

Uma Abordagem Híbrida Baseada no Estilo de Aprendizagem para Recomendação de Objetos de Aprendizagem

Thayron Crystian Hortences de Moraes^{1,2}, Itana Stiubiener¹

¹Universidade Federal do ABC – (UFABC)
Santo André, SP, Brasil

²Universidade Federal do Mato Grosso – (UFMT)
Cuiabá, MT, Brasil
{thayron.moraes, itana.stiubiener}@ufabc.edu.br

ABSTRACT

Nowadays there are many digital resources that can be applied in educational environments called Learning Objects (LO). Many studies show that each individual has his/her own process of learning, with individual characteristics that combined we usually call Learning Style (LS). One of the biggest challenge of Educational Recommender Systems (ERS) is to offer the best LO to a student, that means, which is the best LO that will provide the better learning process to a specific student. One possible way to solve this problem is to use ERSs that consider students' LS. In this article we present a ERS system architecture that presents a hybrid approach, that means, that use and combine one or more recommendation algorithms to choose and recommend a LO considering students' learning style and others characteristics like preferences, previous knowledge, interests, and any other attributes, opposing the problems that traditional approaches to recommendation have.

RESUMO

Atualmente, existem muitos recursos digitais que podem ser aplicados em ambientes educacionais denominados Objetos de Aprendizagem (OA). Muitos estudos mostram que cada indivíduo possui seu próprio processo de aprendizagem, com características individuais que combinadas costumamos chamar de Estilo de Aprendizagem (EA). Um dos maiores desafios dos Sistemas de Recomendação Educacionais (SRE) é oferecer o melhor OA para um aprendiz, ou seja, o OA mais adequado que proporcionará o melhor processo de aprendizado para um aprendiz específico. Uma maneira

possível de resolver esse problema é usar os SREs que consideram o EA dos aprendizes. Neste artigo apresentamos uma arquitetura de sistema SRE que apresenta uma abordagem híbrida, ou seja, que utiliza e combina um ou mais algoritmos de recomendação para escolher e recomendar OAs considerando o EA dos aprendizes e outras características como preferências, conhecimento prévio, interesses e quaisquer outros atributos, opondo-se aos problemas que as abordagens tradicionais de recomendação possuem.

Author Keywords

Hybrid Recommender System; Personalization; Adaptation.

ACM Classification Keywords

H.3.3. Information Search and Retrieval: Information filtering;

K.3.1. Computer Uses in Education: E-Learning

CENÁRIO DE USO

Estamos vivenciando um estilo de vida digital, onde as comunicações são estabelecidas por meio da rede mundial de computadores (*Internet*). Uma das consequências desse fato é o crescimento massivo da *Internet* nas últimas décadas, e da acessibilidade à novas tecnologias por grande parte da sociedade. São vistos novos hábitos relacionados à tecnologia – sociais, profissionais, pessoais – em uma sociedade dinâmica onde o consumo e a produção da informação é crescente.

Por meio das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) um novo panorama educacional é possível, e sistemas *e-learning* visam tornar o processo de ensino-aprendizagem mais dinâmico e interativo. Os Ambientes Virtuais de Aprendizagem propiciam a troca, o diálogo e a colaboração, transformando o aprendiz, usualmente um usuário espectador e passivo em um usuário ativo em seu processo de aprendizagem.

Entretanto, essa transformação do usuário em um ator ativo e participativo pode se tornar uma tarefa desafiadora em meio ao universo de informações disponíveis. Como uma

Paste the appropriate copyright/license statement here. ACM now supports three different publication options:

- ACM copyright: ACM holds the copyright on the work. This is the historical approach.
- License: The author(s) retain copyright, but ACM receives an exclusive publication license.
- Open Access: The author(s) wish to pay for the work to be open access. The additional fee must be paid to ACM.

This text field is large enough to hold the appropriate release statement assuming it is single-spaced in Times New Roman 8-point font. Please do not change or modify the size of this text box.

Each submission will be assigned a DOI string to be included here.

possível resposta à esses desafios podem ser empregados os Sistemas de recomendação Educacionais (SRE), que visam que no contexto educacional visam adaptar e personalizar o processo de ensino-aprendizagem.

