

# Ambiente para Compartilhamento de Materiais de Aprendizagem em Equipes de Desenvolvimento de Software

Joselaine Valaski, Sheila Reinehr, Andreia Malucelli

Programa de Pós-Graduação em Informática (PPGIa)

Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR)

Curitiba, Brasil

joselaine.valaski@pucpr.br, sheila.reinehr@pucpr.br, malu@ppgia.pucpr.br

**Abstract** - Human resources development is an important factor in software process improvement projects. A learning environment is proposed in order to provide a means so that software engineers may achieve needed skills. In such environment, learning occurs in an autonomous way through learning material sharing. The learning materials are recommended considering the learning style and ontologies are used in order to structure knowledge. An experiment was performed with 84 Software Engineering students and 80.95% of the participants considered the use of learning style in the proposed environment rather important.

**Resumo** – A capacitação dos recursos humanos é um fator importante na execução dos projetos de melhoria de processos de software. Um ambiente de aprendizagem é proposto para propiciar um meio por onde os engenheiros de software alcancem a capacitação necessária. Neste ambiente, a aprendizagem ocorre de maneira autônoma por meio do compartilhamento de materiais de aprendizagem. Os materiais de aprendizagem são recomendados considerando o estilo de aprendizagem e as ontologias são utilizadas para a estruturação do conhecimento. Um experimento foi realizado com 84 estudantes de Engenharia de Software e 80,95% dos participantes julgaram importante a utilização de estilo de aprendizagem no ambiente proposto.

**Palavras chaves** - *ontologia; estilo de aprendizagem; ambiente de aprendizagem*

## I. INTRODUÇÃO

Uma das primeiras dificuldades que uma empresa enfrenta ao iniciar um programa de melhoria de processos é a carência de recursos humanos habilitados para empreender o esforço de melhoria e para definir e institucionalizar novos processos [1]. Essas deficiências podem ser provenientes, tanto de falhas na formação acadêmica, quanto de treinamentos ineficientes ou materiais de aprendizagem não adequados ao perfil do aprendiz.

Modelos de qualidade tais como *Capability Maturity Model Integration* (CMMI) e *Melhoria de Processos do Software Brasileiro* (MPS.BR) prevêem que as empresas devem ter práticas associadas à área de treinamento organizacional. No CMMI está definida a área *Organizational Training* (OT) cujo objetivo é desenvolver as habilidades e conhecimento das pessoas possibilitando assim desempenhar seus papéis efetivamente e eficientemente [2]. No MPS.BR está definido o

processo *Gerência de Recursos Humanos* (GRH) cujo propósito é prover a organização e os projetos com os recursos humanos necessários e manter suas competências adequadas às necessidades do negócio [3].

Porém, para manter as competências adequadas às necessidades do negócio é preciso investimento em treinamentos nas diversas áreas da Engenharia de Software. No entanto, a empresa pode não dispor de recursos financeiros para atender a todos os treinamentos necessários para seus colaboradores. A disponibilidade de um ambiente para compartilhamento de materiais de aprendizagem pode ser um meio para minimizar este problema e promover a aprendizagem autodidata, propiciando o compartilhamento do conhecimento. O engenheiro de software, ao utilizar um material de aprendizagem e considerá-lo útil, pode compartilhá-lo com seus colegas de trabalho criando uma forma colaborativa de aprendizagem. Em um ambiente como este, cada um é responsável pelo seu próprio aprendizado e coopera com o aprendizado do próximo, compartilhando materiais que julga importante para a aprendizagem de uma determinada área da Engenharia de Software. A obtenção de novos conhecimentos em Engenharia de Software é considerada um fator motivador em programas de melhoria de processo de software [4].

No entanto, recursos especiais precisam ser aplicados neste ambiente para proporcionar o compartilhamento e recuperação correta dos materiais de aprendizagem, assim como sugerir os materiais mais adequados ao perfil do profissional, já que neste caso não há o papel do tutor para mediar estas atividades. Para a organização do conhecimento, proporcionando o compartilhamento e recuperação correta dos materiais, propõe-se o uso de ontologias e para a recomendação de materiais de aprendizagem mais adequados ao perfil do aprendiz, propõe-se a identificação do respectivo estilo de aprendizagem.

Este trabalho propõe um ambiente para compartilhamento de materiais de aprendizagem aplicados à área de Engenharia de Software. Um experimento foi realizado para avaliar se as funcionalidades propostas foram atendidas, se a identificação do estilo de aprendizagem estava coerente, e avaliar a opinião dos participantes sobre a importância de um ambiente que recomende materiais de acordo com o estilo de aprendizagem.

A próxima seção apresenta os principais conceitos e trabalhos relacionados a esta proposta. A Seção 3 descreve o procedimento metodológico desta pesquisa. A Seção 4 apresenta o ambiente de aprendizagem proposto. Os resultados da avaliação do ambiente são apresentados na Seção 5. Finalmente a Seção 6 conclui este trabalho.

## II. REVISÃO DE LITERATURA E TRABALHOS RELACIONADOS

Nesta seção são apresentados os conceitos necessários para um melhor entendimento deste trabalho, assim como os trabalhos relacionados.

