

Uma abordagem para recomendação de objetos de aprendizagem em ambientes educacionais

Luciana A. Martinez Zaina¹
Graça Bressan²
José Fernando Rodrigues Júnior¹
Maria Angélica Calixto A. Cardieri³

Resumo

A adoção de sistemas de recomendação com a finalidade de melhorar a personalização da interação do usuário tem crescido em aplicações como comércio eletrônico, aprendizagem eletrônica, entre outros. O foco principal é sugerir informações e serviços para os usuários baseados em suas preferências. O objetivo deste trabalho é apresentar uma abordagem para recomendação de conteúdo eletrônico baseado no relacionamento entre objetos de aprendizagem e estilos de aprendizagem. Os objetos de aprendizagem são especificados através do padrão LOM e os estilos de aprendizagem são definidos a partir do modelos de estilos de aprendizagem de Felder-Silverman. Através de categorias é criado o relacionamento entre o que é observado na interação do estudante e os objetos de aprendizagem que são sugeridos ao aprendiz.

Palavras-chave: *aprendizagem eletrônica, objeto de aprendizagem, estilo de aprendizagem, sistemas de recomendação.*

Abstract

The adoption of recommender system in order to improve the personalization of user interaction has increasing in applications as e-commerce, e-learning, and so one. The main focus is to suggest information and services to users based on their preferences. The goal of this work is to present an approach to recommend electronic content based on the relationship between learning objects and learning styles. The learning objects are specified by LOM standard and the learning styles are defined from Felder-Silverman Learning Style Model. Through the categories is created the relation between what is observed during the learning interaction and the learning objects that are suggested to the learner.

Keywords: *e-learning, learning object, learning style, recommendation system.*

¹Universidade Federal de São Carlos
Ciência da Computação, campus
Sorocaba
Rodovia João Leme dos Santos, Km 110
- SP-264
Sorocaba - São Paulo
{lzaina, junio}@ufscar.br

²Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de
Computação e Sistemas Digitais, PCS,
EP
Av. Prof. Luciano Gualberto Trav. 3 ?
158, sala C2-46
São Paulo - São Paulo
gbressan@larc.usp.br

³Faculdade de Engenharia de Sorocaba
Faculdade de Eng. de Sorocaba
Rdv Senador José E Moraes, 1425
Sorocaba, São Paulo
angelicacc@facens.br

1 Introdução

A personalização de ambientes de aprendizagem eletrônica de acordo com as preferências do aprendiz tem sido um tema amplamente discutido. O objetivo desta personalização é prover o aluno com serviços e informações que sejam relevantes ao escopo do ensino-aprendizagem e que ao mesmo tempo atendam o perfil de aprendizagem do estudante.

A criação de um modelo do aluno auxilia na organização das informações a respeito do mesmo. A modelagem do aluno sempre foi um componente importante dentro do processo de adaptação de ambientes de aprendizagem eletrônica, pois é através dela que o sistema se direciona sobre as ações a serem realizadas de acordo com a interação do aluno.

A adoção das técnicas de sistemas de recomendação tem permitido que os ambientes de aprendizagem possam prover os alunos com conteúdos que sejam voltados às necessidades do estudante. Através da observação das preferências do aprendiz é possível relacionar o conteúdo apresentado ao aluno com seu estilo de aprendizagem.

Este trabalho tem como objetivo apresentar uma abordagem para recomendação de conteúdo eletrônico baseando-se no relacionamento entre estilos de aprendizagem e objetos de aprendizagem. O estilo de aprendizagem é organizado através de categorias que identificam sob diferentes dimensões as preferências de aprendizagem de um estudante. O foco principal é verificar o relacionamento entre as categorias e os objetos de aprendizagem através dos metadados que os descrevem, recomendando, então, os objetos de aprendizagem que são mais adequados a um determinado aluno.

O restante do artigo está estruturado da seguinte forma: a seção 2 discute conceitos sobre perfil do aluno e estilos de aprendizagem; a apresentação da abordagem é apresentada na seção 3; a seção 4 realiza as considerações finais.

2 Perfil do Aluno e Estilos de Aprendizagem

Nos ambientes de aprendizagem eletrônica é fundamental se obter informações sobre o perfil de um aluno para que seja possível haver uma personalização do comportamento do ambiente em relação às necessidades do aluno. As necessidades e preferências de um aluno são evidenciadas através das ações e reações do aluno em um dado ambiente, o que determina o estilo empregado por ele durante a aprendizagem.