Este trabalho tem por objetivo apresentar uma arquitetura de um Sistema de Recomendação Educacional que, baseando-se no sistema SRE apresentado por [3] propõe uma arquitetura híbrida, que através de seus algoritmos recomenda Objetos de Aprendizagem (OA) mais direcionados aos melhores perfis de aprendizagem baseando-se no Estilo de Aprendizagem (EA) do aprendiz.

REFERENCIAL TEÓRICO

A seguir, são realizadas algumas considerações gerais sobre Sistemas de recomendação Educacionais, Objetos de Aprendizagem, Estilos de Aprendizagem e sobre o Modelo do Aprendiz, considerando que estes são conceitos fundamentais para este trabalho.

Sistemas de Recomendação Educacionais

O problema de selecionar, dentre inúmeros itens, o mais adequado para um usuário é um tema de pesquisa recorrente e em bastante explorado em Sistemas de Recomendação (SR). SR é um sistema inteligente de descoberta, que busca e oferece itens para usuários, utilizando-se de técnicas computacionais para selecionar itens de forma personalizada, considerando para isso critérios, e.g., histórico e interesses. Comercialmente esses sistemas tem sido aplicados com a finalidade de recomendar filmes, produtos, sites e etc.

No contexto educacional, a adoção de abordagens de aprendizagem personalizadas através de SRs visam recomendar aos usuários recursos educacionais apropriados ao seu perfil; Este novo cenário é decorrência do modo digital de aprendizagem possibilitado pelas TICs. Tal oferta personalizada de aprendizado é efeito do uso crescente dos sistemas *e-learning*, que tornaram a coleta de dados um processo mais fácil e através deste possibilitaram fornecer aos aprendizes conteúdos educacionais individualizados [6].

Os Sistemas de Recomendação Educacionais (SRE) possuem aspectos próprios no processo de coleta de dados, em comparação com o cenário típico de recomendação e há varias particularidades a serem consideradas em relação ao aprendizado. Para tanto, muitas vezes são empregadas teorias e modelos pedagógicos [2,17] pois, embora seja possível encontrar aprendizes com interesses e gostos similares, talvez seja necessária a recomendação de recursos educacionais diferentes, para que estes estejam de acordo com os níveis de proficiência e competências individuais, metas de aprendizagem e da trajetória do aprendiz [4,15].

SRE é uma solução aplicada para recomendar itens aos aprendizes, relevantes ao seu processo de ensino-aprendizagem e em consonância as suas necessidades e ao seu perfil, adaptando o sistema à experiência do aprendiz, visando suprir a alta diversidade e aumentando sua satisfatibilidade [4,6,10,15,17,24]. A palavra “itens” pode

ser entendida como “Objetos de Aprendizagem” que podem ser recomendados aos aprendizes.

Em [1] é fornecida uma visão geral dos diversos sistemas de filtragem de informações em SRs e o autor argumenta que para cada cenário de recomendação existe um método de filtragem eficaz mais apropriado, pois cada contexto possui sua complexidade e riqueza de dados. As técnicas de filtragem mais comuns são: colaborativa (considera a experiência de todos os usuários), baseada em conteúdo (considera a experiência do usuário alvo) e híbrida (onde são considerados vários tipos de filtragens) [1].

As abordagens híbridas vem ganhando atenção e se mostrando consistentes para recomendação de recursos educacionais, devido a sua natureza de criar um método mais robusto e com melhores resultados. Uma vez que, o emprego de filtros isolados apresenta problemáticas, a estratégia de recomendação híbrida visa combinar técnicas para obter um processo que seja a conjunção de filtros; desta forma o resultado esperado é um sistema que combine as vantagens minimizando as desvantagens de cada um dos filtros escolhidos [20].

Objetos de Aprendizagem

Objetos de Aprendizagem (OAs) podem ser definidos como toda e qualquer entidade que possa ser utilizada no processo de ensino-aprendizagem, digital ou não-digital, ofertada em múltiplos formatos e linguagens, catalogados e disponibilizados em repositórios na *Internet*, sendo possível usar, reutilizar ou referencia-los em diferentes contextos de aprendizagem, nas mais diversas áreas do conhecimento, durante o aprendizado apoiado pela tecnologia [11].