### A. Ambientes de Aprendizagem

A aprendizagem é um processo de mudança, resultante de prática ou experiência anterior, que pode vir, ou não, a manifestar-se em uma mudança perceptível de comportamento [5].

Para promover o processo de aprendizagem, ambientes têm sido propostos em dois contextos principais: organizacional e educacional. O ambiente organizacional é o ponto de interesse deste trabalho, no entanto, nos ambientes educacionais se encontram características similares à proposta, como por exemplo, a utilização de estilos de aprendizagem. Em função disso, propostas associadas aos dois ambientes, com características em comum ao proposto nesta pesquisa, foram analisadas.

Em [6] é descrito um ambiente de aprendizagem colaborativo para a integração organizacional, social e individual. Neste ambiente são estabelecidos os objetivos da organização vinculados às habilidades profissionais a serem desenvolvidas pelos indivíduos. Para que os indivíduos alcancem as habilidades requeridas, materiais de aprendizagem são disponibilizados e vinculados a cada perfil profissional. Esta tarefa é realizada por um especialista. O objetivo do ambiente é relacionar os materiais de aprendizagem que podem ser utilizados por um determinado papel, por exemplo, um programador júnior, para obter as habilidades requeridas. Uma ontologia foi desenvolvida para especificar as competências requeridas para uma posição específica em uma organização. Com a ontologia proposta é possível identificar as capacidades relevantes requeridas para uma posição específica e também identificar os caminhos de aprendizado executados por um aprendiz. Não há aplicação de estilos de aprendizagem associados aos materiais de aprendizagem.

Gamalel-Din [7] propõe um ambiente baseado em três componentes: aprendiz, tutor e material de aprendizagem. Os dois pontos principais do ambiente são: manter um modelo do aprendiz com seu estilo de aprendizagem e manter os materiais de aprendizagem decompostos em objetos multimídias granulares, denominados Objetos de Aprendizagem (OA). Os OAs são armazenados em repositórios e especificados seguindo o padrão de metadados. Uma ontologia foi proposta para representar o conteúdo do curso, a ordem de apresentação e os seus pré-requisitos.

Yang e Wu [8] apresentaram um algoritmo baseado na comunidade de formigas para indicar os materiais de aprendizagem mais adequados, considerando os caminhos percorridos por um aprendiz, o nível de conhecimento e o seu

estilo de aprendizagem. O algoritmo foi proposto para ser aplicado em um ambiente de aprendizagem onde os aprendizes procuram pelos materiais disponíveis publicados por autores. Não há detalhes sobre o perfil dos autores dos materiais. Para identificar o estilo de aprendizagem foi utilizado o modelo de Kolb [9] e os OAs foram representados utilizando o padrão de metadados.

Em [10] é proposto um ambiente de aprendizagem adaptativo utilizando agentes. Os modelos de Kolb [9] e Felder e Silverman [11] são citados como instrumento para identificação do estilo de aprendizagem. Uma ontologia é proposta para representar tópicos do curso, sequência dos tópicos, modelo do aprendiz e interações do aprendiz com o sistema, no entanto, não é apresentada a estrutura da ontologia.

De acordo com os trabalhos descritos é possível verificar que os ambientes de aprendizagem têm sido propostos tanto no contexto organizacional quanto educacional. Porém, em todos os trabalhos relacionados, há o papel do tutor como responsável pela publicação dos materiais, o que não é considerado nesta proposta. Também é possível observar que os estilos de aprendizagem têm sido aplicados apenas em ambientes educacionais.

### B. Estilo de Aprendizagem

O estilo de aprendizagem se refere às diferenças que os indivíduos têm no modo como adquirem uma instrução ou estudam e isso torna a aprendizagem mais efetiva [12]. Kolb [9] define o conceito de estilo de aprendizagem como diferenças individuais na aprendizagem baseadas nas preferências dos aprendizes empregando diferentes fases do ciclo de aprendizagem. Para Lawrence [13] compreender a motivação de um aluno e os estilos de aprendizagem é fundamental. É importante entender porque algumas abordagens funcionam para uns, mas não para outros.

Diversos modelos para a identificação do estilo de aprendizagem têm sido propostos, entre eles, o modelo de Felder e Silverman e o modelo de Kolb. O modelo de Felder e Silverman [11] abrange quatro dimensões da aprendizagem: Percepção (Sensorial/Intuitiva), Input (Visual/Verbal), Processamento (Ativo/Reflexivo) e Entendimento (Sequencial/Global). Já o modelo de Kolb [9] é definido de acordo com duas escalas: experiência concreta (Concrete Experience - CE) ou conceitualização abstrata (Abstract Conceptualization - AC) e experimentação ativa (Active Experimentation - AE) ou observação reflexiva (Reflective Observation - RO). Destas duas escalas são derivados quatro estilos de aprendizagem: divergente, assimilador, convergente e acomodador.

A formalização destes modelos em um ambiente computacional pode facilitar o compartilhamento dos materiais de aprendizagem e isto pode ser obtido por meio de ontologias.

### C. Ontologia

Na área da computação uma das definições de ontologia mais conhecida é apresentada por Gruber [14], “uma ontologia é uma especificação explícita de uma conceitualização”. Já de acordo com Borst [15], “ontologia é uma especificação formal de uma conceitualização compartilhada”. Tomando como base estas duas definições, Studer et al. [16] estabeleceram uma

nova definição “ontologia é uma especificação formal e explícita de uma conceitualização compartilhada”.

