

## Recomendação de Objetos de Aprendizagem baseados em Modelos de Estilos de Aprendizagem: Uma Revisão Sistemática da Literatura

Priscilla Nascimento<sup>1</sup>, Raimundo Barreto<sup>1</sup>, Tiago Primo<sup>2</sup>, Tammy Gusmão<sup>1</sup>, Elaine T. H. Oliveira<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Computação – Universidade Federal do Amazonas (UFAM) – Manaus – AM – Brasil

<sup>2</sup>CDTec – Universidade Federal de Pelotas (UFPEL) – Pelotas – RS – Brasil

{priscilla.batista, rbarreto, elaine}@icomp.ufam.edu.br, {tiagoprimo, tammyhikari}@gmail.com

**Abstract.** *This article presents the results of a Systematic Review of Literature on Recommendation of Learning Objects based on Learning Styles. We selected 49 publications for information extraction. The results show that the most widely used learning style model is Felder and Silverman, highlighting the use of Learning Object Metadata (LOM) as the metadata standard and the specification and management of metadata used as a support mechanism for the recommendation. In the virtual environment aspect, the study presented a plurality of environments, evidencing a discreet application of Moodle. As well as enabling discussions that may guide new research.*

**Resumo.** *Este artigo apresenta os resultados de uma Revisão Sistemática da Literatura sobre Recomendação de Objetos de Aprendizagem baseados em Modelos de Estilos de Aprendizagem. Foram selecionadas 49 publicações para extração das informações. Os resultados mostraram que o modelo de estilo de aprendizagem mais utilizado é de Felder e Silverman, destacando o emprego do Learning Object Metadata (LOM) como padrão de metadados e a especificação e o gerenciamento de metadados empregados como mecanismo de apoio para recomendação. No aspecto de ambiente virtual, o estudo apresentou uma pluralidade de ambientes, evidenciando uma discreta aplicação do Moodle. Além de possibilitar discussões que podem nortear novas pesquisas.*

### 1. Introdução

Com o avanço das tecnologias da informação e comunicação, estamos vivenciando uma sociedade cada vez mais conectada, viabilizando o acesso às informações, a interação social e a educação a distância, entre outros. Esse impacto tecnológico pode ser visto na mudança de comportamento, no consumo de informações e também no contexto educacional. Os estudantes atuais estão cada vez mais familiarizados com as tecnologias digitais, configurando-se como uma geração que estabelece novas relações com o conhecimento [Bacich et al. 2015]. Com isso, surge a motivação para o emprego da

personalização no ensino mediada pelas novas tecnologias digitais visando melhorar o processo de ensino e aprendizagem dos estudantes [Gomes et al. 2013].

Diante disso, os sistemas adaptativos e inteligentes para educação vêm sendo objeto de investigação e de grandes perspectivas de aplicação nas diversas modalidades de ensino [Carvalho et al. 2014]. Com ênfase na personalização do ensino, essas ferramentas possibilitam fornecer um aprendizado que leva em consideração os perfis dos estudantes. De acordo com Graf et al. [2010], os sistemas adaptativos têm como objetivo realizar adaptações no contexto educacional de acordo com as características e necessidades de cada estudante, visando fornecer um ensino personalizado e eficiente.

Na personalização de recursos educacionais, algumas características do aluno são relevantes, como por exemplo, o perfil do estudante, que pode ser caracterizado por meio do emprego do estilo de aprendizagem a qual determina como o aluno interage com o sistema de *e-learning*, suas preferências, o que torna possível ao sistema adaptativo fornecer conteúdos relevantes para o aluno [Zaina et al. 2012]. Para identificar o estilo de aprendizagem do aluno, um das formas, é o emprego dos modelos propostos por Felder e Silverman [1988], KOLB [1984], Honey-Alonso [1997], *Visual-Auditory-Kinesthetic* (VAK) [2006], *Visual, Auditory-Read/Write-Kinesthetic* (VARK) [1995], *Myers-Briggs Type Indicator* (MBTI) [2005] entre outros.

A personalização do ensino é comumente utilizada em sistemas de recomendação. Esses sistemas têm como finalidade filtrar itens baseados nas preferências dos usuários. Esse item pode ser um produto, serviço, objeto de aprendizagem, entre outros [Zaina et al. 2012]. Na definição do *Learning Technology Standards Committee* (LTSC) do *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE) um objeto de aprendizagem pode ser definido como uma entidade digital ou não, que pode ser utilizada, reutilizada ou referenciada durante a aprendizagem com base no emprego da tecnologia. Os objetos de aprendizagem são organizados em repositórios para que possam ser reutilizados, utilizando um conjunto de metadados estabelecidos de acordo com os padrões específicos, como por exemplo *Learning Object Metadata* (LOM), *Sharable Content Object Reference Model* (SCORM) entre outros.

