 2006.

MOREIRA, Marco Antônio. **Aprendizagem significativa**. Brasília: Editora Universidade de Brasília. 1999. 129p.

NAISMITH, Laura and SMITH, Pamela. *Context-Sensitive Information Delivery to Visitors in a Botanic Garden*.

NAISMITH, L., SHARPLES, M. and TING, J. *Evaluation of CAERUS: A Context Aware Mobile Guide*. mLearn 2005 - Mobile technology: The future of learning in your hands, Cape Town, South Africa, 2005a.

NAISMITH, L., TING, J. and SHARPLES, M. *CAERUS: A context aware educational resource system for outdoor sites*. CAL '05 Virtual Learning. 4-6 April, University of Bristol, UK, 2005b.

OGATA, Hiroaki and YANO, Yoneo. 2004. Context-Aware Support for Computer-Supported Ubiquitous Learning. In *Proceedings of the 2nd IEEE international Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education (Wmte'04)* (March 23 - 25, 2004). WMTE. IEEE Computer Society, Washington, DC, 27.

OMG (Object Management Group) – UML (*Unified Modeling Language*), 2006. Disponível em: <<http://www.uml.org/>>

Oppermann, R. & Specht, M. *A Nomadic Information System for Adaptive Exhibition Guidance*. ICHIM 99, Archives & Museum Informatics, 1999, Washington, D.C. 103-109.

PEREIRA FILHO, José Gonçalves; PESSOA, Rodrigo Mantovaneli; CALVI, Camilo Zardo; OLIVEIRA, Natalia Quirino; et al. Infracore: Um Middleware de Suporte a Aplicações Móveis Sensíveis ao Contexto. In: 24º Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores (SBRC 2006). Curitiba-PR, 2006. (short paper)

PRICE, S.; ROGERS, Y. Let's get physical: the learning benefits of interacting in digitally augmented spaces. **Computers & Education**, n.43, 2004. p.137-151.

Remote Method Invocation (RMI) - Sun Developer Network (SDN). Disponível em: <<http://java.sun.com/javase/technologies/core/basic/rmi/index.jsp>>

ROMAN, M.; et al. *A Middleware Infrastructure to Enable Active Spaces*. **IEEE Pervasive Computing**, New York, v.1, n. 4, Dec. 2002.

ROGERS, Yvonne; et al. Ubi-learning Integrates Indoor and Outdoor Experiences. *ACM Communications*, v. 48, n. 1, jan. 2005. p.55-59.

ROSCELLE, J., PEA, R. A walk on the WILD side: How wireless handhelds may change computer-supported collaborative learning. In: *International Conference on Computer-Supported Collaborative Learning*, Boulder. Proceedings... Colorado, jan. 2002.

SILVA, Jader Marques da. *Gerência de Contexto em um Ambiente de Educação Pervasiva*. Monografia (em andamento), Curso de Ciência da Computação, UNILASALLE, Canoas, 2006.

SATYANARAYANAN, M. *Pervasive Computing: Vision and Challenges*. **IEEE Personal Communications**, New York, v.4, n.8, Aug. 2001. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/abs_free.jsp?arNumber=943998>

SAHA, Debashis; MUKHERJEE, Amitava. *Pervasive Computing: A Paradigm for the 21st Century*. *IEEE Computer*, New York: IEEE Computer Society, 2003, v.36, n.3, p.25-31. Disponível em: <<http://www.cs.ucla.edu/classes/spring03/cs239/15/papers/saha03.pdf>>

SYVÄNEN, A. et al. *Supporting Pervasive Learning Environments: Adaptability and Context Awareness in Mobile Learning*. *IEEE International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education - WMTE'05*, Japan, p. 251-253, 2005. Disponível em: <<http://doi.ieeecomputersociety.org/10.1109/WMTE.2005.62>>

Sun Microsystems, Inc. – Java Technology, 2006. Disponível em: <<http://java.sun.com/>>

TATAR, D.; ROSCELLE, J., VAHEY, P.; PENUEL, W. Handhelds go to school: Lessons Learned. **SRI International Journal Computer**, sep., 2003, p.30-37

TOIVONEN, S.; KOLARI, J.; LAAKKO, T. Facilitating Mobile Users with Contextualized Content. In: *Artificial Intelligence in Mobile System Workshop*, 2003. **Proceedings...** Seattle, oct. 2003.