Entende-se, assim, OAs como um material digital, disponibilizados em diversos formatos e linguagens, como: textos, vídeos, atividades, softwares, jogos, simulações, imagens, avaliações, entre outros, tendo como premissa mediar e qualificar o processo educativo. Tais OAs necessitam de metadados, para, serem indexados, recuperados e reutilizados em sistemas, ou seja, consegue-se informações preciosas sobre como pode-se fazer uso dos OAs e quais são as condições para que se possa usá-los.

Os metadados de OAs são arquivos que descreve o conteúdo educacional em aspectos técnicos e educacionais. [23] se refere aos metadados como um conjunto de informações para servem para descrever um recurso com estrutura padronizada, facilitando a recuperação e acesso aos OAs.

Podemos destacar, como padrões de metadados educacionais, internacionalmente, o LOM (*Learning Objects Metadata*) do *Learning Technology Standart Committee do Institute of Electrical and Eletronic Engineers* [12]; o IMS – *Metadata do Instructional Management System* [13] Global Consortium; o *Dublin Core Metadata Initiative*; *Sharable Content Object Reference Model* (SCORM); e a iniciativa brasileira, *Objetos de Aprendizagem Baseados em Agentes* (OBAA) [22].

Estilo de Aprendizagem

Cada aprendiz possui necessidades, interesses e competências individuais a serem desenvolvidas [4] e é desejável que sejam consideradas no processo de

aprendizagem. Para [19] adaptar a experiência de aprendizagem, adequando às diversidades dos usuários, é um procedimento que busca suprir a alta heterogeneidade dos aprendizes nos ambientes de aprendizado, no caso nos

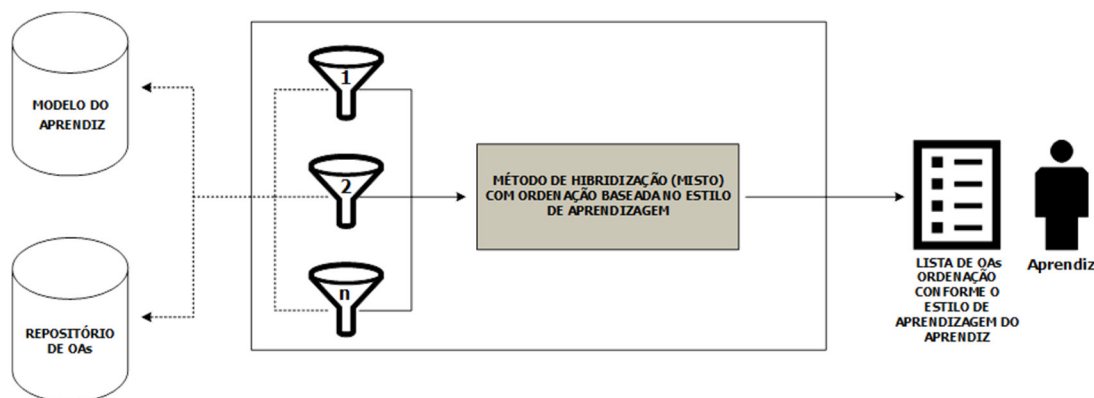


Figura 1. Arquitetura de SRE Híbrido

ambientes virtuais, uma vez que os usuários podem se sentir frustrados em decorrência da falta de adaptabilidade do sistema às suas necessidades. Isso ocorre devido ao fato de que todos os aprendizes passam pelos mesmos materiais na mesma sequência e são avaliados da mesma maneira.

É necessário então considerar o perfil do aprendiz, a fim de personalizar os processos de aprendizagem em sistema *e-learning*. Tal perfil pode ser obtido através do uso dos Estilos de Aprendizagem (EA), que irão determinar como aprendizes interagem e reagem, refletindo suas características individuais referentes às tarefas de organizar, perceber, processar, lembrar e pensar para resolver um problema, tornando possível ao SR fornecer conteúdos relevantes ao aprendiz [24]. EAs não são respectivamente exclusivos, ou seja, uma pessoa pode ter afinidade com mais de um EA, embora apenas um deles geralmente sobressaia.

