

---

# Aperfeiçoamento Automático do Perfil do Aprendiz em Ambientes de Educação Ubíqua

Darci Levis<sup>1</sup>, Jorge Barbosa<sup>1</sup>, Sérgio Crespo<sup>1</sup>, Débora Barbosa<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa Interdisciplinar de Pós-Graduação em Computação Aplicada (PIPCA)  
Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS) – São Leopoldo – RS – Brasil

daricilevis@gmail.com; {jbarbosa, crespo}@unisinis.br

<sup>2</sup>Centro Universitário LaSalle (UniLasalle) – Canoas – RS – Brasil

nice@unilasalle.edu.br

**Abstract.** *This paper presents PeLeP - Pervasive Learning Profile, which consists in a learner profile model oriented to ubiquitous learning systems. PeLeP aims to let applications explore ubiquitous education and learning through user profiles organized by categories containing information about the learner's daily life. Learner profiles in PeLeP are refined and enriched through inferences.*

**Resumo.** *Este artigo apresenta o PeLeP (Pervasive Learning Profile), um modelo que suporta o aperfeiçoamento automático do perfil do aprendiz em ambientes de educação ubíqua. O PeLeP usa o histórico dos aprendizes nos contextos de um ambiente ubíquo (tracking) para atualização dos perfis. O texto apresenta ainda a integração do modelo com um sistema de educação ubíqua. Os resultados iniciais mostram a viabilidade da proposta.*

## 1. Introdução

Atualmente, os estudos sobre mobilidade em sistemas distribuídos vêm sendo impulsionados pela proliferação de dispositivos eletrônicos portáteis (por exemplo, telefones celulares, *handhelds* e *notebooks*) e pela exploração de tecnologias de interconexão baseadas em comunicação sem fio (por exemplo, WiFi, Bluetooth, GSM e WiMAX). A mobilidade aliada à difusão da comunicação sem fio permitiu aos serviços computacionais serem conscientes do contexto [Augustin 2004]. Além disso, os sistemas de localização [Hightower 2006] estão viabilizando o uso preciso desse tipo de computação de acordo com a posição física do usuário. Neste cenário, a computação ubíqua [Satyanarayanan 2001] permite que os processos computacionais ocorram em qualquer lugar, a qualquer tempo e com qualquer dispositivo. A aplicação dessas tecnologias na educação ocasionou o surgimento de uma nova frente de pesquisa denominada educação ubíqua [Rogers 2005].

Este artigo apresenta o PeLeP (*Pervasive Learning Profile*), um modelo que suporta o aperfeiçoamento automático do perfil do aprendiz em ambientes de educação ubíqua. O texto está organizado da seguinte forma. A segunda seção apresenta o modelo proposto. A seção três descreve a implementação e discute sua avaliação em um cenário. As duas últimas seções apresentam os trabalhos relacionados e as considerações finais.

## 2. Modelo PeLeP

### 2.1. Arquitetura

O PeLeP foi concebido para ser conectado a um Sistema Ubíquo que forneça determinadas informações de *tracking*. Essas informações devem ser disponibilizadas por um Sistema de Localização. Usando o *tracking*, o PeLeP realiza o aperfeiçoamento dos perfis dos aprendizes e a atualização no Sistema de Perfis. A Figura 1 mostra a arquitetura do PeLeP e sua integração com o sistema ubíquo.