2.1 Modelagem do Perfil do Aluno

A necessidade de conhecer as características de um usuário surgiu com o desenvolvimento de aplicações adaptativas. Historicamente pode-se destacar que até 1996 eram utilizadas para a adaptação de um dado ambiente informações relevantes ao usuário tais como seus objetivos, conhecimentos atuais e adquiridos, sua experiência com o sistema e suas preferências. Porém, a partir de 1996, observou-se a necessidade de se organizar informações sobre o usuário de acordo com as demandas do ambiente, criando uma sinergia entre as informações obtidas a partir da interação do usuário e o ambiente em que este interage [1].

O perfil do aluno é determinado através de elementos, traços que permitem ressaltar as características básicas deste aluno, permitindo que ele possa ser identificado a partir destas características [2].

Um perfil é composto por um conjunto de propriedades que caracterizam o estudante como: sua identificação pessoal, suas preferências pessoais e sociais, seu perfil de aprendizagem, seu conhecimento sobre determinados assuntos, etc. Algumas informações relativas ao perfil do aluno, como sua identificação pessoal, preferências pessoais e sociais, são raramente modificadas. Em contrapartida, informações que envolvem aspectos cognitivos como seu estilo de aprendizagem e seu conhecimento sobre um dado assunto, são constantemente alteradas [3, 4].

Obter informações sobre o aluno que sejam relevantes ao processo de adaptação da aprendizagem é fundamental dentro do cenário de ensino. Porém, estas informações necessitam de uma organização, fazendo com que as mesmas se tornem mais aderentes ao sistema, facilitando assim uma possível interpretação e análise das informações. Uma das formas de organizar as informações referentes ao aluno é criar modelos que auxiliem o sistema a agir e reagir de acordo com as necessidades do aprendiz. Tais modelos são denominados de modelo do aluno e retratam as informações referentes ao perfil do aluno [5].

Segundo Rosatelli e Tedesco [6], a área de modelagem do usuário, de forma genérica, procura construir uma representação explícita do perfil de um usuário em particular, de forma que este possa auxiliar um dado ambiente eletrônico durante o processo de adaptação deste ambiente.

Considera-se que o modelo do usuário é uma representação formal e explícita do perfil de um usuário. Modelar o usuário é o ato de criar um modelo, através do ambiente em que o usuário interage, que represente informações do usuário capturadas através de sua interação [2]. Dentro do escopo de ambientes de aprendizagem eletrônica o usuário considerado é o aluno já que este é o centro do processo de aprendizagem.

O modelo do aluno tem como característica

principal organizar as informações que identificam o perfil de um aluno de forma que estas possam ser interpretadas por um ambiente eletrônico. Pode-se afirmar que o modelo do aluno é a modelagem sistêmica do perfil do aluno.

A modelagem do aluno sempre foi um componente importante dentro do processo de adaptação de ambientes de aprendizagem eletrônica, pois é através dela que o sistema se direciona sobre as ações a serem realizadas de acordo com a interação do aluno. A organização das informações sobre o aprendiz em um modelo permite que os sistemas tornem-se mais extensíveis e modulares.

Rosatelli e Tedesco [6] afirmam que algumas informações são fundamentais para a criação do modelo do usuário, como:

- Ter dados sobre as habilidades do usuário relevantes ao contexto em que o mesmo se encontra inserido, observando o quanto o usuário conhece sobre o assunto.
- Obter os padrões de comportamento do usuário com o sistema para que seja possível obter mecanismos que auxiliem na motivação do usuário dentro do ambiente.
- Considerar o momento e o local da interação para que isto auxilie o mapeamento das interações.

Pode-se afirmar que o modelo do aluno é formado por subconjuntos de informações que permitem traçar o perfil do aluno. Dentre estas infor-

mações uma delas são as preferências do aprendiz. É possível, por exemplo, se obter informações sobre como o aluno prefere aprender observando seu comportamento em relação às suas escolhas durante o processo de aprendizagem. Um aluno que frequentemente opta por utilizar um dado tipo de mídia, como vídeo, durante suas interações com o ambiente de aprendizagem, pode estar demonstrando uma preferência em aprender com métodos de ensino que sejam visuais.

2.2 Estilos de Aprendizagem

Um estilo de aprendizagem está relacionado às estratégias que um aluno tende a aplicar com frequência a uma dada situação de ensino. Cada indivíduo pode se encaixar em diferentes estilos que fazem com que ele adote atitudes e comportamento que se repetem em diferentes momentos e situações. Para atender um dado estilo de aprendizagem é necessário que o docente utilize estratégias de ensino que possam suprir as diferentes perspectivas de aprendizagem.

Estilos de aprendizagem são características cognitivas, afetivas e psicológicas que determinam como um aluno interage e reage em um ambiente de aprendizado. Pode-se sintetizar que estilos de aprendizado se referem às características individuais que um aluno tem de organizar, perceber, processar, lembrar e pensar para resolver um problema [2, 7].