Destaca-se como modelos de EA: (i) Felder and Silverman [7] um dos mais utilizados para identificação do estilo de aprendizagem [5]; (ii) Keirsey and Bates [14]; e, (iii) modelo de Inteligências Múltiplas de Gardner [9].

Modelo do Aprendiz

Para que os SRs recomendem itens é necessário conhecer o usuário. É importante identificar quais informações serão mais relevantes para gerar recomendações. De acordo com [16] o modelagem do aprendiz é um dos fatores-chave que afetam sistemas automatizados na tomada de decisões.

Essa modelagem é um processo importante de coleta e dedução do estado cognitivo do aprendiz. Para [8] o Modelo do Aprendiz (MA), deve representar características do que realmente é relevante sobre o comportamento, conhecimento e aptidões dos aprendizes; representando não somente informações sobre seu nível de conhecimento, mas também refletir, o mais fiel possível, o seu processo de raciocínio.

Podemos considerar, assim, MA como um fator importante para SRE, com base nas informações mais relevantes sobre o aprendiz, são definidos parâmetros para recomendar conteúdo adequado às reais necessidades dos estudantes.

TRABALHOS CORRELATOS

Diversos trabalhos tratam o problema de recomendação de conteúdo educacional; e abordagens híbridas tem se destacado nesta área. Em [3], é apresentado um sistema que recomenda OAs com base na utilidade do objeto em relação ao EA. O sistema filtra os OAs considerando aspectos como assuntos desejados, preferencias pessoais e o EA, para isso é aplicada uma função de utilidade que calcula a distância entre os OAs, ordenando-os ao invés de selecioná-los ou eliminá-los, entretanto este sistema considera somente um filtro (utilidade) para recomendar OAs.

O trabalho de [2], apresenta uma abordagem híbrida baseada na popularidade dos OAs e nos EA. Seu sistema utiliza as técnica de filtragem baseada em conteúdo e os algoritmos Mais Popular (MS) e o LSBR (*Learning Style Based Recommendation*). Em experimentos o modelo apresentou uma melhora na acurácia das recomendações de OA.

Em [21], é apresentado um SRE que baseado no filtragem sensível ao contexto e na mineração sequencial de padrões, as recomendação dos OAs são realizadas a partir da contexto do aprendiz, na similaridade entre aprendiz-OA e de seus padrões de acesso. Para isso, são empregadas as técnicas de SPM (*Sequential Pattern Mining*) e as filtragens colaborativa e sensível ao contexto em conjunto. Em experimentos realizados os autores mostram que a abordagem proposta proporciona melhor qualidade e desempenho nas recomendações.

No trabalho de [18] é apresentado um método de recomendação híbrida, baseado em argumentação que combina as técnica colaborativa e as baseadas em conteúdo e conhecimento. Baseada na teoria da argumentação os OAs

são ordenados com base em argumentos, ou seja, ordenados conforme os melhores argumentos gerados pelo sistema para justificar sua adequação à busca realizada pelo aprendiz.

Dos trabalhos expostos, as abordagens apresentadas são fixas, ou seja, não consideram um modelo híbrido escalável, isto é, em que seja possível adicionar mais filtros e técnicas de recomendação sem que haja a necessidade de alterar o sistema. Pode-se notar que a utilização de EAs para reconhecer características cognitivas dos aprendizes não é uma premissa.

PROPOSTA DE SISTEMA DE RECOMENDAÇÃO HÍBRIDO

O SRE aqui proposto está fundamentado na arquitetura apresentada por [3] no qual a autora utiliza uma abordagem de filtragem em etapas, sendo que suas recomendações foram baseadas em uma filtragem por utilidade onde foram utilizados as preferências pessoais e o EA para esta finalidade.

Um dos diferenciais da arquitetura proposta é proporcionar a escalabilidade do sistema, isto é, na arquitetura proposta mais filtros e técnicas de recomendação podem ser adicionados sem a necessidade de alteração do software do sistema. A seguir será apresentado o modelo do sistema de recomendação em suas duas etapas de implementação.