YAMIN, A. **Arquitetura para um Ambiente de Grade Computacional direcionado às Aplicações Distribuídas, Móveis e Conscientes do Contexto da Computação Pervasiva**. 2004. 194f. Tese. (Doutorado em Ciência da Computação) – Instituto de Informática, UFRGS, Porto Alegre.

YIN, C., OGATA, H., YANO, Y. Supporting Japanese Polite Expressions Learning Using PDA towards Ubiquitous Learning, **The Journal of Information and Systems in Education**, Vol.3, No.1, pp.33-39, 2005. Disponível em: <<http://doi.ieeecomputersociety.org/10.1109/WMTE.2005.68>>

WEISER, Mark. 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>>

WEISER, M, BROWN, J.S. *The Coming Age of Calm Technology*. In Denning, P.J., Metcalfe, R.M. (editors), *Beyond Calculation: The Next Fifty Years of Computing*. Copernicus, 1996.

APÊNDICE A – Guia de instalação e configuração do GRADEp

- 1 - Sistema Operacional utilizado
 - Ambiente: Ubuntu Hoary Hedgehog 5.04 Linux 2.6.10-5 386
- 2 - Download e instalação do middleware GRADEp
 - Baixar em /etc o arquivo gradep-20051005.tar.gz
 - Descompactar:


```
#gunzip gradep-20051005.tar.gz
#tar -xvf gradep-20051005.tar
```
 - Os arquivos serão descompactados na pasta gradep
- 3 - Instalação do Java (versão utilizada 1.5.9)
 - Baixar o binário do site da Sun
 - Dar permissão de execução ao arquivo:


```
#chmod +x jdk-1_5_0_<version>-linux-i586.bin
```
 - Executar o arquivo:


```
#./jdk-1_5_0_<version>-linux-i586.bin
```
- 4- Configuração das variáveis de ambiente
 - Como root, acessar o arquivo /etc/profile
 - Adicionar as seguintes linhas antes das variáveis PATH do arquivo:


```
JAVA_HOME=/usr/jdk1.5.0_05 {o caminho onde o jdk foi instalado}
CLASSPATH=.:$CLASSPATH
```
 - Adicionar a seguinte linha abaixo de todas as variáveis PATH:


```
PATH=$JAVA_HOME/bin:$PATH
```
 - Obs.: salvar o arquivo e fechar o *shell* para que as variáveis possam ser atualizadas.
- 5 - Verificando a instalação do Java
 - Digite o comando abaixo:


```
#echo $JAVA_HOME
```

 Deverá mostrar o caminho onde o JDK foi instalado.
- 6 - Instalando o Ant (utilizando apt-get)
 - No shell, instale via apt-get:


```
#apt-get install ant
```
 - Para configurar variáveis de ambiente, abra o arquivo /etc/profile, como root, e defina a variável ANT_HOME com o caminho de instalação do Ant (obs.: a variável deve estar antes do JAVA_HOME):


```
ANT_HOME=/usr/share/ant
```
 - Logo abaixo do PATH onde estão JAVA_HOME, coloque:


```
PATH=$PATH:$ANT_HOME/bin
```
 - Para testar, faça como no JAVA_HOME:


```
#echo $ANT_HOME
```
 - Digite ant no shell:


```
#ant
```

 Deverá aparecer uma mensagem como esta: (Não indica erro)


```
# Buildfile: build.xml does not exist!
# Build failed
```

 Isso significa que o Ant esta instalado corretamente.
- 7 - Instalando o OpenLDAP (versão instalada: 2.2.26-3)
 - No shell, instale via apt-get:


```
#apt-get install slapd
```

 Será solicitada uma senha de administrador na hora da instalação do pacote.
 - Instale ainda o pacote ldap-utils, que contém ferramentas

- ```
necessárias ao funcionamento do OpenLDAP
#apt-get install ldap-utils
(obs.: instalada a versao 2.2.26-3 do ldap-utils)
```
- Tente iniciar o servidor ldap:

```
#./slapd start
```

 Se encontrar essa mensagem:

```
Starting OpenLDAP: (db4.2_recover not found), slapd.
```