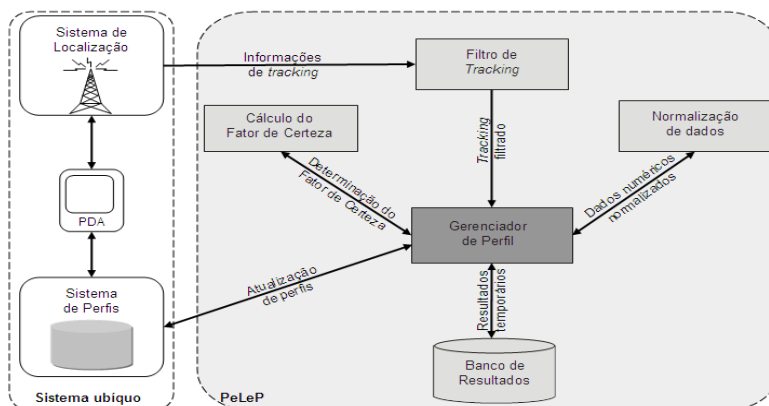


Figura 1. Arquitetura do PeLeP

O PeLeP é composto por quatro módulos e um banco de resultados. A organização das informações recebidas no *tracking* é realizada pelo módulo Filtro de *Tracking*. O módulo Normalização de Dados padroniza os dados numéricos para os cálculos de Fatores de Certeza (FC) realizados pelo módulo Cálculo do Fator de Certeza. O módulo Gerenciador de Perfil é encarregado de: 1) solicitar os dados filtrados pelo Filtro de *Tracking*; 2) transmiti-los ao módulo de Normalização de dados e enviá-los, normalizados, ao módulo Cálculo do Fator de Certeza; 3) armazenar os itens que possuem os maiores FCs no Banco de Resultados, que armazena um resumo dos resultados da análise do *tracking*; 4) comparar esse resumo com as informações disponíveis no Sistema de Perfis do ambiente ubíquo; 5) atualizar automaticamente o Sistema de Perfis usando os FCs como guias.

### 2.2. Perfil do Aprendiz

As informações que constituem o perfil do aprendiz são armazenadas no banco de dados do Sistema ubíquo. Visando a compatibilidade com os sistemas GlobalEdu [Barbosa 2005] e Local [Barbosa 2006], o PeLeP suporta o uso das seguintes categorias: Identificação, Objetivos, Preferências, Segurança e Competências. Além disso, são usadas as categorias Relacionamentos e Agenda suportadas pelo Local.

A categoria Identificação é válida para todos os contextos que o aprendiz visita. Ela contém as seguintes informações para sua identificação: 1) *IdAprendiz*: identificador único no sistema; 2) *Nome*: nome completo; 3) *Endereço*: endereço completo (rua, número, bairro, cidade); 4) *Email*: endereço eletrônico; 5) *Telefone*: telefone de contato.

Objetivos contém os objetivos de aprendizagem. A categoria possui os seguintes elementos: 1) *IdAprendiz*: identificador único; 2) *Objetivo*: objetivo educacional; 3) *Descrição*: descrição detalhada do objetivo; 4) *Contexto*: contexto em que o aprendiz possui o objetivo; 5) *Data*: data da última atualização do objetivo. Através dessa

---

categoria são inferidas informações sobre o que o aprendiz gostaria de aprender.

A categoria Preferências se refere às preferências do aprendiz. Essa categoria contém os seguintes elementos: 1) *IdAprendiz*: identificador único; 2) *EstiloAprendizagem*: estilo de aprendizagem preferido; 3) *FcEA*: fator de certeza da preferência do aprendiz pelo estilo de aprendizagem; 4) *ObjetoAprendizagem*: objeto de aprendizagem (OA) [LOM 2007] preferido, relacionado com cada contexto; 5) *TipoOA*: tipo do OA, que pode ser OArp (OA recomendado pelo professor) ou OAsup (OA suplementar, presente no cadastro de objetos do Sistema ubíquo, mas que não foi recomendado pelo professor); 6) *FcOA*: fator de certeza da preferência pelo OA; 7) *Dispositivo*: dispositivo preferido; 8) *FcDispositivo*: fator de certeza da preferência pelo dispositivo; 9) *Aplicativo*: aplicativo preferido; 10) *FcAplicativo*: fator de certeza da preferência pelo aplicativo; 11) *Contexto*: contexto em que foi determinada a preferência; 12) *Data*: data da última atualização da preferência.

Segurança contém as credenciais de segurança, que permitem o acesso ao sistema. Esta categoria é populada com os elementos: 1) *IdAprendiz*: identificador único; 2) *Login*: *string* que representa o *login* de acesso; 3) *Senha*: senha de acesso.

Na categoria Competências estão às experiências e conhecimentos já adquiridos pelo aprendiz. Essa categoria contém: 1) *IdAprendiz*: identificador único; 2) *CompetenciaGeral*: descrição geral do conteúdo da competência (por exemplo, Matemática); 3) *CompetenciaEspecificica*: descreve especificamente à que se refere a competência (por exemplo, Teoria dos conjuntos); 4) *Contexto*: contexto em que o aprendiz adquiriu a competência; 5) *Data*: data da última atualização da competência. Com esta categoria inferem-se informações sobre o que o aprendiz gostaria de ensinar.