Arquitetura do sistema

Na Figura 1, é apresentada a organização do sistema e como seus elementos trabalham em conjunto.

Em síntese, os filtros buscam os melhores OAs nos “Repositórios” e utilizam o “Modelo do Aprendiz” para calcular os melhores objetos para o aprendiz e, conseguinte, o método de hibridização irá realizar a ordenação destas listas de objetos, relacionando cada objeto com EA, para, assim, apresentar ao aprendiz uma lista dos OAs mais direcionados aos seu perfil de aprendizagem.

A proposta de arquitetura propõe que a partir de *n* técnicas de filtragens o sistema, através dos resultados obtidos pelos algoritmos de recomendação, ofereçam uma lista de OAs ao aprendiz. O método de hibridização escolhido foi o misto e originalmente este método recomenda ao usuário uma lista aleatória dos itens retornados pelas suas técnicas de filtragem. Entretanto em nossa abordagem é idealizado que o EA seja usado para ordenar a lista de itens recomendados.

O sistema então oferecerá ao aprendiz uma lista de recomendações de OAs, cabendo a este decidir entre usar ou não o item recomendado como mais relevante entre os demais de baixa relevância. Os OAs ordenados devem ser apresentados ao aprendiz por meio de uma interface, descrita a seguir.

Prototipação de Telas e Caso de Uso

A arquitetura do SRE híbrido foi idealizada para que seja um sistema que se integre um AVA. A interface de acesso do aprendiz deverá ser criada então para ser uma função destes ambientes, promovendo assim mais usabilidade do sistema,

haja visto que muitos dos sistemas revisados na literatura são sistemas autônomos. O protótipo concebido é apresentado na Figura 2. Neste, as recomendações estão distribuídas de modo que a considerada mais relevante tenha posição de destaque e as demais sejam relacionadas no canto direito da tela.



Figura 2. Protótipo de Interface de Acesso do Aprendiz

A interface deverá permitir ao aprendiz realizar comentários, avaliar e ver a descrição do Objeto de Aprendizagem, além de acessar seu perfil.

Com o intuito de identificar as possíveis interações dos usuários com o sistema foi elaborado um Diagrama de Casos de Uso através da linguagem UML (*Unified Modeling Language*). A Figura 3 mostra o fluxo de interações do professor com o sistema.

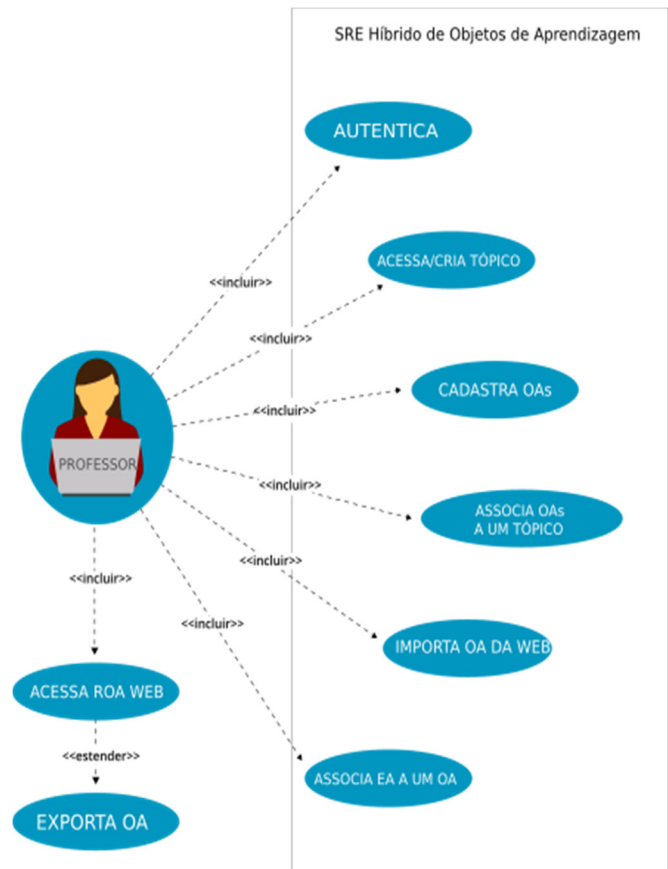


Figura 3. Diagrama caso de uso Professor

A Figura 4 mostra o fluxo de interações do aprendiz com o sistema.