As ontologias são aplicadas para prover uma compreensão comum compartilhada de uma estrutura de informação entre indivíduos ou organizações, mas também são utilizadas com o objetivo de possibilitar o reuso de domínios de conhecimento, fazer suposições explícitas de um domínio e separar o domínio de conhecimento do domínio operacional [17]. Gruber [14] ressalta que alguns dos benefícios ao se aplicar ontologias são: possibilitar o uso de conhecimento em aplicações por computadores; possibilitar que vários computadores compartilhem conhecimento; ajudar os humanos a compreender melhor uma área de conhecimento; e ajudar os indivíduos a construir consenso sobre uma área de conhecimento.

Uma ontologia pode descrever uma hierarquia de conceitos ligados por relações de subsunção, conceito mais alinhado às taxonomias; ou uma estrutura, onde são adicionados os axiomas com o objetivo de expressar relações entre os conceitos e restringir suas interpretações intencionais [18].

Em um ambiente de aprendizagem, as ontologias podem ser aplicadas para a representação de estilos de aprendizagem e apoiar a identificação de materiais de aprendizagem mais adequados ao perfil do aprendiz.

### III. MÉTODO

De acordo com as abordagens de pesquisa discutidas em [19] esta pesquisa caracteriza-se como de desenvolvimento, devido à implementação do ambiente; e exploratória [20], pois pretende explorar o funcionamento do ambiente de aprendizagem proposto. A pesquisa foi operacionalizada em seis etapas principais, as quais estão representadas na Figura 1 e são descritas a seguir.

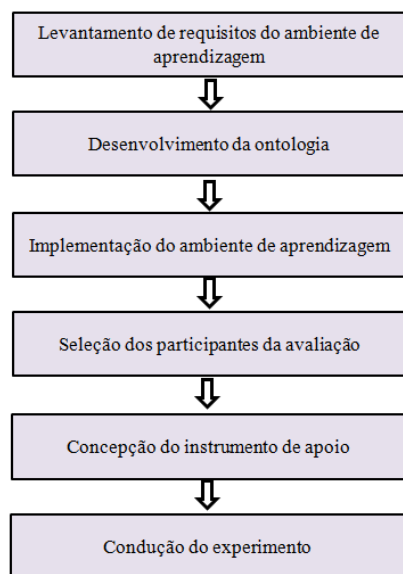


Figura 1 Etapas da pesquisa

#### A. Levantamento de requisitos do ambiente de aprendizagem

Os requisitos foram identificados por meio de revisão de literatura e entrevistas com especialistas da área. Os principais

requisitos levantados foram: a identificação do estilo de aprendizagem do usuário, a adição de materiais de aprendizagem, a busca de materiais de aprendizagens classificados pelo estilo de aprendizagem e a utilização de ontologias para a recomendação de materiais de aprendizagem.

O método de pesquisa revisão sistemática [21] foi utilizado tanto para selecionar o modelo para identificação do estilo de aprendizagem quanto para identificar uma ontologia disponível para a recomendação de materiais de aprendizagem de acordo com o estilo de aprendizagem.

#### B. Desenvolvimento da ontologia

Para o desenvolvimento da ontologia para a recomendação de materiais de aprendizagem da área de Engenharia de Software, de acordo com o estilo de aprendizagem (ORLM – *Ontology Recommendation Learning Material*) [22] foi utilizada a metodologia 101 [17] por apresentar fases mais simples e adequadas ao tempo disponível para o desenvolvimento deste trabalho. Para implementação da ontologia foi utilizado o editor de ontologias Protégé [23] e a linguagem *Web Ontology Language* (OWL).

#### C. Implementação do ambiente de aprendizagem

A aplicação foi desenvolvida utilizando a plataforma Java; o servidor da aplicação JBoss; o Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) DB2 Express para persistência de dados, o qual foi integrado por meio de componente *Data Access Object* (DAO) e; por fim, a API Jena foi utilizada para fazer a integração da ORLM.

#### D. Seleção dos participantes da avaliação

Para a avaliação do ambiente proposto foram selecionados alunos de graduação dos cursos de Ciência da Computação e Sistemas de Informação que estivessem cursando ou já tivessem cursado a disciplina de Engenharia de Software e que trabalhassem na área.

#### E. Concepção do instrumento de apoio

Um documento foi elaborado com as orientações passo-a-passo das funcionalidades a serem executadas pelos participantes no ambiente. As funcionalidades compreenderam: a criação de um login individual, o preenchimento do instrumento de Felder e Silverman para a identificação de estilos de aprendizagem, a adição e a busca de materiais de aprendizagem.

Também foi incluído neste documento, um questionário a ser respondido pelos participantes durante a execução das funcionalidades. O questionário foi elaborado com as seguintes questões de apoio (QA):

**QA1:** As funcionalidades descritas no instrumento de apoio foram executadas com sucesso?

**QA2:** Qual dos materiais retornados você escolheria para estudar o assunto proposto?

**QA3:** Qual estilo de aprendizagem você julga possuir?

**QA4:** Você julga importante um ambiente de aprendizagem que considera o estilo de aprendizagem para selecionar os materiais de aprendizagem?