Formas de Monitoração	Características	Limitações
Ações de seleção	Links selecionados numa dada página, páginas que foram acessadas e preferências por mídias. Interações explícitas do aluno através de entrevistas.	Podem não definir características do usuário de forma precisa.
Observação num dado período da interação	Verificar o tempo de permanência num dado ponto do sistema.	Imprecisão na análise das características de tempo. Não é possível garantir que em todo o tempo o usuário permaneceu observando um dado ponto.
Testes de conhecimento	Aplicação de diferentes formas de testes de conhecimento. Adequação dos tipos de testes com as necessidades de monitoramento.	Testes objetivos podem não ser precisos, já que limitam o escopo da resposta.
Sequenciamento de ações	Mecanismos que possibilitem ao usuário escolher a sequência de ações que deseja realizar para uma dada tarefa.	São gerados poucos cenários dificultando a obtenção de informações.

Tabela 1: Formas de monitorar a interação do usuário

Através da observação de um estilo de aprendizagem se deseja identificar quais são as características marcantes em um dado aprendiz de maneira que estas influenciem no processo de aprendizagem deste aluno. Observando a forma como o aluno exprime e exterioriza sua interação com o ambiente de ensino (seu estilo de aprendizagem) é

possível obter o perfil de aprendizagem do aluno. O perfil de aprendizagem pode ser definido como um conjunto de propriedades que identificam características marcantes do aluno durante o processo de aprendizagem.

Realizando uma comparação sucinta pode-se afirmar que enquanto o estilo de aprendizagem

apresenta o modo pelo qual o aluno interage refletido através de seu comportamento e preferências, o perfil de aprendizagem determina as características que são marcantes em seu estilo. A adoção de um dado estilo em um processo de aprendizagem possibilita que o aluno possa imprimir um ritmo mais eficiente de aprendizado. Através do estilo de aprendizagem é possível identificar o perfil de aprendizagem do aluno.

2.3 Estilos de Aprendizagem e a Aprendizagem Eletrônica

Buscar informações que retratem o perfil de um aluno torna-se muito importante em ambientes de aprendizagem eletrônica. A identificação das preferências de um aprendiz pode auxiliar no processo de motivação do estudante. Questões referentes à organização da apresentação dos conteúdos, suas informações pessoais, seu histórico de conhecimento, suas habilidades de interação, suas preferências durante a interação influenciam dire-

tamente o caminho percorrido pelo aluno durante a aprendizagem. É fundamental, portanto, extrair informações referentes ao aprendiz construindo assim o perfil deste aluno.

Um dos pontos frequentemente observados durante a aprendizagem eletrônica é o estilo de aprendizagem adotado pelo aluno. Através do estilo de aprendizagem é possível classificar o aluno a partir de perfis de aprendizagem e escolher as estratégias de ensino que sejam mais adequadas ao perfil de aprendizagem deste aluno [8].

Uma das formas de obtenção das informações relativas ao perfil de aprendizagem do aluno normalmente é realizada através da monitoração das interações deste com o ambiente. O monitoramento pode ocorrer de diversas formas como através da verificação de ações de seleção em páginas, da observação das ações durante um dado período de tempo, através da realização de testes de conhecimento e da observação da sequência de ações realizadas [9]. A Tab. 1 apresenta algumas formas de observação do comportamento do usuário.

Categories de Preferências	Características	Estilos de Aprendizagem	Métodos de Ensino
Percepção	Está relacionado a como o aluno recebe o conteúdo, tipos de exercícios, por exemplo.	Sensorial	Concreto
		Intuitivo	Abstrato
Formato-Apresentação	Está relacionado à forma como o conteúdo é apresentado, tipos de mídias, por exemplo.	Visual	Visual
		Auditivo	Verbal
Participação do Aluno	Representa o quanto o aluno gosta de participar das atividades, se possui liderança, se prefere refletir mais tempo sobre um dado assunto.	Ativo	Ativo
		Reflexivo	Passivo
Ordem da Apresentação	Representa o tipo de visão que o aluno prefere ter do conteúdo: fragmentada ou global.	Sequencial	Sequencial
		Global	Global

Tabela 2: Proposta de Categorias de Preferências

A decisão sobre o que o modelo do aluno deve conter como informação está diretamente relacionada às necessidades que o ambiente tem para o processo de adaptação. A delimitação do escopo de observação das interações do aluno determina quais dados são relevantes a um dado cenário da aprendizagem. Nas aplicações educacionais para Web torna-se importante ter domínio principalmente das informações que se referem às habilidades desenvolvidas pelo aluno e ao contexto da interação. Estas informações permitem um mapeamento sobre o conhecimento prévio do aluno e sobre suas preferências de aprendizagem, refletindo diretamente na identificação do estilo de aprendizagem mais evidente em um dado aprendiz.