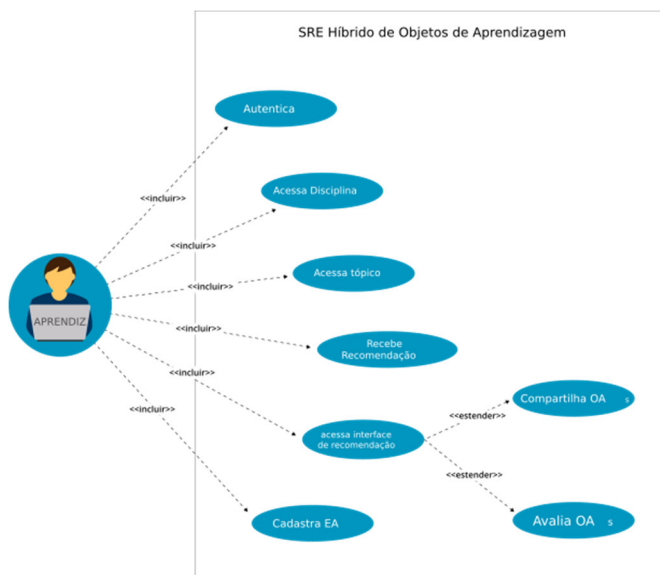


Figura 4. Diagrama caso de uso aprendiz

Esta seção teve como finalidade apresentar uma proposta de sistema de recomendação híbrido de objetos de aprendizagem. Foram apresentados uma arquitetura para o sistema, suas funcionalidades, uma prototipação de interface de acesso do aprendiz e um diagrama de caso de uso dos usuários.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresenta uma proposta de um sistema de recomendação híbrido para a oferta de OA, cuja arquitetura dispõe de mecanismos que possibilitam recomendações a aprendizes de listas de objetos adequados às suas preferências e EA.

O SRE aqui proposto enfoca em uma abordagem híbrida de filtragens para recomendação de OAs, e o método de hibridização adotado foi o misto, dado ao fato deste método oferecer ao usuário uma lista de recomendações provenientes das técnicas utilizadas em seu mecanismo.

A escolha foi baseada na concepção de que o aprendiz possa ter autonomia na escolha dos objetos recomendados pelo sistema. A solução utiliza o conceito de distância OA-perfil de aprendizagem apresentado por [3]; a intenção é utilizar a fórmula de utilidade apresentada pela autora em conjunto com o EA para ordenar as recomendações a serem oferecidas ao aprendiz.

Para a implementação resta um estudo dos filtros mais adequados para este contexto educacional. Tais filtros devem utilizar além das preferências o estilo de aprendizagem do aprendiz, provendo assim um sistema personalizado ao usuário. A proposta de arquitetura foi idealizada para suportar a escalabilidade destes filtros.

Espera-se que ao implementar esta arquitetura acoplada a um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA), seja possível disponibilizar ao aprendiz um ambiente que sirva de apoio ao seu processo de ensino-aprendizagem, personalizado e coe- rente com suas preferências e estilo de aprendizagem.

Espera-se ainda implementar em trabalhos futuros um mecanismo no sentido de manter o sistema consistente com as preferências do usuário, propõe-se acompanhar a interação do aprendiz com o sistema, extraindo informações para, através de um mecanismo, detectar as alterações destas preferências, possibilitando assim ao sistema produzir recomendações que representem as preferências atuais do aprendiz.