Para avaliar se os requisitos necessários foram satisfeitos e se o ambiente funcionava dentro do desejável (QA1), cada participante realizou o passo-a-passo, indicando se a funcionalidade havia sido executada corretamente ou não, sendo possível incluir alguns comentários e sugestões para cada funcionalidade.

Na questão QA2 o participante deveria selecionar apenas um dos três materiais retornados pelo ambiente (cada um dos materiais correspondia à um dos três estilos de aprendizagem: Visual, Verbal e Visual/Verbal). Já na questão QA3 o participante deveria selecionar apenas uma das três opções possíveis (Visual, Verbal e Visual/Verbal). As questões QA2 e QA3 tinham o objetivo de avaliar se o ambiente proposto é capaz de indicar os materiais de aprendizagem mais adequados ao aprendiz considerando o seu estilo de aprendizagem. A seleção dos materiais de acordo com o estilo de aprendizagem é mediado pela ontologia.

Por fim, na questão QA4 foi utilizada uma escala de *Likert*, contendo 5 opções (completamente em desacordo, em desacordo, nem concordo e nem discordo, concordo e concordo completamente) e tinha como objetivo avaliar se os participantes consideram importante incluir o estilo de aprendizagem em um ambiente conforme o proposto.

#### F. Condução do experimento

O experimento foi realizado nos laboratórios da instituição de ensino do respectivo aluno. Ao total quatro sessões foram realizadas com média de 20 participantes. Todo o experimento foi guiado pelo instrumento de apoio.

Os participantes acessaram o ambiente de aprendizagem por meio de um login individual e na sequência preencheram o instrumento proposto por Felder e Silverman para a identificação do estilo de aprendizagem. Por meio deste instrumento foram identificados os estilos dos aprendizes, que podiam variar entre: Visual, Verbal e Visual/Verbal.

Após o preenchimento do instrumento, cada participante adicionou cinco materiais de aprendizagem selecionados pelo pesquisador. Neste momento a ontologia foi invocada para realizar a classificação do material de acordo com o estilo de aprendizagem.

Na sequência, os participantes realizaram a pesquisa de materiais pelo assunto proposto “Pilhas”. Esta pesquisa retornou três materiais de aprendizagem, cada material correspondente a um dos três estilos de aprendizagem: Visual, Verbal e Visual/Verbal. Neste momento os participantes responderam a questão de apoio QA2 para identificar por meio do material escolhido o estilo de aprendizagem e a questão de apoio QA3 para identificar por meio da opinião pessoal o estilo de aprendizagem. Com isso se obteve o estilo de aprendizagem de cada participante por três meios distintos: pelo instrumento integrado ao ambiente, pelo material escolhido e pela opinião pessoal. Após isso os participantes responderam a questão de apoio QA4. A questão de apoio QA1 foi respondida ao longo de todo o experimento, quando uma funcionalidade estava sendo testada e conseqüentemente avaliada.

As próximas seções descrevem em detalhes o ambiente de aprendizagem desenvolvido e a sua avaliação.

## IV. AMBIENTE PARA O COMPARTILHAMENTO DE MATERIAIS DE APRENDIZAGEM

O ambiente foi desenvolvido com o objetivo de propiciar o compartilhamento de materiais para a aprendizagem de engenheiros de software, tendo a integração de um instrumento para a identificação do estilo de aprendizagem e o uso de ontologias para a estruturação do conhecimento; com o propósito de facilitar o compartilhamento e a busca de materiais de aprendizagem.

Para a identificação do estilo de aprendizagem foi utilizado o instrumento de Felder e Silverman conforme revisão sistemática realizada [24] e para a estruturação do conhecimento foi utilizada a ORLM a qual foi integrada ao ambiente. Nesta seção é descrita a ontologia, a arquitetura e as funcionalidades do ambiente de aprendizagem proposto.

### A. ORLM

A ORLM é o resultado do desenvolvimento de uma ontologia para a representação de materiais de aprendizagem de acordo com os estilos de aprendizagem [22]. Na Figura 2 são apresentadas as classes, propriedades e relacionamentos da ORLM. Os elementos com os prefixos *user-model* e *foaf* foram reutilizados de outras ontologias, enquanto que os elementos com o prefixo *orlm* foram propostos.

Na ORLM são representadas as dimensões propostas pelo modelo de Felder e Silverman e também as escalas propostas pelo modelo de Kolb.