Sendo assim, este artigo tem como objetivo avaliar o estado da arte sobre a recomendação de objetos de aprendizagem baseadas em estilos de aprendizagem por intermédio de uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL). O presente artigo está estruturado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta os trabalhos relacionados; a Seção 3 descreve a metodologia empregada; a Seção 4 relata o procedimento de condução da revisão; a Seção 5 discorre sobre a análise e a discussão dos resultados; a Seção 6 apresenta as limitações da revisão e, por fim, apresentamos as considerações finais.

## 2. Trabalhos Relacionados

Com a expansão de ferramentas adaptativas de ensino, alguns estudos secundários (revisões e mapeamentos sistemáticos) foram executados. Valaski et al. [2011] realizaram uma RSL sobre os modelos utilizados para personalização de objetos de aprendizagem. Os autores enfatizam que os trabalhos selecionados foram superficiais sobre as escalas de perfis dos modelos de estilo de aprendizagem e as características dos recursos de aprendizagem. Já Pontes et al. [2014] evidenciaram as filtragens utilizadas para recomendação de objetos de aprendizagem, com o objetivo de apresentar uma visão geral das publicações do CBIE nos anos de 2008 a 2013.

Esta pesquisa traz contribuições para a área que investiga a recomendação de objetos de aprendizagem baseados em modelos de estilo de aprendizagem. Além disso, novos estudos foram contemplados visto que a pesquisa foi realizada em 2016, considerando mecanismos de apoio empregados para prover a recomendação, ambientes virtuais de aprendizagem, padrões de metadados, entre outros aspectos.

### 3. Metodologia

Esta Revisão Sistemática da Literatura foi baseada nas diretrizes propostas por Kitchenham et al. [2009], que favorece a identificação, avaliação e análise de estudos significativos para levantar/investigar o estado da arte. Para esta pesquisa, empregou-se a ferramenta StArt (*State of the Art through Systematic Reviews*)<sup>1</sup> na versão 2.0 desenvolvida pelo Laboratório de Engenharia de Software (LAPES) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR).

#### 3.2 Objetivo e Questões de Pesquisa

O objetivo da RSL foi identificar os modelos de estilos de aprendizagem utilizados para recomendação de objetos de aprendizagem. A descrição do objetivo está de acordo com o paradigma *Goal-Question-Metric* [Basili et al. 1994], apresentada a seguir:

Analisar publicações científicas por meio de uma Revisão Sistemática da Literatura visando identificar aplicações para a recomendação de objetos de aprendizagem baseadas no estilo cognitivo de aprendizado. Serão considerados os contextos de aplicações acadêmicas e do ponto de vista de pesquisadores na academia e indústria.

A RSL tem como questão principal “**Como são realizadas as recomendações de objetos de aprendizagem baseadas no estilo de aprendizagem?**”. Com o propósito de analisar a recomendação em sistemas *e-learning*, também foram elaboradas as seguintes questões de pesquisa (QP) secundárias:

- QP1: quais os modelos de estilos de aprendizagem utilizados para recomendação de objetos de aprendizagem?
- QP2: quais são os mecanismos de apoio utilizados para realizar a recomendação personalizada?
- QP3: quais são os padrões de objetos de aprendizagem utilizados?
- QP4: quais são os ambientes virtuais de aprendizagem empregados no estudo?

#### 3.3 Método de Busca das Publicações

As fontes digitais selecionadas foram: *Scopus*<sup>2</sup>, o Portal de Publicações da Comissão Especial de Informática na Educação (CEIE)<sup>3</sup>, *IEEE Xplore Digital Library*<sup>4</sup> e a *ACM Digital Library*<sup>5</sup>. Essas fontes dispõem de um vasto conjunto de publicações relacionadas à Informática e Educação.

---

<sup>1</sup> [http://lapes.dc.ufscar.br/tools/start\\_tool](http://lapes.dc.ufscar.br/tools/start_tool)

<sup>2</sup> <https://www.scopus.com>

<sup>3</sup> <http://www.br-ie.org/pub/>

<sup>4</sup> <http://ieeexplore.ieee.org/>

<sup>5</sup> <http://dl.acm.org/>

### 3.4 Expressão de Busca

Para a elaboração da expressão de busca, utilizou-se palavras-chave que representam a População (P) e Intervenção (I). A população é constituída por um conjunto de palavras relacionadas a *learning styles* e seus sinônimos; já a intervenção é representada por palavras relacionadas a *learning objects*. A expressão de busca segue a estrutura: População *AND* Intervenção, conforme o Quadro 1:

**Quadro 1. Expressão de Busca**

Expressão de Busca
("learning styles" OR "learning style") AND ("learning objects" OR "learning object" OR "lo" OR "los")