 Então é necessário instalar o db4.2-util:

```
#apt-get install db4.2-util
```
  - Tente iniciar novamente:

```
#./slapd restart
```

 A mensagem recebida deve ser essa:

```
#Stopping OpenLDAP: slapd.
#Starting OpenLDAP: running BDB recovery, slapd.
```
- 8 - Configurando o OpenLDAP
- Localize o arquivo ldap.conf, por exemplo em /etc/ldap.
  - Acrescente a linha da BASE no arquivo:

```
BASE dc=ead-2, dc=unilasalle, dc=edu, dc=br
```

 Ou mais simplificado...

```
BASE dc=unilasalle
```
  - Agora, edite o arquivo slapd.conf que esta no mesmo diretório
 Sete a informação indicada pela seguinte linha:

```
The base of your directory in database #1
```

 Deste modo:

```
{ex.: suffix "dc=ead-2,dc=unilasalle,dc=edu,dc=br"}
Suffix "dc=unilasalle"
```

 Coloque ainda nas ultimas linhas o usuario root:

```
{ex.: rootdn "cn=admin,dc=ead-2,dc=unilasalle,dc=edu,dc=br"
rootpw xxxxxx}
root "cn=admin,dc=unilasalle"
rootpw secret
```
  - No início do arquivo, inclua o schema do exehda:

```
include /etc/ldap/schema/exehda.schema
```
  - Agora, vamos copiar o exehda.schema para o diretório do ldap.
 Localize-o no diretório extras dos arquivos de instalação e
 copie-o para o local indicado no include.
  - Vamos verificar agora se o já estamos com o nodo raiz, através
 deste comando:

```
ldapsearch -x -LLL -b "dc=unilasalle" '(dc=unilasalle)' dn
```

 Se a mensagem que foi retornada for:

```
No such object (32)
```

 Quer dizer que realmente teremos que criar o nosso nodo raiz.
  - Isso é feito com o script create-root.sh que esta no diretório
 extras dos arquivos de instalação do GRADEp. (no nosso caso,
 /etc/grade/extras)
  - Temos que passar por parâmetro quatro informações:
    - \$1: dn do administrador
    - \$2: suffix a usar
    - \$3: o parâmetro "o"
    - \$4: o "dc"
- Exemplo (retirado do guia do OpenLDAP):
- Conteudo do arquivo LDIF:
- ```
dn: dc=<MY-DOMAIN>,dc=<COM>
objectclass: dcObject
objectclass: organization
o: <MY ORGANIZATION>
dc: <MY-DOMAIN>
dn: cn=Manager,dc=<MY-DOMAIN>,dc=<COM>
objectclass: organizationalRole
cn: Manager
```

Exemplo com valores:

```
dn: dc=example,dc=com
objectclass: dcObject
objectclass: organization
o: Example Company
dc: example
dn: cn=Manager,dc=example,dc=com
objectclass: organizationalRole
cn: Manager
```

Comando utilizado:

```
#./create-root.sh cn=admin,dc=unilasalle dc=unilasalle Global
unilasalle
```

```
#Enter LDAP Password:
```

```
#adding new entry "dc=unilasalle"
```

- Configurando o arquivo exehda-services.xml

A partir do arquivo exehda-services.xml.example

Corrigir o <PROP name="backEnd.impl"...>

O correto é HashtableBackEnd (estava como HashtableBackend)

O restante dos serviços devem ser configurados de acordo com a demanda da base a ser instalada.

9 - Criando pastas

- Foram criadas manualmente as seguintes pastas:

```
# gradep/var/run
```

```
# gradep/avu
```

```
# gradep/avu/docroot
```

```
# gradep/bda
```

```
# gradep/bda/docroot
```

10 - Rodando o GRADEp

- Iniciamos os serviços do middleware através do script gradep-start que está na pasta bin da instalação do GRADEp (../gradep/bin).

Como parâmetro devemos passar o perfil de execução que desejamos inicializar. Este perfil deve estar descrito no arquivo exehda-services.xml

Exemplo:

```
# ./gradep-start --profile globaledu-base
```

- Todos os logs gerados pelo middleware encontram-se no arquivo exehda.log, que é armazenado na pasta ../gradep/var/log.