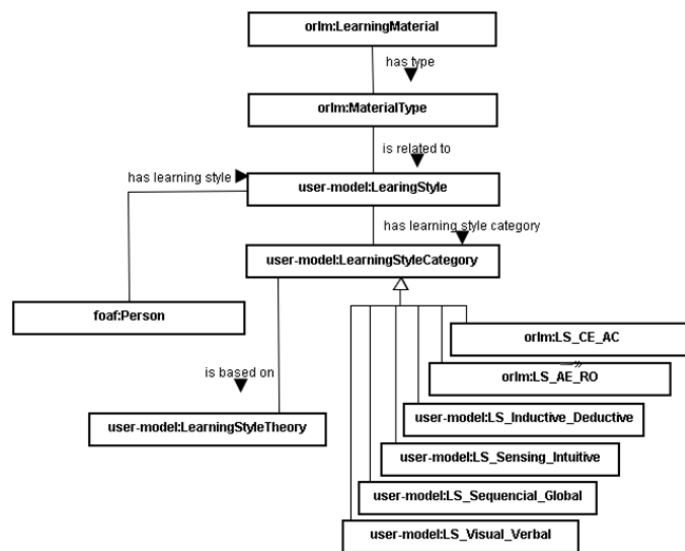


Figura 2 Classes, propriedades e relacionamentos propostos na ORLM

### B. Arquitetura do Ambiente de Aprendizagem

A Figura 3 apresenta a arquitetura definida para comportar as funcionalidades do ambiente.

Como citado anteriormente, a API Jena foi utilizada para fazer a integração da ORLM. Jena é um framework Java utilizado para o desenvolvimento de aplicações semânticas [25]. O framework provê um ambiente para manipulação de arquivos *Resource Description Framework* (RDF), OWL, linguagem SPARQL [26] e máquina de inferência. É por meio da API Jena que a interface do ambiente de aprendizagem

manipula o arquivo OWL que contém a ontologia. A API Jena é utilizada no ambiente de aprendizagem em dois momentos: na inicialização do sistema e na adição dos materiais de aprendizagem.

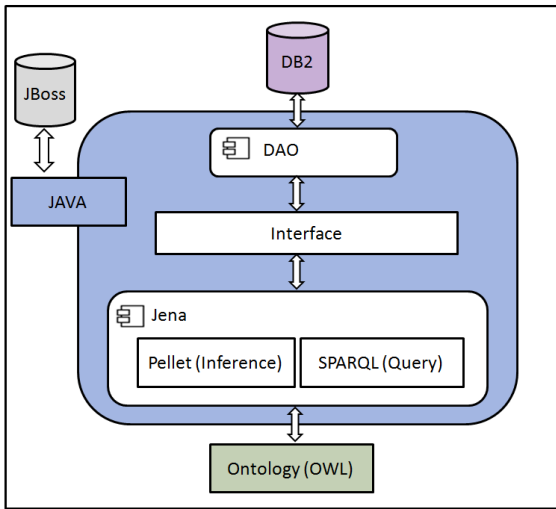


Figura 3 Arquitetura do ambiente de aprendizagem

Na inicialização do sistema, o arquivo OWL é carregado e seus dados são armazenadas em cache. Na adição dos materiais de aprendizagem é feita uma cópia do modelo OWL e criada uma instância com os dados do material como, por exemplo, as características físicas (imagem, figura, áudio etc.). Com os dados instanciados, utilizando uma máquina de inferência, neste caso, o Pellet [27], os dados são validados e classificados. Os dados classificados são extraídos utilizando a linguagem SPARQL e armazenados no SGBD juntamente com os dados correspondentes ao material. Desta maneira, na pesquisa do material de aprendizagem, a ontologia não é mais utilizada, pois as buscas são realizadas de acordo com os dados já armazenados no SGBD.

### C. Funcionalidades do Ambiente de Aprendizagem

As principais funcionalidades desenvolvidas e disponibilizadas no ambiente de aprendizagem foram: identificação de um usuário por meio de um login; identificação do estilo de aprendizagem do usuário; adição de materiais de aprendizagem; busca de materiais de aprendizagem classificados pelo estilo de aprendizagem.

A sequência de execução do fluxo principal do ambiente de aprendizagem, apresentada na Figura 4, é a seguinte: 1) o usuário efetua o login; 2) após o login, caso o estilo de aprendizagem ainda não tenha sido identificado, o ambiente apresenta o questionário de Felder e Silverman para o usuário preencher; 3) com o estilo de aprendizagem identificado, o usuário pode adicionar ou pesquisar materiais de aprendizagem.

A identificação do estilo de aprendizagem do usuário é feita por meio do preenchimento do instrumento proposto por Felder e Silverman, como apresentado na Figura 5. Apenas a dimensão Visual/Verbal do instrumento foi utilizada, por ser a dimensão mais adequada às características físicas dos materiais de aprendizagem. Ao realizar o login, o questionário é

apresentado ao usuário e após o seu preenchimento o estilo de aprendizagem é armazenado no ambiente. O preenchimento do questionário não é mais solicitado se o estilo de aprendizagem do usuário já tiver sido identificado em acesso anterior.