Existem diversos modelos que descrevem modos de classificar um aluno em um determinado estilo de aprendizagem [10], como por exemplo Indicador de Myers-Briggs (Myers-Briggs Type Indicator - MBTI), Estilo de Aprendizagem de Kolb, Estilo de Aprendizagem de Honey e Mumford,

Instrumento de Inteligência Dominante de Herrmann (HBDI) e o Modelo de Estilos de Aprendizagem de Felder-Silverman. Este trabalho adota o modelo proposto por Felder-Silverman devido a este apresentar uma relação que sugere a partir de um estilo de aprendizagem identificado qual seria a estratégia de ensino equivalente mais adequada [10, 11]. A Tab. 2 apresenta as categorias propostas por Felder-Silverman e suas respectivas características.

3 Recomendação de Objetos de Aprendizagem

Os sistemas de recomendação tem sido adotado em diversas áreas, como em comércio eletrônico, sistemas de museus, aprendizagem eletrônica, cujo objetivo é prover o usuário com informações e serviços que estejam em consonância com os interes-

ses e preferências do usuário.

As recomendações são realizadas baseando-se em características que são relevantes ao escopo do sistema. Um sistema de recomendação com fins educacionais acompanha as ações do aluno quando este interage com determinados conteúdos para que seja possível posteriormente, sugerir materiais e serviços adequados as suas preferências [12, 13].

Algoritmos de filtragem da informação baseada no perfil do usuário são aplicados pelos sistemas de recomendação com o objetivo de direcionar as recomendações que serão apresentadas ao usuário [14]. Os algoritmos de filtragem da informação utilizam a modelagem do usuário, pois esta representa as preferências de um determinado usuário refletindo o perfil deste. Além disto, é fundamental que o algoritmo seja aderente ao escopo do tipo de sistema em que ele está sendo empregado de maneira a atender os objetivos principais da interação [15]. Existem duas técnicas que são empregadas na área de filtragem de informação: a colaborativa e a baseada em conteúdos. Na abordagem colaborativa a informação é filtrada com base no que é relevante a outros usuários que possuem hábitos similares ao usuário em questão. Já na baseada em conteúdos a filtragem é realizada através da correlação entre o conteúdo e as preferências do usuário [15, 16].

3.1 Objetos de Aprendizagem

Oferecer materiais didáticos, usualmente denominados de objetos de aprendizagem (LO — Learning Objects), que sejam aderentes ao perfil de aprendizagem do aluno, é um dos objetivos de um

ambiente de ensino-aprendizagem. Um objeto de aprendizagem pode ser definido como uma entidade que pode ser utilizada dentro do processo de ensino-aprendizagem, podendo ser um vídeo, uma figura, um simulador, etc. Dentro do escopo de aprendizagem eletrônica o que se deseja é criar conteúdos em formato digital que possam ser reutilizáveis em diferentes objetivos de aprendizagem, ou mesmo que possam ser empregados na construção de outros objetos de aprendizagem [17–19].

Uma das formas de organizar os objetos de aprendizagem para que eles possam ser reutilizados e empregados sistemicamente é através do uso de metadados. O padrão LOM (*Learning Object Metadata*) do instituto IEEE é um padrão que descreve os objetos de aprendizagem com o objetivo de facilitar sua busca e recuperação em repositórios que empregam o padrão [18]. O padrão organiza a descrição dos objetos em categorias, onde cada uma delas possui um conjunto de campos que permitem detalhar o objeto em diferentes óticas.

3.2 Sistema de Recomendação de Objetos de Aprendizagem (e-LORS)

O e-LORS (e-Learning Object Recommendation System) é um modelo proposto neste artigo que se baseia nos conceitos empregados nos sistemas de recomendação, utilizando algoritmo de filtragem da informação baseado na técnica de conteúdos, para realizar a sugestão de objetos de aprendizagem, organizados através do padrão LOM, de acordo com o perfil de um determinado estudante.

Componente	Atributos		Caracterização
Informações Pessoais	<ul style="list-style-type: none"> - Identificação no sistema - Nome - Grau de escolaridade - Curso de formação 		Os dados pessoais se caracterizam por conter as informações pessoais do aluno que raramente são alteradas.
Perfil de aprendizagem	Categorias de Preferências	Percepção	O perfil de aprendizagem é definido através de categorias de preferências, que permitem visualizar o perfil de aprendizagem do estudante em diferentes dimensões.
		Formato-Apresentação	
		Participação do Aluno	
Tecnologia	Restrição tecnológica		Esta informação deve ser obtida através da intervenção direta do aluno permitindo que sejam disponibilizados recursos mais adequados a ele. São exemplos de restrições tipo de equipamento, conexão de rede, sistema operacional utilizado, etc. Este é um elemento opcional no modelo do aluno.