- Caso o middleware tenha sido inicializado corretamente, ao final do arquivo de log, deve aparecer a seguinte linha:

```
>>>> EXEHDA is ready.
```


APÊNDICE B – Classe *Performatives* utilizada pelo GlobalEdu na troca de mensagens

```

package globaledu.common.util;

public class Performatives {
    //Default return constant
    public final static int OK = 1;

    public final static int VISIBILITY = 2;

    public final static int ERROR = -1;

    //Requisition constants
    public final static int REQ_CONTEXTO = 100;
    public final static int REQ_CONTEXTO_LOCALIZACAO = 101;
    public final static int REQ_CONTEXTO_LOCALIZACAO_RECURSO = 102;
    public final static int REQ_CONTEXTO_LOCALIZACAO_EVENTO = 103;
    public final static int REQ_CONTEXTO_LOCALIZACAO_PESSOA = 104;
    public final static int REQ_CONTEXTO_APRENDIZES = 105;
    public final static int REQ_APRENDIZES_RELACIONADOS = 106;
    public final static int REQ_APRENDIZES_RELACIONADOS_COMPLEMENTARES =
107;
    public final static int REQ_APRENDIZES_RELACIONADOS_SEMELHANTES =
108;
    public final static int REQ_APRENDIZES_RELACIONADOS_CONHECIDOS = 109;
    public final static int REQ_PERFIL = 110;
    public final static int REQ_TESTE_ESTILO_APRENDIZAGEM = 111;
    public final static int REQ_CONTEUDO = 112;
    public final static int REQ_CONTEUDO_PADRAO = 113;
    public final static int REQ_CONTEUDO_PALAVRA_CHAVE = 114;
    public final static int REQ_CONTEUDO_SELECIONADO = 115;
    public final static int REQ_CONTEUDO_APRESENTACAO_OFFLINE = 116;
    public final static int REQ_LOGIN = 117;

    //Response constant
    public final static int RESPOSTA = 200;

    //AP chat constant
    public final static int CHAT = 300;

    //Notification constants
    public final static int NOT_ESTADO_APRENDIZ = 400;
    public final static int
NOT_ESTADO_APRENDIZ_DISPONIVEL_CONTEXTO_LOCALIZACAO = 401;
    public final static int NOT_ESTADO_APRENDIZ_DISPONIVEL_APRENDIZES =
402;
    public final static int
NOT_ESTADO_APRENDIZ_INDISPONIVEL_CONTEXTO_LOCALIZACAO = 403;
    public final static int NOT_ESTADO_APRENDIZ_INDISPONIVEL_APRENDIZES =
404;
    public final static int NOT_ESTADO_APRENDIZ_INVISIVEL = 405;
    public final static int NOT_ALTERACAO_CONTEXTO = 406;
    public final static int NOT_ALTERACAO_CONTEXTO_LOCALIZACAO = 407;
    public final static int NOT_CONTEXTO_APRENDIZES = 408;
    public final static int NOT_ENTRADA_APRENDIZ_CONTEXTO = 409;
    public final static int NOT_SAIDA_APRENDIZ_CONTEXTO = 410;
    public final static int
NOT_ALTERACAO_REPOSITORIO_CONTEXTO_LOCALIZACAO = 411;
    public final static int NOT_ALTERACAO_PERFIL = 412;
    public final static int NOT_ALTERACAO_PERFIL_COMMITMENTS = 413;

```

```
public final static int NOT_ALTERACAO_PERFIL_GOAL = 414;
public final static int NOT_ALTERACAO_PERFIL_COMPETENCY = 415;
public final static int NOT_ALTERACAO_PERFIL_INTEREST = 416;
public final static int NOT_ALTERACAO_PERFIL_PERSONAL = 417;
public final static int NOT_ALTERACAO_PERFIL_SECURITY = 418;
public final static int NOT_ALTERACAO_CONTEUDO = 419;
public final static int NOT_ALTERACAO_REPOSITARIO_OBJETO_APRENDIZAGEM
= 420;
public final static int NOT_CONTEXTO_FISICO = 421;
public final static int NOT_CONTEXTO_FISICO_TIPO_REDE = 422;
public final static int NOT_CONTEXTO_FISICO_BANDA_REDE = 423;
public final static int NOT_CONTEXTO_FISICO_AUTONOMIA = 424;
public final static int NOT_CONTEXTO_FISICO_LOCALIZACAO = 425;
public final static int NOT_CONTEXTO_FISICO_CONEXAO = 426;
public final static int NOT_SERIALIZACAO = 427;
public final static int NOT_LOG = 428;
```

APÊNDICE C – Metodologia e instrumento para avaliação

Estratégia de validação do protótipo

Questionário

Este questionário tem como objetivo avaliar as funcionalidades do sistema. Assinale somente uma alternativa para as perguntas abaixo.