A categoria Relacionamentos contém os relacionamentos do aprendiz com os contextos visitados por ele. Atualmente, os relacionamentos considerados são Professor e Aluno. Como podem existir vários contextos em um ambiente ubíquo, um usuário pode ser Professor em um contexto e Aluno em outro. Essa categoria é constituída de quatro elementos: 1) *IdAprendiz*: identificador único; 2) *ContextoRelacao*: contexto do relacionamento; 3) *Relacao*: relação com o contexto; 4) *Data*: data da última atualização do relacionamento.

A categoria Agenda é baseada nas categorias Activity e Qcl do padrão LIP [LIP 2007]. Ela suporta informações sobre as atividades previstas para o aprendiz nos contextos gerenciados pelo sistema ubíquo. Essa categoria possui os elementos: 1) *IdProfessor*: identificador único do professor que cadastrou a atividade; 2) *TipoAtividade*: tipo de atividade (por exemplo, reunião, palestra, aula, etc); 3) *Conteudo*: conteúdo da atividade; 4) *DataInicio*: data e hora de início da atividade; 5) *DataFim*: data e hora do fim da atividade; 6) *IdEvento*: identificador do evento/atividade; 7) *Contexto*: contexto da atividade.

### **2.3. Tracking do Aprendiz**

*Tracking* é o histórico do aprendiz nos contextos do ambiente ubíquo, durante um determinado período de tempo. O *tracking* suportado pelo PeLeP contém informações sobre a localização nos contextos e o que foi usado em cada contexto (recursos, dispositivos e aplicativos). O *tracking* está organizado em quatro campos:

---

1. **Localizações:** Este campo do *tracking* contém a identificação dos contextos visitados pelo aprendiz em um período. Este elemento alimenta as categorias Agenda, Relacionamentos, Objetivos, Preferências e Competências;

2. **Recursos acessados:** Identifica os Objetos de Aprendizagem (OAs) que foram acessados pelo aprendiz nos contextos. O professor responsável por um contexto seleciona OAs e os disponibiliza para os aprendizes. O seu trabalho consiste em selecionar OAs que abordem o assunto que os aprendizes freqüentadores do contexto precisam aprender. Esses OAs são classificados como OArp (objeto de aprendizagem recomendado pelo professor), enquanto que os demais são classificados como OAsup (objetos de aprendizagem suplementares). Além disso, o PeLeP considera quatro dimensões de Estilos de Aprendizagem (EAs) [Felder e Henriques 1995]: sensorial/intuitiva (percepção), visual/verbal (entrada), ativo/reflexivo (processamento) e seqüencial/global (compreensão). Para cada assunto, o professor deve recomendar no mínimo quatro OAs, um para cada EA considerado, e disponibilizá-los aos aprendizes. Os EAs dos aprendizes são automaticamente determinados pelo acesso aos OArps durante o período de tempo especificado para o *tracking*. O aprendiz pode acessar também um ou mais OAsups. Mas o acesso aos objetos suplementares não é utilizado para determinação do estilo do aprendiz. Os conteúdos acessados são utilizados para alimentar as categorias Preferências, Competências e Objetivos;

3. **Dispositivos utilizados:** Esse campo registra os dispositivos que foram utilizados pelo aprendiz nos contextos visitados. Os dispositivos considerados são: PDAs, *Tablet PCs*, *Notebooks*, *Desktops* e telefones celulares. Este campo é utilizado na categoria Preferências;

4. **Aplicativos executados:** Registra os programas que foram executados pelo aprendiz nos contextos (por exemplo, editores de texto e *browsers*). Este campo também é usado para a criação da categoria Preferências.

#### 2.4. Normalização dos Dados do *Tracking*

As variáveis numéricas recebidas no *tracking* dependem de uma transformação que garanta a sua equivalência em termos de magnitude. Este processo é chamado de normalização. A normalização da amplitude [Lopes 2007] transforma as variáveis de modo que elas tenham uma amplitude idêntica e partilhem o mesmo valor máximo e mínimo. Sendo  $m$  o valor mínimo escolhido e  $M$  o valor máximo, então o operador linear aplicado ao elemento  $x_i$  de um vetor é dado pela equação 1, onde  $m_x$  e  $M_x$  são os valores mínimo e máximo do vetor.

$$z_i = (M - m) \frac{x_i - m_x}{M_x - m_x} + m \quad (1)$$

O termo  $z_i$  corresponde à variável normalizada. Os valores escolhidos para o menor valor ( $m$ ) e o maior ( $M$ ), foram 1 e 10, respectivamente. Dificilmente  $M_x$  e  $m_x$  assumirão valores idênticos, pois cada vetor de fatores possui três elementos. Caso isso ocorra, para que não haja divisão por zero na equação 1 foi convencionado que  $z_i$  será igual a  $m$ , que vale sempre 1.