Tabela 3: Modelo do aluno

O modelo do aluno adotado neste trabalho propõe que as preferências do estudante sejam divididas em categorias que são baseadas na proposta

de Felder e Silverman [20]. O objetivo é agrupar as preferências que estão relacionadas a diferentes tipos de observações que podem ser realizadas du-

rante o acompanhamento das interações do aluno.

O modelo do aluno utilizado no modelo de sistema de recomendação proposto por este trabalho apresenta informações pessoais do aluno, suas preferências (organizadas através de categorias), seu perfil de aprendizagem que está diretamente relacionado às preferências do aprendiz e características tecnológicas relacionado ao acesso do aluno (Tab. 3).

A arquitetura do e-LORS foi especificada de forma que ela possa ser utilizada por diferentes

sistemas de aprendizagem eletrônica. A recomendação de objetos é realizada confrontando as informações de tema a ser apresentado ao aluno, o perfil de aprendizagem do aluno (baseado em categorias de preferências) e as possíveis restrições tecnológicas que caracterizam o ambiente em que o aluno interage. Estas informações são obtidas através do modelo do aluno e do gerenciador de cursos. A Fig. 1 apresenta a arquitetura do e-LORS e a integração deste com o sistema de aprendizagem eletrônica.

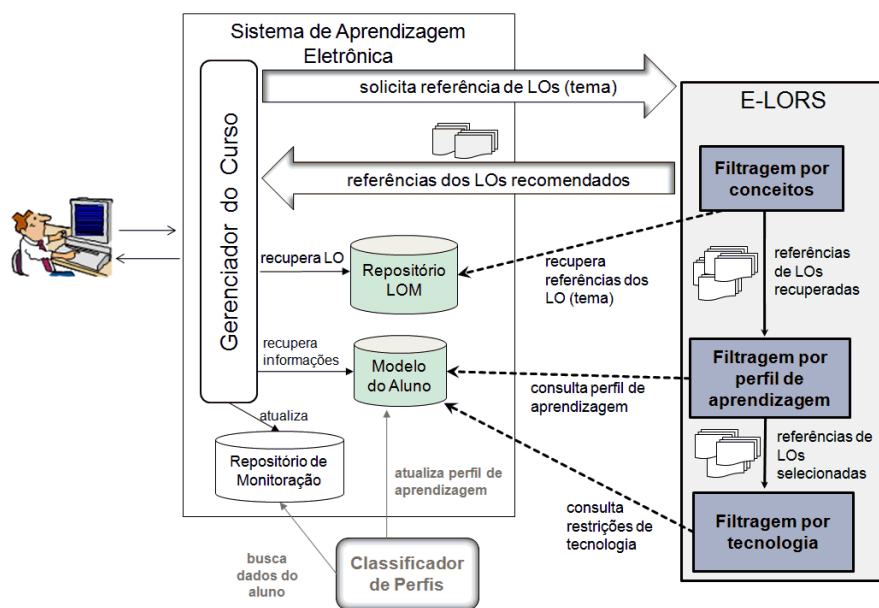


Figura 1: Arquitetura do e-LORS e integração com um sistema de aprendizagem eletrônica

Para adoção do e-LORS o sistema de aprendizagem eletrônica deve cumprir alguns requisitos:

- **Padrão LOM:** um requisito importante para adoção do e-LORS é que o ambiente de aprendizagem eletrônica armazene e gere os objetos de aprendizagem utilizando o padrão LOM, pois a recomendação realizará um relacionamento entre os objetos descritos pelo padrão LOM e as categorias de perfis. Embora o padrão apresente um grande número de campos de especificação o e-LORS irá utilizar apenas alguns deles durante a recomendação de objetos de aprendizagem. A Tab. 4 apresenta as categorias LOM utilizadas e seus respectivos campos.
- **Categorias de Preferências:** outro requisito é a adoção de um modelo do aluno que descreva o perfil de aprendizagem através de categorias de preferências. Se o sistema de aprendizagem já adotar algum tipo de modelo do aluno é preciso que este modelo seja estendido agregando a ele o elemento de perfil baseado em categorias. O ambiente de aprendizagem eletrônica pode adotar estratégias diferentes para identificação das categorias de preferências. O aluno pode ser questionado explicitamente sobre suas prefe-

rências de acordo com cada categoria através de um questionário por exemplo. As categorias seriam atualizadas a partir das respostas dadas pelo aluno. Outra forma seria adotar um sistema classificador de perfis como proposto em [7]. Através da monitoração das interações do estudante é feita uma comparação destas com modelos de perfis previamente elaborados. Os comportamentos observados são relacionados com as categorias de preferências. Após um período de observação o classificador de perfis compara o comportamento observado com os modelos de perfis, determinando para cada categoria de preferência a classificação do aluno. A Fig. 1 apresenta a possibilidade de inserção do classificador como forma de identificar as preferências do aprendiz.