REFERÊNCIAS

1. Aggarwal, C. C. An introduction to recommender systems. In *Recommender Systems*. Springer, 2016, 1–28.
2. Aguiar, J., Barbosa, A., Fechine, J., and Costa, E. Um estudo sobre a influência das dimensões do modelo felder-silverman na recomendação de recursos educacionais baseada nos estilos de aprendizagem dos alunos. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE)*, vol. 28 (2017), 1277.
3. Borges, G. A. P. Recomendação de objetos de aprendizagem com base no estilo de aprendizagem. Master's thesis, Universidade Federal do ABC - UFABC, 2014.
4. Cazella, S. C., Reategui, E. B., Machado, M., and Barbosa, J. L. V. Recomendação de objetos de aprendizagem empregando filtragem colaborativa e competências. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE)*, vol. 1 (2009).
5. do Nascimento, P., Barreto, R., Primo, T., Gusmão, T., and Oliveira, E. Recomendação de objetos de aprendizagem baseada em modelos de estilos de aprendizagem: Uma revisão sistemática da literatura. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE)*, vol. 28 (2017), 213.
6. Drachsler, H., Verbert, K., Santos, O. C., and Manouselis, N. Panorama of recommender systems to support learning. In *Recommender systems handbook*. Springer, 2015, 421–451.
7. Felder, R. M., and Silverman, L. K. Learning and teaching styles in engineering education. *Engineering education* 78, 7 (1988), 674–681.
8. Ferreira, H. N. M., et al. Uma Abordagem Híbrida Baseada em Redes Bayesianas e Ontologias para Modelagem do Estudante em Sistemas Adaptativos e Inteligentes para Educação. PhD thesis, 2018.

9. Gardner, H. Estruturas da mente: a teoria das inteligências múltiplas. *Artes Medicas*, 1994.
10. Gulzar, Z., and Leema, A. A. A framework for recommender system to support personalization in an e-learning system. *International Journal of Web-Based Learning and Teaching Technologies (IJWLTT)* 13, 3 (2018), 51–68.
11. IEEE. IEEE standard for learning object metadata. *IEEE Std 1484.12.1-2002* (Sept 2002), 1–40.
12. IEEE/LTSC. IEEE learning technology standards committee. Acesso em: 01 Agosto 2018.
13. IMS. IMS learning design information model. Acesso em: 01 Agosto 2018.
14. Keirse, D., and Bates, M. M. Please understand me: Character & temperament types. *Prometheus Nemesis Book Company Del Mar, CA*, 1984.
15. Klačnja-Milićević, A., Ivanović, M., and Nanopoulos, A. Recommender systems in e-learning environments: a survey of the state-of-the-art and possible extensions. *Artificial Intelligence Review* 44, 4 (2015), 571–604.
16. Li, N., Cohen, W. W., Koedinger, K. R., and Matsuda, N. A machine learning approach for automatic student model discovery. In *Edm, ERIC* (2011), 31–40.
17. Manouselis, N., Drachsler, H., Vuorikari, R., Hummel, H., and Koper, R. Recommender systems in technology enhanced learning. In *Recommender systems handbook*. Springer, 2011, 387–415.
18. Rodríguez, P., Heras, S., Palanca, J., Poveda, J. M., Duque, N., and Julián, V. An educational recommender system based on argumentation theory. *AI Communications* 30, 1 (2017), 19–36.
19. Romero, C., and Ventura, S. Educational data science in massive open online courses. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery* 7, 1 (2017).
20. Tarus, J. K., Niu, Z., Mustafa, G. Knowledge-based recommendation: a review of ontology-based recommender systems for e-learning. *Artificial Intelligence Review*, v. 50, n. 1, p. 21-48. Springer, 2018.
21. Tarus, J. K., Niu, Z., and Kalui, D. A hybrid recommender system for e-learning based on context awareness and sequential pattern mining. *Soft Computing* 22, 8. Springer, 2018. 2449–2461.
22. Vicari, R. M., Bez, M. R., Behar, P. A., Silva, J. M. C. d., Ribeiro, A. M., Gluz, J. C., Passerino, L. M., Santos, E. R., Primo, T. T., Rossi, L. H. L., et al. Proposta brasileira de metadados para objetos de aprendizagem baseados em agentes (OBAA). *RENOTE: revista novas tecnologias na educação [recurso eletrônico]*. Porto Alegre, RS (2010).
23. Wiley, D. A., et al. Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy. The instructional use of learning objects 2830, 435 (2001), 1–35.
24. Zaina, L., Bressan, G., Cardieri, M., and Rodrigues Júnior, J. e-lors: Uma abordagem para recomendação de objetos de aprendizagem. *Revista Brasileira de Informática na Educação* 20, 1 (2012), 04.