---

## 2.5. Fatores de Certeza

O Fator de Certeza (FC) determina o grau de certeza das informações que serão alteradas no perfil, considerando o percentual de relevância de cada fator. Os fatores considerados foram: tempo, número de acessos e número de dias. Esses fatores são representados por uma variável numérica no *tracking*. Além disso, foram definidos os seguintes percentuais de relevância para eles: 10% para o fator tempo, 30% para o número de acessos e 60% para o número de dias. O FC é calculado usando a equação 2.

$$FC = \frac{\sum_{i=0}^n f_i p_i}{n} \cdot 100 \quad (2)$$

Na equação,  $f_i$  é o valor normalizado para o fator,  $p_i$  é o seu percentual de relevância e  $n$  é o número de fatores considerados. O fator de certeza determina que item (recurso, aplicativo ou dispositivo) será atualizado no perfil. Por exemplo, se o FC de um item do *tracking* analisado for maior do que o FC do item que já está armazenado no perfil, então ocorrerá a substituição.

## 2.6. Banco de Resultados

No Banco de Resultados são armazenados os dados dos maiores FCs que foram calculados nas últimas análises de *tracking*. O banco possui quatro tabelas:

1. **Aplicativos temporários:** armazena os aplicativos executados que retornaram os maiores FCs;
2. **Dispositivos temporários:** armazena os dispositivos utilizados que retornaram os maiores FCs;
3. **Objetos temporários:** armazena os objetos de aprendizagem (OAs) que foram mais acessados pelo aprendiz, o que também é determinado através dos FCs;
4. **Estilos temporários:** armazena os estilos de aprendizagem (EAs) dos OAs de maiores FCs.

## 2.7. Regras

O processo de atualização do perfil do aprendiz é baseado em regras e fatores de certeza. As regras adotadas no PeLeP são descritas no formato “SE *condição* ENTÃO *ação*”.

**Categoria Preferências:** A substituição e/ou acréscimo de dados na categoria Preferências é baseada nas seguintes regras:

SE  $item_{br} \notin$  no perfil ENTÃO acrescentar *item* de maior FC

SE  $FC_{br} > FC_{perfil}$  ENTÃO substituir *item*

SE  $FC_{br} = FC_{perfil}$  ENTÃO acrescentar *item*

SE  $FC_{br} < FC_{perfil}$  ENTÃO manter *item*

$FC_{br}$  é o fator de certeza (FC) do item armazenado no Banco de Resultados e  $FC_{perfil}$  é o FC já armazenado no banco de perfis do sistema ubíquo. Nas regras acima,

---

*item* corresponde à preferência que é analisada, que pode ser estilo de aprendizagem (EA), objeto de aprendizagem (OA), dispositivo ou aplicativo.

**Categoria Competências:** A substituição e/ou acréscimo de dados na categoria Competências do perfil é baseada nas seguintes regras:

SE  $item_{br} \neq$  no perfil ENTÃO acrescentar  $item_{br}$  de maior  $FC$

SE  $FC_{br} = FC_{perfil}$  E  $item_{br} \neq item_{perfil}$  ENTÃO acrescentar  $item$

SE  $FC_{br} = FC_{perfil}$  E  $item_{br} = item_{perfil}$  ENTÃO atualizar  $item$

$FC_{br}$  é o FC do *item* armazenado no Banco de Resultados e  $FC_{perfil}$  é o FC já armazenado no perfil. Nas regras acima o *item* é competência. A execução dessas regras determina se os dados são acrescentados ou atualizados no perfil. Não existe regra para excluir as competências que foram adquiridas pelo aprendiz.