- **Tecnologia:** outro ponto é a utilização do item que descreve a tecnologia no modelo do aluno, porém este é opcional. Caso este elemento já não seja utilizado no modelo atual ele poderá ser agregado ao modelo. O e-LORS irá desconsiderar esta verificação caso não haja especificações deste elemento no modelo do aluno.

3.3 Filtragem por conceitos

Assim que o e-LORS recebe a requisição para a execução do processo de recomendação ele inicia a filtragem por conceitos, buscando as referências dos LO em um repositório LOM (LOMR — LOM *Repository*). A filtragem por conceitos é baseada no tema, que pode ser composto por uma palavra ou mais, que é passado como parâmetro. Através da Categoria Geral o método *searchLO*, busca quais objetos de aprendizagem possuem a ocorrência do tema nos campos *Título*, *Descrição* e *Palavras-chaves*. Como resultado será obtido um conjunto de referências de LO (*LOSet*) que satisfazem o tema.

Quando a categoria de preferência *Percepção* de

um determinado aluno possui o valor concreto e a categoria *Formato-Apresentação* possui valor visual significa que os objetos sugeridos a este aluno deve possuir a característica ativa no contexto de interatividade e visual em recursos de aprendizagem. Pode ser sugerida uma simulação visual a ele, por exemplo.

3.4 Filtragem por perfil de aprendizagem

Após a finalização da filtragem por conceitos o e-LORS inicia a filtragem por perfil de aprendizagem que será realizada somente no conjunto de referências obtidas como resultado na etapa anterior (*LOSet*).

Categoria LOM	Campo do LOM	Caracterização
Geral	Identificador	Realiza descrição geral sobre o objeto de aprendizagem
	Tipo	
	Título	
	Língua	
	Descrição	
	Palavras-chaves	
Técnico	Formato (tipo de formato de vídeo, som)	Descrição de características técnicas
	Tamanho digital	
	Localização física	
	Requisitos (para uso do objeto: versão de software, por exemplo)	
Educação	Tipo de Interatividade (ativo, expositivo)	Descrição das funções educacionais e características pedagógicas do objeto
	Tipo de Recurso da Aprendizagem (exercício, simulação, questionário)	
	Grau de dificuldade	
Relacionamento	Tipo de relacionamento entre os objetos	Descreve o relacionamento entre objetos de aprendizagem
	Identificação do relacionamento	

Tabela 4: *Categorias descritoras do LOM utilizadas pelo e-LORS*

As categorias de preferências do aluno descritas através de seu perfil de aprendizagem (Tab. 3) são comparadas com campos Interatividade e Recurso da Aprendizagem da categoria Educacional do padrão LOM (Tab. 2), considerando o *LOSet* e não mais o *LOMR*. A Tab. 5 apresenta o relacionamento entre as categorias de preferências e os campos do LOM adotado pela filtragem de perfil de aprendizagem. Ao final desta filtragem é obtida o *LOSubset*.

3.5 Filtragem por tecnologia

A última etapa do e-LORS consiste na filtragem dos LO pela característica da tecnologia que o aluno está adotando. Este item é opcional, conforme descrito anteriormente, pois pode não ser considerado no modelo do aluno. Seu objetivo é verificar questões tecnológicas que podem restrin-

gir a utilização de um LO como, por exemplo: o formato de um vídeo, versões de softwares necessários para que o LO possa ser utilizado.

A filtragem é realizada pelo método *searchLO-Tech* e utiliza o subconjunto obtido após a filtragem por perfil de aprendizagem (*LOSubset*) como entrada. O método antes de iniciar a filtragem verifica se existem restrições definidas no modelo do aluno, caso não exista o novo subconjunto será igual ao encontrado na etapa anterior. O resultado será um novo subconjunto (*LOSubsetF*) que atenderá as questões tecnológicas existentes no modelo do aluno.

3.6 LO Recomendados

Ao finalizar os processos de filtragem de LO o e-LORS gera um conjunto de LO recomendados que é resultado da chamada do método *recomenda-*

tionLO realizada pelo gerenciador de cursos. O conjunto conterá o valor do campo Identificador (categoria Geral do LOM) de cada objeto que será recomendado para que o gerenciador de cursos possa construir a visualização dos objetos recuperando os mesmos do repositório LOM existente.