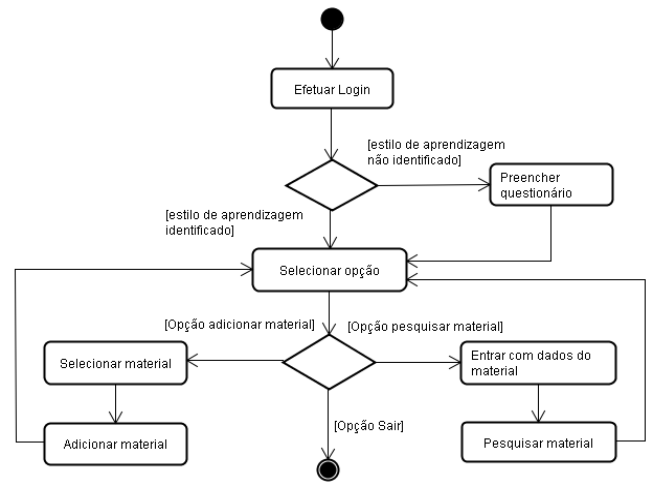


Figura 4 Diagrama de atividade do fluxo principal do ambiente de aprendizagem

Eu lembro melhor	<input type="radio"/> o que eu vejo.
	<input type="radio"/> o que eu escuto.
Quando eu penso sobre o que eu fiz ontem, eu provavelmente obtenho	<input type="radio"/> uma imagem.
	<input type="radio"/> palavras.
Para entretenimento, eu prefiro	<input type="radio"/> assistir televisão.
	<input type="radio"/> ler um livro.
Quando eu obtenho direções para lugares novos, eu prefiro	<input type="radio"/> um mapa.
	<input type="radio"/> instruções escritas.

Figura 5 Tela com o questionário para a identificação do estilo de aprendizagem

A adição de um material de aprendizagem é feita por meio de dois passos principais, a seleção do arquivo do material a ser adicionado, Figura 6, e a seleção das características físicas do material de aprendizagem, Figura 7.

Passo 1

1 - Selecione o arquivo que deseja postar.

Arquivo: Bancas.pdf

Figura 6 Tela para a seleção do material a ser adicionado

## 4 - Adicione as características físicas do material.

- Vídeo
- Figura
- Texto
- Imagem
- Áudio
- Animação

Figura 7 Tela para a seleção das características físicas do material

As características físicas do material de aprendizagem são armazenadas para que, na busca por materiais de aprendizagem, o ambiente recupere primeiramente os materiais que são mais adequados ao perfil do aprendiz.

Ao concluir a adição do material, os dados referentes às características físicas são carregados na ORLM. A ORLM, por meio do motor de inferência, faz a classificação do material de acordo com o estilo de aprendizagem, extrai as informações usando o SPARQL e finalmente armazena estas informações juntamente com as demais no SGBD.

A funcionalidade de busca dos materiais de aprendizagem usa apenas como fonte de dados o DB2, pois as informações necessárias da ORLM já foram obtidas e armazenadas no DB2 no momento da adição do material. No resultado da busca, os materiais de aprendizagem são apresentados ordenados pelo estilo de aprendizagem do usuário. Por exemplo, para um usuário com estilo Visual, os materiais com figuras, imagens, gráficos etc., são apresentados antes dos materiais que não possuem estas características.

Um experimento foi realizado para avaliar se as funcionalidades propostas foram atendidas, se a identificação do estilo de aprendizagem estava coerente e avaliar a opinião dos participantes sobre a importância de um ambiente que recomende materiais de acordo com o estilo de aprendizagem.

## V. AVALIAÇÃO DO AMBIENTE DE APRENDIZAGEM

No total 84 estudantes participaram do experimento e os resultados são apresentados de acordo com as quatro questões de apoio definidas no método desta pesquisa.

Com relação à questão de apoio **QA1**, 100% dos participantes responderam que as funcionalidades previstas no documento de apoio foram executadas com sucesso. As operações dos participantes foram registradas pelo ambiente o que permitiu a confirmação de que todos os participantes realmente tivessem executado as funcionalidades previstas. Durante a execução do experimento poucos questionamentos foram realizados, o que indica que o ambiente é de boa usabilidade.

Alguns erros foram relatados na adição dos materiais de aprendizagem onde a ontologia era invocada. Após a repetição do processo, a adição ocorreu com sucesso. A configuração definida para a utilização da ontologia no ambiente precisou ser revista. Com relação às sugestões, a maioria se referiu à interface do ambiente, como por exemplo, tamanho de fonte, criar dica para a senha e inclusão do *scroll* do mouse. Algumas das sugestões também foram dadas com relação à utilização de outros critérios além do estilo de aprendizagem para a

recomendação do material de aprendizagem, tais como, grau de conhecimento, idioma e papel que exerce.

Com relação à questão **QA1**, os resultados levam a concluir que, de uma maneira geral, todas as funcionalidades previstas no ambiente foram executadas com sucesso, embora melhorias e correções sejam necessárias.

Já os resultados para as questões de apoio **QA2** e **QA3** são apresentados na Tabela I. Na primeira coluna estão representados os três estilos identificados: Visual, Verbal e Visual/Verbal. Na segunda coluna “Instrumento” são apresentados os percentuais de cada estilo identificado pelo instrumento de Felder e Silverman preenchido pelos participantes no ambiente proposto. Na terceira coluna “Material Escolhido” é apresentado os percentuais de cada estilo identificado pelo material escolhido pelo participante, resposta da questão **QA2**. A última coluna “Opinião Pessoal” apresenta os percentuais de cada estilo identificado pela opinião pessoal de cada aprendiz, resposta da **QA3**.