**Categoria Objetivos:** A substituição e/ou acréscimo de dados na categoria Objetivos do perfil do aprendiz é baseada nas seguintes regras:

SE  $item_{br} \neq$  no perfil ENTÃO acrescentar  $item_{br}$  de maior  $FC$

SE  $FC_{br} = FC_{perfil}$  E  $item_{br} \neq item_{perfil}$  ENTÃO acrescentar  $item$

SE  $item_{br} = item_{perfil}$  ENTÃO atualizar  $item$

O significado das variáveis é o mesmo das categorias anteriores. Neste caso, o *item* é objetivo.

**Categoria Agenda:** Esta categoria não é gerenciada no intervalo de tempo do *tracking*, como as demais. O gerenciamento é ativado automaticamente sempre que uma nova atividade é inserida, ou uma antiga modificada, pelo professor no Sistema ubíquo. A atualização da agenda é baseada nas seguintes regras:

SE *atividade* foi modificada no Sistema ubíquo ENTÃO substituir  $item_{perfil\_agenda}$

SE *atividade*  $\neq$  no perfil ENTÃO acrescentar *atividade*

Percebe-se que estas regras não utilizam nenhum FC. Por isso as informações dessa categoria não são armazenadas no Banco de Resultados. Nas regras acima, *atividade* representa a atividade que o professor cadastra no Sistema ubíquo.

**Categoria Relacionamentos:** As regras que definem os dados armazenados na categoria Relacionamentos são baseadas na categoria Agenda. Pela consulta ao elemento  $IdProfessor$  da Agenda determina-se se um usuário é professor ou aprendiz. Um usuário que é professor em um contexto pode ser aprendiz em outro. Neste sentido, as regras que definem o que é armazenado nessa categoria do perfil são:

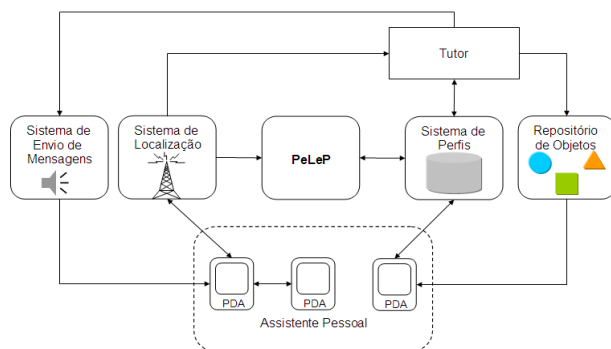
SE  $IdAprendiz_{Relacionamentos} = IdProfessor_{Agenda}$  ENTÃO  $Relacao_{Relacionamentos} = professor$

SE  $IdAprendiz_{Relacionamentos} \neq IdProfessor_{Agenda}$  ENTÃO  $IdRelacao_{Relacionamentos} = aluno$

$IdAprendiz_{Relacionamentos}$  representa o elemento  $IdAprendiz$  da categoria Relacionamentos, e  $IdProfessor_{Agenda}$  o  $IdProfessor$  da Agenda. As informações da categoria Relacionamentos determinam se os usuários do Sistema ubíquo são professores ou aprendizes.

### 3. Integração PeLeP/Local

O PeLeP foi prototipado e integrado a um sistema de educação ubíqua denominado **Local** [Barbosa 2006]. A figura 2 mostra a integração. O protótipo do PeLeP é baseado na linguagem de programação PHP 5.1 e no banco de dados MySQL 5.0. Além disso, a comunicação entre o PeLeP e o Local é suportada pelo padrão XML. O Filtro de *tracking* (veja a Figura 1) faz a leitura do arquivo XML gerado pelo Sistema de Localização do Local e organiza as informações para os demais módulos do PeLeP.



**Figura 2. PeLeP integrado na arquitetura do Local**

O PeLeP permite que o intervalo de tempo entre as solicitações de *tracking* seja escolhido. Nos testes apresentados nessa seção, o intervalo usado foi uma semana. Desta forma, o módulo Gerenciador de Perfil foi programado para semanalmente: 1) Executar o Filtro de *tracking*; 2) Ativar a Normalização de Dados; 3) Executar o Cálculo do Fator de Certeza; 4) Armazenar os maiores FCs no Banco de Resultados; 5) Executar as regras de inferência, comparando as informações existentes no Sistema de Perfis do Local com as informações do Banco de Resultados do PeLeP; 6) Atualizar os dados no Sistema de Perfis no Local.