O gerenciador de cursos tem a flexibilidade de disponibilizar os LO da forma que for mais adequada ao ambiente e ao processo de ensino.

4 Conclusão

O oferecimento de materiais de acordo com o perfil de aprendizagem do estudante auxilia o processo de ensino-aprendizagem, pois estimula o aluno através da adoção de conteúdos que estejam em consonância com as preferências de interação dele.

Dentro do escopo de um ambiente de aprendizagem eletrônica faz-se necessário adotar mecanismos que deem suporte a recomendação de conteúdos que possam atender as necessidades de interação de um estudante.

Este trabalho propôs uma abordagem para recomendação de objetos de aprendizagem considerando o estilo de aprendizagem do aluno. O estilo de aprendizagem é descrito através de categorias de preferências definidas no modelo do aluno refletindo o perfil de aprendizagem do aluno. O principal objetivo é apresentar o perfil de aprendizagem sob diferentes dimensões como forma de relacionar as preferências sob diferentes aspectos. Para isto foi adotado o modelo de estilos de aprendizagem proposto por Felder e Silverman na especificação das categorias que seriam consideradas no perfil de aprendizagem do aluno.

Campo do LOM	Valor do campo	Característica do Perfil	Categoria de Preferência
Interatividade	Ativo	Concreto	Percepção
	Expositivo	Abstrato	
Recurso da Aprendizagem	Figura Vídeo Filme entre outros	Visual	Formato-Apresentação
	Texto Som entre outros	Auditivo	Participação
	Exercício prático Experimento entre outros	Ativo	
	Questionário Leitura	Reflexivo	

Tabela 5: Relacionamento entre campos do LOM e categorias de preferências

Outro ponto importante é a relação entre as categorias de preferências definidas no modelo do aluno com as categorias descritoras dos objetos de aprendizagem do padrão LOM. O relacionamento entre o modelo do aluno e os metadados dos objetos de aprendizagem permitiu haver uma maior aderência entre o perfil de aprendizagem identificado no aluno e os objetos de aprendizagem disponíveis. As categorias do LOM possibilitaram criar um relacionamento com os métodos de ensino equivalentes a cada categoria de preferências definida no modelo do aluno.

Normalmente, os ambientes de aprendizagem eletrônica requerem que o docente planejem e vinculem os conteúdos de acordo com os perfis de aprendizagem. A abordagem apresentada permite que este esforço seja minimizado através da busca automática de objetos de aprendizagem já cadastrados que possam ser utilizados na recomendação de acordo com o perfil do aluno. Além disto, a criação de um componente viabiliza a integração da proposta em diferentes ambientes de aprendizagem eletrônica.

A abordagem proposta foi aplicada através de

um protótipo em um curso de Engenharia da Computação na disciplina de Estrutura de Dados como forma de validação. A experiência teve como principal objetivo apoiar as atividades realizadas através do ensino presencial, procurando estimular os alunos a estudarem através de diferentes objetos de aprendizagem. Observou-se que o e-LORS permitiu empregar uma automatização importante através do relacionamento do perfil e do tipo de objeto de aprendizagem utilizado. As fases de recomendação foi executada cumprindo os objetivos do e-LORS.

Referências

- [1] P. Brusilovsky and E. Millán, "User models for adaptive hypermedia and adaptive educational systems," *The adaptive web*, pp. 3–53, 2007.
- [2] A. Kobsa, "Generic user modeling systems," *The Adaptive Web*, pp. 136–154, 2007.
- [3] P. Dolog and M. Sch "afer, "A framework for browsing, manipu-