TABELA I PERCENTUAL DO ESTILO DE APRENDIZAGEM IDENTIFICADO

Estilo	Instrumento	Material Escolhido	Opinião Pessoal
Visual	77,38%	44,05%	20,24%
Verbal	2,38%	19,05%	2,38%
Visual/Verbal	20,24%	36,90%	77,38%

O resultado apresentado na Tabela I mostra que pelo instrumento proposto por Felder e Silverman, a maioria dos aprendizes, 77,38%, foi identificada como sendo do estilo de aprendizagem Visual. Os resultados obtidos pela escolha do material confirmam o estilo de aprendizagem Visual como sendo dominante, com 44,05%. Este percentual é menor do que o obtido pelo instrumento e muito próximo dos 36,90% obtidos para o estilo de aprendizagem Visual/Verbal. Entretanto, os resultados obtidos pela opinião pessoal mostram que a maioria dos aprendizes, 77,38%, identifica-se como sendo do estilo Visual/Verbal.

É possível observar que os percentuais obtidos para cada estilo de aprendizagem são divergentes. Embora os resultados obtidos pelo instrumento estejam mais alinhados com os resultados obtidos pelo material escolhido, ainda assim há diferenças significativas. Essa divergência pode acontecer devido à identificação do estilo pelo instrumento de Felder e Silverman não considerar um contexto, como por exemplo, complexidade do assunto, grau de conhecimento etc. Outra possibilidade é o aprendiz ter sido influenciado durante a escolha do seu estilo de aprendizagem pela qualidade dos materiais. Um aprendiz pode preferir um material que não esteja relacionado ao seu estilo de aprendizagem por apresentar qualidade superior ao material relacionado ao seu estilo.

Desta maneira pode-se concluir que um ambiente de aprendizagem não pode se basear exclusivamente na opinião pessoal ou em um instrumento para a identificação do estilo de aprendizagem, sendo necessários mecanismos combinados que auxiliem nesta identificação. Um destes mecanismos é o utilizado no ambiente proposto neste trabalho, que é o uso de

instrumentos validados para identificação de estilos de aprendizagem. Outro mecanismo possível seria o monitoramento da utilização dos materiais de aprendizagem pelos aprendizes, sendo possível que o ambiente aprendesse e adaptasse os estilos dos aprendizes. Por meio deste monitoramento é possível obter as preferências dos aprendizes dentro de um contexto e desta maneira obter um resultado mais próximo da realidade.

Por último é apresentado, na Tabela II, o resultado da questão de apoio **QA4**. A Tabela II apresenta o percentual de respostas dos aprendizes com relação à importância do estilo de aprendizagem para a recomendação de materiais de aprendizagem. A primeira coluna mostra as respostas possíveis para a questão “Eu julgo importante um ambiente de aprendizagem que considera o meu estilo de aprendizagem para selecionar os materiais de aprendizagem.”, e na segunda coluna é apresentado o percentual obtido para cada resposta.

TABELA II PERCENTUAL DE RESPOSTAS DOS APRENDIZES COM RELAÇÃO A IMPORTÂNCIA DO ESTILO DE APRENDIZAGEM PARA RECOMENDAÇÃO DE MATERIAIS

Importância do estilo de aprendizagem	%
Completamente em desacordo	0,00
Em desacordo	0,00
Nem concorda nem discorda	19,05
Concorda	52,38
Concorda completamente	28,57

Os resultados apresentados na Tabela II também mostram a importância de considerar os estilos de aprendizagem em um ambiente conforme o proposto. A maioria dos participantes, 80,95%, concorda que é importante a utilização de estilo de aprendizagem para recomendar materiais de aprendizagem. Apenas 19,05% diz não concordar e nem discordar e nenhum aprendiz expressou opinião contrária a importância dos estilos de aprendizagem.

## VI. CONCLUSÃO

O ambiente de aprendizagem proposto permite aos engenheiros de software compartilhar materiais de aprendizagem de diversas naturezas (pdf, vídeos, slides etc.). Este compartilhamento pode contribuir com a aprendizagem e assim possibilitar que o profissional alcance as habilidades necessárias para o desenvolvimento de suas atividades com mais qualidade. O ambiente foi desenvolvido pensando em atender as necessidades de equipes de desenvolvimento de software. No entanto, a estrutura proposta pode ser aplicada a qualquer área do conhecimento que necessite compartilhar materiais de aprendizagem.

O experimento realizado permitiu verificar que as funcionalidades propostas no ambiente foram atendidas, embora algumas melhorias e correções sejam necessárias. No que se refere à identificação do estilo de aprendizagem, os resultados mostraram que a utilização apenas de um instrumento formal para a identificação do estilo de aprendizagem pode não ser suficiente e que recursos

combinados devem ser utilizados para uma identificação mais precisa. Com relação à recomendação de materiais de aprendizagem de acordo com os estilos de aprendizagem, a maioria dos participantes, 80,95%, concorda que é importante considerar o estilo de aprendizagem em um ambiente conforme o proposto.

Outras funcionalidades para aprimorar a recomendação de materiais de aprendizagem podem ser desenvolvidas. A avaliação dos materiais de aprendizagem pelos próprios usuários pode ser uma maneira de qualificar os melhores materiais. A identificação do nível de conhecimento do usuário e do nível de complexidade do material também pode ser uma informação a ser identificada e utilizada nas buscas como critério classificatório dos materiais. As interações do usuário com o ambiente podem ser monitoradas para identificação automática de interesses comuns entre usuários. Estas funcionalidades apoiadas por ontologias estão sendo desenvolvidas pelo grupo no contexto da Engenharia de Software.