A integração foi testada no MobiLab<sup>1</sup>, onde o Local foi desenvolvido e está em funcionamento. Os *trackings* foram gerados para todos os aprendizes e contextos cadastrados nos sistemas de perfis do Local. No entanto, o restante dessa seção discute uma seleção de resultados obtidos para dois aprendizes. Além disso, o número de OAs cadastrados para o teste foi limitado a doze.

ID_APRENDIZ	COMPETENCIA_GERAL	COMPETENCIA_ESPECIFICA	CONTEXTO	DATA
321	C++, classes, bibliotecas	Métodos e estruturas da linguagem C++	Sala 202	21/05/2007
321	PHP, classes, applet	Instalação do Apache e versões do PHP	Sala 206	21/05/2007
321	Delphi, classes	Introdução a linguagem Delphi	Sala 208	21/05/2007
321	C#, classes	Introdução a C#: conhecimentos básicos	Sala 209	21/05/2007
322	IEEE 402.11a, captação de frequências	Padrões IEEE	Sala 206	21/05/2007

**Figura 3. Primeira execução para a categoria Competências**

A Figura 3 mostra os resultados da primeira execução do PeLeP para a categoria Competências. ID\_APRENDIZ representa o elemento *IDAprendiz* dessa categoria, (descrito na subseção 2.2). Percebe-se que o aprendiz que possui no campo ID\_APRENDIZ o número 322 realizou tarefas apenas no contexto “Sala 206”, enquanto que o outro atuou em quatro contextos. Após a primeira execução, o PeLeP foi executado mais duas vezes, nas datas: 28/05/2007 e 04/06/2007, uma e duas semanas após, respectivamente. As categorias Identificação e Agenda permaneceram inalteradas.

<sup>1</sup> Laboratório de Pesquisa e Desenvolvimento em Computação Móvel. <http://www.inf.unisinos.br/~mobilab>

ID_APRENDIZ	COMPETENCIA_GERAL	COMPETENCIA_ESPECIFICA	CONTEXTO	DATA
321	PHP, classes, applet	Instalação do Apache e versões do PHP	Sala 208	04/06/2007
321	IEEE 402.11b, antenas próximas	Padrões IEEE	Sala 202	04/06/2007
321	PHP, classes, applet	Instalação do Apache e versões do PHP	Sala 206	04/06/2007
321	Delphi, classes	Introdução a linguagem Delphi	Sala 208	04/06/2007
321	C#, classes	Introdução a C#: conhecimentos básicos	Sala 209	21/05/2007
321	Java, classes, applet	Métodos e comandos da programação	Sala 206	04/06/2007
321	Java, classes, applet	Métodos e comandos da programação	Sala 202	04/06/2007
322	PHP, classes, applet	Instalação do Apache e versões do PHP	Sala 202	04/06/2007
322	IEEE 402.11a, captação de frequências	Padrões IEEE	Sala 202	04/06/2007
322	IEEE 402.11a, captação de frequências	Padrões IEEE	Sala 206	21/05/2007

**Figura 4. Terceira execução para a categoria Competências**

A Figura 4 exibe os resultados obtidos na terceira execução para a categoria Competências. Percebe-se que o número de contextos em que cada aprendiz executou tarefas após três semanas foi considerável. Nota-se que o aprendiz cujo ID vale 321 foi o que mais adquiriu competências no período. Cabe ressaltar também, que uma mesma competência do aprendiz pode ser determinada para mais de um contexto, pois as regras apresentadas na seção 2.7 valem para todos os contextos visitados pelo aprendiz.

A Figura 5 representa a categoria Preferências para a terceira execução do PeLeP. Os campos FC\_EA, FC\_OA, FC\_DISPOSITIVO e FC\_APLICATIVO representam, respectivamente, os fatores de certeza (FC) dos estilos de aprendizagem (EA), objetos de aprendizagem (OA), dispositivos e aplicativos. TIPO\_OA retrata o tipo do objeto, que pode ser Objeto de Aprendizagem recomendado pelo professor (OArp) ou Objeto de Aprendizagem suplementar (OAs). Este último foi representado desta forma apenas no protótipo, pois no restante do artigo foi utilizado o termo “OAsup”.