PERGUNTA: Qual sua avaliação sobre.

1) ser avisado sobre a informação sobre outras pessoas que fazem parte do contexto e estão relacionadas com seu perfil?

- ☐ 5-Excelente ☐ 4-Bom ☐ 3-Regular ☐ 2-Fraco ☐ 1-Muito Fraco ☐ 0-sem opinião

2) ser avisado sobre a palestra que ocorrerá na localização, bem como outros eventos relacionados com seu perfil?

- ☐ 5-Excelente ☐ 4-Bom ☐ 3-Regular ☐ 2-Fraco ☐ 1-Muito Fraco ☐ 0-sem opinião

3) a adequação da informação referente à presença de outros usuários na localização?

- ☐ 5-Excelente ☐ 4-Bom ☐ 3-Regular ☐ 2-Fraco ☐ 1-Muito Fraco ☐ 0-sem opinião

4) a adequação do sistema para auxiliar no aprendizado de algum conteúdo?

- ☐ 5-Excelente ☐ 4-Bom ☐ 3-Regular ☐ 2-Fraco ☐ 1-Muito Fraco ☐ 0-sem opinião

OBS: As perguntas abaixo se referem ao sistema de uma forma geral.

5) o uso do sistema para auxiliar na interação com usuários presentes em uma determinada localização?

- ☐ 5-Excelente ☐ 4-Bom ☐ 3-Regular ☐ 2-Fraco ☐ 1-Muito Fraco ☐ 0-sem opinião

6) a possibilidade de usar o sistema em seu dia-a-dia?

- ☐ 5-Excelente ☐ 4-Bom ☐ 3-Regular ☐ 2-Fraco ☐ 1-Muito Fraco ☐ 0-sem opinião

7) a possibilidade do uso do sistema em sala de aula, para auxiliar no ensino e no aprendizado?

- ☐ 5-Excelente ☐ 4-Bom ☐ 3-Regular ☐ 2-Fraco ☐ 1-Muito Fraco ☐ 0-sem opinião

14) o sistema considerar o seu perfil para o fornecimento de informações?

- ☐ 5-Excelente ☐ 4-Bom ☐ 3-Regular ☐ 2-Fraco ☐ 1-Muito Fraco ☐ 0-sem opinião

Comentários

(nesse espaço você pode fazer sugestões, críticas ou comentar uma determinada questão)