## REFERÊNCIAS

- [1] C. G. Wangenheim, J. C. R. Hauck, and A. Wangenheim, Um Modelo de Treinamento de Melhoria de Processos de Software, In: Anais do Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software – SBQS 2009, Ouro Preto, pp.84-98, 2009.
- [2] SEI – Software Engineering Institute. CMMI for Development (CMMI-DEV), Version 1.2, Technical Report CMU/SEI-2006-TR-008. Pittsburgh, PA: Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, 2006.
- [3] SOFTEX – Associação para promoção do software brasileiro. MPS.BR – Guia de Implementação – Parte 3: Nível E do MR-MPS. Disponível em: <<http://www.softex.br>>. Acesso em: 13 nov. 2010.
- [4] D. V. Santos, D. Vilela, C. Souza, and T. Conte, Programas de Melhoria de Processo de Software – Uma pesquisa sobre a influência dos aspectos humanos. In: Anais do Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software – SBQS 2011, Curitiba.
- [5] A. Fleury, and M. T. Fleury, Aprendizagem e Inovação Organizacional. São Paulo: Atlas, 1997.
- [6] M. Wang, Integrating organizational, social, and individual perspectives in Web 2.0-based workplace e-learning. Information Systems Frontiers. vol. 13, n. 2, pp.191-205, 2009.
- [7] S. Gamalel-Din, Smart e-Learning: A greater perspective; from the fourth to the fifth generation e-learning. Egyptian Informatics Journal, Ministry of Higher Education and Scientific Research, vol. 11, n. 1, pp. 39-48, 2010.
- [8] Y. Yang, and C. Wu, An attribute-based ant colony system for adaptive learning object recommendation. Expert Systems with Applications, vol. 36, n. 2, pp. 3034-3047, 2009.
- [9] D. Kolb, On management and the learning process. Working paper Sloan School of Management, Cambridge, 70 p, 1973.
- [10] M. Yaghmaie, and A. Bahreinejad, A context-aware adaptive learning system using agents. Expert Systems with Applications, vol. 38, n. 4, pp. 3280-3286, 2010.
- [11] R. M. Felder, and L. K. Silverman, Learning and teaching styles in engineering education. Journal of Engineering Education, v. 78, n. 7, pp. 674-681, 1988.
- [12] H. Pashler, M. McDaniel, D. Rohrer, and R. Bjork, Learning styles: concepts and evidence. Psychological Science in the Public Interest, vol. 9, n. 3, pp.105-119, 2009.
- [13] G. Lawrence, People Types and Tiger Stripes: A Practical Guide to Learning Styles. 3rd ed., Gainesville, Fla.: Center for Applications of Psychological Type, 258 p, 1993.
- [14] T. R. Gruber, Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing. International Journal of Human and Computer Studies, vol. 43, n. 5-6, pp. 907-928, 1993.

- [15] W. N. Borst, Construction of Engineering Ontologies. Tese. University of Twente. Ensched, The Netherlands - Centre for Telemática and Information Technology, 1997.
- [16] R. Studer, V. R. Benjamins, and D. Fensel, Knowledge engineering: principles and methods. Data & Knowledge Engineering, vol. 25, n. 1-2, pp. 161-197, 1998.
- [17] N. F. Noy, and D. L. McGuinness, Ontology Development 101: A guide to creating your first ontology. Stanford Knowledge Systems Laboratory Technical Report KSL-01-05 and Stanford Medical Informatics Technical Report SMI-2001-0880, March 2001.
- [18] N. Guarino, Formal ontology and information systems. In the Proceedings of Formal Ontology in Information Systems, Washington, DC: IOS Press, pp. 3-15, 1998.
- [19] A. P. Contandriopoulos, F. Champagne, L. Potvin, J. L. Denis, and P. Boyle, Saber preparar uma pesquisa. Editora Hucitec: São Paulo, 215 p, 1999.
- [20] A. C. Gil, Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo:Atlas, 175 p, 2006.
- [21] B. A. Kitchenham, Procedures for performing systematic reviews. Technical Report TR/SE-0401, Keele, UK, Keele University, 2004.
- [22] J. Valaski, A. Malucelli, and S. Reinehr, Recommending learning materials according to ontology-based learning styles, In: ICITA, 2011, Australia.
- [23] Protégé - The Protégé Ontology Editor and Knowledge Acquisition System. Disponível em: <<http://protege.stanford.edu/index.html>>, Acesso em 05 abr. 2011.
- [24] J. Valaski, A. Malucelli, and S. Reinehr, Uma revisão dos modelos de estilos de aprendizagem aplicados à adaptação e personalização dos materiais de aprendizagem, In: Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 2011, Aracaju.
- [25] Jena - A Semantic Web Framework for Java. Disponível em: <http://jena.sourceforge.net>>. Acesso em: 01 abr. 2011.
- [26] SPARQL - SPARQL Query Language for RDF. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query>>. Acesso em: 13 mai. 2011.
- [27] Pellet: OWL 2 Reasoner for Java. Disponível em: <<http://clarkparsia.com/pellet>>. Acesso em: 01 abr. 2011.