ID_APRENDIZ	CONTEXTO	ESTILO_APRENDIZAGEM	FC_EA	OBJETO_APRENDIZAGEM	TIPO_OA
321	Sala 206	Entrada	0.633662	Java para iniciantes	OArp
321	Sala 208	Processamento	0.635118	Delphi 6.0	OArp
321	Sala 209	Processamento	0.634072	C# para iniciantes	OAs
321	Sala 202	Processamento	0.634413	Padrão IEEE 402.11b	OArp
322	Sala 206	Compreensão	0.634116	Padrão IEEE 402.11a	OArp
322	Sala 202	Percepção	0.638006	GPS - Introdução	OArp

FC_OA	DISPOSITIVO	FC_DISPOSITIVO	APLICATIVO	FC_APLICATIVO	DATA
0.633662	Notebook	1.23388	Word	0.933488	04/06/2007
0.635118	Desktop	1.23608	Excel	0.933422	04/06/2007
0.635813	Tablet	1.23382	Internet Explorer	0.933436	21/05/2007
0.634413	Notebook	1.23359	Acrobat	0.933478	04/06/2007
0.634116	Tablet	1.2334	Word	0.933437	21/05/2007
0.638006	Notebook	1.23394	Word	0.93466	04/06/2007

**Figura 5. Terceira execução para a categoria Preferências**

O professor recomenda para cada assunto quatro objetos de aprendizagem, um para cada estilo. A determinação dos EAs dos aprendizes é baseada apenas nesses tipos de objetos (OArp). Os FCs resultam valores diferentes para estilos e objetos se o maior FC ocorre para um OA do tipo “OAs”. Neste caso, o FC que define o estilo será menor. Percebe-se na Figura 5 (linha em destaque), que quando o campo TIPO\_OA vale “OAs”, o valor armazenado em FC\_EA é diferente do FC\_OA. Esse fato comprova que os Estilos de Aprendizagem são determinados com base apenas nos objetos de aprendizagem classificados como “OArp”.

A Figura 5 mostra ainda que para as três primeiras execuções do PeLeP não houve mais do que uma preferência em cada contexto. Basta analisar cada CONTEXTO relacionado com seu ID\_APRENDIZ nas duas primeiras colunas. Analisando a linha destacada na Figura 5, o Sistema ubíquo conectado ao PeLeP poderia indicar um novo objeto de aprendizagem para o aprendiz de ID\_APRENDIZ 321 que: (1) possua o estilo



---

“Processamento”; (2) possa ser executado num dispositivo “Tablet”; (3) seja um documento a ser visualizado no aplicativo “Internet Explorer”. Adicionalmente, através da análise da categoria Objetivos, poderia ser indicado um documento relacionado aos objetivos do aprendiz no contexto. No Local, o componente responsável por essa indicação é o Tutor, mostrado na Figura 2.

#### **4. Trabalhos relacionados**

Diversos sistemas utilizam o perfil do aprendiz em aplicações [Barbosa 2005] [Ogata 2005][Roschelle e Pea 2002][Rigaux e Spyrtos 2007]. Porém, o uso de um perfil de aprendiz para auxílio no processo de aprendizagem em um cenário ubíquo é recente. Pode-se citar Japelas [Ogata 2005], GlobalEdu [Barbosa 2005] e Local [Barbosa 2006] como as primeiras propostas que surgiram para esse cenário. No âmbito dos padrões de modelos de aprendiz, o PAPI [PAPI 2007] estrutura o perfil com seis categorias bastante objetivas. Por sua vez, o LIP [LIP 2007] organiza as informações do perfil do aprendiz através de nove categorias, que abrangem todas as informações consideradas no PAPI. Esses padrões não abordam o ambiente ubíquo e o aperfeiçoamento dos perfis com base no *tracking* do aprendiz.

O modelo SeLeNe [Rigaux e Spyrtos 2007] utiliza os padrões PAPI e LIP para modelar o aprendiz. Esse modelo possui um serviço que analisa o perfil e o histórico das consultas feitas pelo aprendiz no ambiente *e-Learning*. Por não ser um modelo desenvolvido para o ambiente ubíquo, não oferece serviço de consciência do contexto, nem considera a mobilidade do aprendiz. Japelas [Ogata 2005] é um sistema consciente de contexto específico para suporte ao ensino de expressões de tratamento da língua japonesa. Os perfis são preenchidos pelo usuário e não passam por nenhum tipo de aperfeiçoamento. O GlobalEdu [Barbosa 2005] é uma arquitetura de aprendizagem que suporta aplicações educacionais considerando um ambiente de computação ubíqua em larga escala. Ele especifica um modelo de aprendiz, onde define um conjunto de informações que consideram o histórico no ambiente ubíquo. No entanto, nenhum aperfeiçoamento baseado no histórico do aprendiz é proposto.