ANEXO A – Perfis de execução dos serviços do GRADEp

Perfil de execução utilizado no servidor GlobalEdu:

```
<EXEHDA>
  <PROFILE name="mybase">
    <PROP name="localhost.cell" value="unilasalle"/>
    <PROP name="localhost.inetaddr" value="200.132.73.109"/>
    <SERVICE name="logger" loadPolicy="boot">
      <PROP name="impl"
value="org.isam.exehda.services.logging.BasicLogger"/>
      <PROP name="logLevel" value="5000"/>
    </SERVICE>
    <SERVICE name="worb" loadPolicy="demand">
      <PROP name="impl" value="org.isam.exehda.services.worb.WorbImpl"/>
    </SERVICE>
    <SERVICE name="cib" loadPolicy="boot">
      <PROP name="impl" value="org.isam.exehda.services.cib.CibImpl"/>
      <PROP name="neighborhood" value=""/>
      <PROP name="backEnd.impl"
value="org.isam.exehda.services.cib.backend.ldap.LdapBackEnd"/>
      <PROP name="backEnd.ldap.server" value="localhost"/>
      <PROP name="backEnd.ldap.rootDn" value="dc=unilasalle"/>
      <PROP name="backEnd.ldap.user" value="cn=admin,dc=unilasalle"/>
      <PROP name="backEnd.ldap.passwd" value="secret"/>
    </SERVICE>
    <SERVICE name="bda" loadPolicy="boot">
      <PROP name="impl" value="org.isam.exehda.services.bda.BdaImpl"/>
      <PROP name="docroot" value="/etc/grade/bda/docroot"/>
    </SERVICE>
    <SERVICE name="avu" loadPolicy="boot">
      <PROP name="impl" value="org.isam.exehda.services.avu.AvuImpl"/>
      <PROP name="docroot" value="/etc/grade/avu/docroot"/>
    </SERVICE>
    <SERVICE name="executor" loadPolicy="boot">
      <PROP name="impl"
value="org.isam.exehda.services.primos.exec.ExecutorImpl"/>
    </SERVICE>
    <SERVICE name="scheduler" loadPolicy="boot">
      <PROP name="impl"
value="org.isam.exehda.services.tips.TipsCellScheduler"/>
    </SERVICE>
    <SERVICE name="objectseed" loadPolicy="boot">
      <PROP name="impl"
value="org.isam.exehda.services.primos.objseed.ObjectSeedImpl"/>
    </SERVICE>
    <SERVICE name="oxmanager" loadPolicy="boot">
      <PROP name="impl"
value="org.isam.exehda.services.oxm.DualOXManagerCell"/>
    </SERVICE>
    <SERVICE name="collector" loadPolicy="demand">
      <PROP name="impl"
value="org.isam.exehda.services.primos.CollectorImplNode"/>
      <PROP name="monitor.0"
value="org.isam.exehda.services.primos.JavaRuntimeMonitor"/>
      <PROP name="monitor.1"
value="org.isam.exehda.services.primos.NativeMonitor"/>
    </SERVICE>
    <SERVICE name="gatekeeper" loadPolicy="boot">
```

```

        <PROP name="impl"
value="org.isam.exehda.services.GatekeeperService"/>
    </SERVICE>
    <SERVICE name="ctxmanager" loadPolicy="demand">
        <PROP name="impl"
value="org.isam.exehda.services.ctxm.CtxManagerImplNode"/>
    </SERVICE>
    <SERVICE name="discoverer" loadPolicy="boot">
        <PROP name="impl"
value="org.isam.exehda.services.discoverer.DiscovererImpl"/>
    </SERVICE>
</PROFILE>
</EXEHDA>

```

Perfil de execução utilizado nos nodos móveis (aprendizes):

```

<EXEHDA>
  <PROFILE name="nodo-aprendiz">
    <PROP name="localhost.cell" value="unilasalle"/>
    <PROP name="localhost.name" value="nodo"/>
    <SERVICE name="logger" loadPolicy="boot">
        <PROP name="impl"
value="org.isam.exehda.services.logging.BasicLogger"/>
        <PROP name="logLevel" value="5000"/>
    </SERVICE>
    <SERVICE name="worb" loadPolicy="demand">
        <PROP name="impl" value="org.isam.exehda.services.worb.WorbImpl"/>
    </SERVICE>
    <SERVICE name="cib" loadPolicy="boot">
        <PROP name="contactAddress"
value="worb:tcp://200.132.73.109:1980/cib"/>
        <PROP name="impl"
value="org.isam.exehda.services.cib.CibImplClient"/>
        <PROP name="backEnd.ldap.rootDn" value="dc=unilasalle"/>
        <PROP name="backEnd.ldap.user" value="cn=admin,dc=unilasalle"/>
        <PROP name="backEnd.ldap.passwd" value="secret"/>
    </SERVICE>
    <SERVICE name="bda" loadPolicy="boot">
        <PROP name="impl"
value="org.isam.exehda.services.bda.BdaImplClient"/>
        <PROP name="bdaHost" value="200.132.73.109" />
    </SERVICE>
    <SERVICE name="avu" loadPolicy="boot">
        <PROP name="impl" value="org.isam.exehda.services.avu.AvuImpl"/>
        <PROP name="docroot" value="/etc/gradep/avu/docroot"/>
    </SERVICE>
    <SERVICE name="executor" loadPolicy="boot">
        <PROP name="impl"
value="org.isam.exehda.services.primos.exec.ExecutorImpl"/>
    </SERVICE>
    <SERVICE name="gatekeeper" loadPolicy="boot">
        <PROP name="impl"
value="org.isam.exehda.services.GatekeeperService"/>
    </SERVICE>
  </PROFILE>
</EXEHDA>

```