- lating and maintaining interoperable learner profiles,” *User Modeling 2005*, pp. 397–401, 2005.
- [4] C. Lee, Y. Cheng, S. Rai, and A. Depickere, “What affect student cognitive style in the development of hypermedia learning system?,” *Computers & Education*, vol. 45, no. 1, pp. 1–19, 2005.
- [5] G. da Silva and M. Rosatelli, “Adaptation in educational hypermedia based on the classification of the user profile,” in *Intelligent Tutoring Systems*, pp. 268–277, Springer, 2006.
- [6] M. Rosatelli and P. Tedesco, “Diagnosticando o usuário para criação de sistemas personalizáveis,” in *Anais do XXIII Congresso da SBC-III Jornada de MCIA*, vol. 8, pp. 153–201, 2003.
- [7] L. Zaina and G. Bressan, “Classification of learning profile based on categories of student preferences,” in *Frontiers in Education Conference, 2008. FIE 2008. 38th Annual*, pp. F4E–1, 2008.
- [8] P. Fenrich, “Practical suggestions for addressing learning styles in computer-based simulations,” in *The Ninth IASTED International Conference*, (Peru), pp. 61–66, Computers and Advanced Technology in Education, 2006.
- [9] A. Kobsa, J. Koenemann, and W. Pohl, “Personalised hypermedia presentation techniques for improving online customer relationships,” *The Knowledge Engineering Review*, vol. 16, no. 02, pp. 111–155, 2001.
- [10] F. Coffield, D. Moseley, E. Hall, and K. Ecclestone, “Learning styles and pedagogy in post-16 learning: A systematic and critical review (Report No. 041543),” *London, Learning and Skills Research Centre*, 2004.
- [11] R. Felder and R. Brent, “Understanding student differences,” *Journal of Engineering Education*, vol. 94, no. 1, pp. 57–72, 2005.
- [12] C. Romero, S. Ventura, J. Delgado, and P. De Bra, “Personalized links recommendation based on data mining in adaptive educational hypermedia systems,” *Creating New Learning Experiences on a Global Scale*, pp. 292–306, 2007.
- [13] A. Felfernig, G. Friedrich, and L. Schmidt-Thieme, “Recommender systems,” *IEEE Intelligent Systems*, vol. 22, pp. 18–21, 2007.
- [14] M. Bilgic and R. Mooney, “Explaining recommendations: Satisfaction vs. promotion,” *Beyond Personalization 2005*, 2005.
- [15] U. Hanani, B. Shapira, and P. Shoval, “Information filtering: Overview of issues, research and systems,” *User Modeling and User-Adapted Interaction*, vol. 11, no. 3, pp. 203–259, 2004.
- [16] R. Burke, “Hybrid recommender systems: Survey and experiments,” *User Modeling and User-Adapted Interaction*, vol. 12, no. 4, pp. 331–370, 2002.
- [17] R. McGreal, “Learning objects: A practical definition,” *Instructional Technology and Distance Learning*, vol. 1, no. 9, 2004.
- [18] IEEE LOM, “Draft standard for learning object metadata, 2002,” *Disponível em: <http://ltsc.ieee.org/wg12/index.html>*, pp. 12–09, Acesso: 13 ago. 2009.
- [19] D. Milošević, M. Brković, M. Debevc, S. Maribor, R. Krneta, and S. Cacak, “Adaptive learning by using scos metadata,” *Interdisciplinary Journal of Knowledge and Learning Objects*, vol. 3, 2007.
- [20] R. Felder and L. Silverman, “Learning and teaching styles in engineering education,” *Engineering Education*, vol. 78, no. 7, pp. 674–681, 1988.



Mini-currículo do autor: Luciana A. M. Zaina é professora adjunta do curso de Bacharelado em Ciência da Computação da Universidade Federal de São Carlos, campus Sorocaba, desde 2009. Bacharel em Ciência da Computação pela UNESP, Bauru, 1993. Mestre em Engenharia Elétrica, Sistemas Digitais pela EPUSP, 2002. Doutora em Engenharia Elétrica, Sistemas Digitais pela EPUSP, 2008. Área de atuação: e-learning, sistemas de recomendação, perfil de aprendizagem, interface ricas e metamodelos.



Mini-currículo do autor: Graça Bressan é professora do Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais da EPUSP, desde 1996. Licenciatura em Matemática pela USP, 1971. Mestre em Matemática Aplicada pela USP, 1977. Doutora em Engenharia Elétrica, Sistemas Digitais pela EPUSP, 1985. Área de atuação: redes de computadores, TV digital interativa, middleware distribuído, ambientes virtuais colaborativos e e-learning.



Mini-currículo do autor: José F. Rodrigues Jr é professor adjunto do curso de Bacharelado em Ciência da Computação da Universidade Federal de São Carlos, campus Sorocaba, desde 2009. Bacharel em Ciência da Computação pela USP, São Carlos, 2001. Mestre em Ciências da Computação e Matemática Computacional pela USP, São Carlos, 2003. Doutor em Ciência da Computação e Matemática Computacional pela USP, São Carlos, 2007. Área de atuação: recuperação de dados baseados em conteúdos e análise visual de dados.



Mini-currículo do autor: Maria A. C. A. Cardieri é professora assistente do Departamento de Tecnologia da Informação da Faculdade de Tecnologia de Sorocaba. Bacharel em Ciência da Computação pela UNICAMP, 1980. Mestre em Engenharia Elétrica e Computação pela UNICAMP, 2004. Área de atuação: banco de dados, engenharia de software e e-learning.