Local [Barbosa 2006] usa informações de localização e de contexto como auxílio ao processo de ensino e de aprendizagem. A proposta original do Local não suporta aperfeiçoamento de perfis. Tendo como base a revisão bibliográfica desse artigo, pode-se afirmar que a integração Local/PeLeP cria o primeiro sistema de educação ubíqua com suporte ao aperfeiçoamento automático de perfis usando o *tracking* de aprendizes.

#### **5. Considerações Finais**

A principal contribuição do PeLeP é o aperfeiçoamento automático de perfis em ambientes ubíquos de ensino e aprendizagem. Embora o PeLeP inicialmente tenha sido integrado ao Local, sua proposta é genérica o bastante para ser aplicada em outros sistemas de educação ubíqua. Os testes comprovaram sua viabilidade. A melhoria contínua e transparente dos perfis dos aprendizes nos contextos permitirá aos sistemas de educação ubíqua uma atuação mais eficaz. No caso da integração Local/PeLeP, o Tutor usará perfis sempre atualizados.

O primeiro trabalho futuro será a ampliação dos testes iniciais. Nesse sentido, a integração será avaliada nos cursos de graduação em Engenharia da Computação e no

---

Mestrado em Computação, ambos na Unisinos. Durante essa avaliação, um dos principais pontos de análise será o impacto do PeLeP na melhoria das intervenções pedagógicas realizadas pelo módulo Tutor. Posteriormente, será realizada a integração do PeLeP com o sistema de educação ubíqua GlobalEdu [Barbosa 2005].

## Referências

- Augustin, I. et al. (2004). "ISAM, Joing Context-awareness and Mobility to Building Pervasive Applications". Imad Mahgoub; Mohammad Ylias (Org.). *Mobile Computing Handbook*. New York, CRC Press, p. 73-94.
- Barbosa, D. N. F. et al. (2005). "GlobalEdu: An Architecture to Support Learning in a Pervasive Computing Environment". IFIP Workshop on Educational Technology (EDUTECH), Perth, Australia, Springer-Verlag, p. 1-10.
- Barbosa, J. L.V. et al. (2006). "Local: Um Modelo para Suporte à Aprendizagem Consciente de Contexto". XVII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE) Brasília: SBC, p.437-446.
- Felder, R. M.; Henriques, E. R. (1995). "Learning and Teaching Styles in Foreign and Second Language Education". *Foreign Language Anais*, v. 28, n. 1, p. 21-31.
- Hightower, J. et al. (2006). "Practical Lessons from Place Lab". *IEEE Pervasive Computing*. IEEE Press, v. 5, n. 3, p. 32-39.
- LOM - Learning Technology Standards Committee of the IEEE (2007). "Draft Standard for Learning Object Metadata", <http://ltsc.ieee.org/wg12/index.html>, August.
- LIP (2007). "Learner Information Package Specification 1.0", <http://www.imsglobal.org/profiles/index.html>, August.
- Lopes, J. (2007). "Normalização", <http://bsel.ist.utl.pt/2007/PortalQuimiometria/Contents/procdados/node7.html>, August.
- Ogata, H. et al. (2005). "JAPELAS: Supporting Japanese Polite Expressions Learning Using PDA towards Ubiquitous Learning". *The Journal of Information and Systems in Education*, v. 2, n. 1, p. 33-39.
- PAPI. (2007). "Public and Private information for learners". IEEE P1484.2/d7, 2001. Draft standard for learning technology, <http://www.edutool.com/papi>, August.
- Rigaux, P.; Spyrtos, N. (2007) "SeLeNe Report: Metadata Management and Learning Object Composition in a Self eLearning Network". <http://www.dcs.bbk.ac.uk/selene/reports>, August.
- Rogers, Y. et al. (2005). "Ubi-learning Integrates Indoor and Outdoor Experiences". *Communications of the ACM*, v. 48, n. 1, p.55-59.
- Roschelle, J.; Pea, J. (2002). "A walk on the WILD side: How wireless handhelds may change CSCL". *Computer Supported Collaborative Learning*, January.
- Satyanarayanan, M. (2001). "Pervasive computing: vision and challenges". *IEEE Journal*, v. 8, n. 4, p. 10-17.