### 3.5 Critérios de Inclusão e Exclusão

Os critérios de inclusão (CI) utilizados foram: (i) serão selecionadas publicações que utilizem mecanismos de apoio (técnicas, métodos, abordagens, entre outros) de modelos de recomendação de objetos de aprendizagem; (ii) serão selecionadas publicações que utilizem modelos de estilos de aprendizagem. E os critérios de exclusão (CE) foram: (i) não serão consideradas publicações que não contenham as palavras-chave no título, resumo/*abstract* ou palavras-chave; (ii) não serão consideradas publicações que não estejam disponíveis para leitura, tal como as publicações não disponibilizadas pelas máquinas de busca ou as publicações proprietárias; (iii) artigos que abordem somente sobre a recomendação de objetos de aprendizagem e que não especifiquem a utilização de um modelo de estilo de aprendizagem; (iv) não serão consideradas publicações que não relacionem recomendação e objetos de aprendizagem; (v) não serão consideradas publicações que não abordem a implementação de sistemas de recomendação de objetos de aprendizagem; (vi) não serão consideradas publicações que não utilizem um modelo de aluno para realizar a recomendação de objetos de aprendizagem e (viii) não serão consideradas publicações que não utilizem um modelo de estilo de aprendizagem.

### 3.6 Extração dos Dados

Esta seção detalha o procedimento de informações das publicações, afim de obter respostas para as questões de pesquisa. Os dados extraídos foram Modelo de Estilo de Aprendizagem referente ao modelo utilizado para inferir os perfis de aprendizagem; outro campo relevante é o Mecanismo de Apoio que se refere aos recursos (técnicas, modelos, abordagens, entre outros) que foram utilizados para subsidiar a recomendação dos objetos de aprendizagem e campo Padrão de Objeto de Aprendizagem que se refere ao padrão de metadados empregados; o campo Ambiente Virtual que descreve o ambiente virtual de aprendizagem utilizado; também foram considerados itens referentes aos dados de publicação (título, autores, ano de publicação e palavras-chave).

## 4. Condução da Revisão

Após o planejamento da revisão, iniciou-se o procedimento de condução da RSL em julho de 2016. Da busca, 415 publicações foram retornadas, sendo 235 da base da *Scopus*, 58 da IEEE, 111 da ACM e 11 do Portal do CEIE. Foram identificadas 124 publicações duplicadas por intermédio do software Start e por meio da revisão manual. Portanto, restaram 291 publicações para análise do primeiro filtro. Nessa etapa, foram analisadas

as seguintes informações: título, resumo/*abstract* e palavras-chave. E em seguida, foram aplicados os critérios de inclusão e exclusão, descritos na Seção 3.2.

Após a execução do 1º filtro, foram aceitas 93 publicações que foram lidas na íntegra para a execução do segundo filtro. Ao final do processo do segundo filtro, foram selecionadas 49 publicações para a extração dos dados, referenciadas em <<http://goo.gl/xyCI4z>>. A Figura 1 ilustra o processo de seleção das publicações.



Figura 1. Processo de seleção das publicações

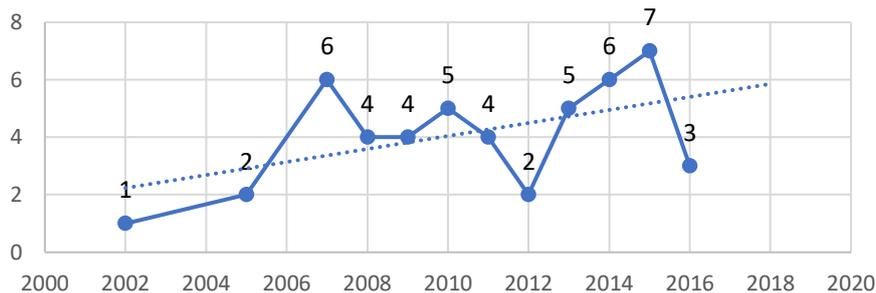
## 4.2 Concordância de Kappa

Foi adotada a concordância de Kappa [1960] para analisar o grau de concordância dos resultados obtidos no 1º Filtro. Desse modo, foram selecionadas 30 publicações aleatoriamente, para avaliação com base nos critérios de inclusão e exclusão por dois avaliadores separadamente. A análise de confiabilidade obteve o valor ( $Kappa = 0,593$ ;  $IC\ 95\%: 0,31;0,8$ ) indicando uma concordância moderada. Com isso, esta revisão apresenta um índice satisfatório de confiabilidade e precisão.

## 5. Análise e Discussão dos Resultados

Esta seção detalha os resultados obtidos na RSL, com o objetivo de identificar como são realizadas as recomendações de objetos de aprendizagem baseadas no estilo de aprendizagem, para isso foram coletadas informações sobre o estilo de aprendizagem empregado, quais são os mecanismos de apoio utilizados para recomendar os objetos de aprendizagem, padrões de metadados e ambiente virtual empregado. No que concerne à questão principal, de um total de 415 publicações, foram aceitas 49 publicações seguindo-se os critérios de inclusão e exclusão.

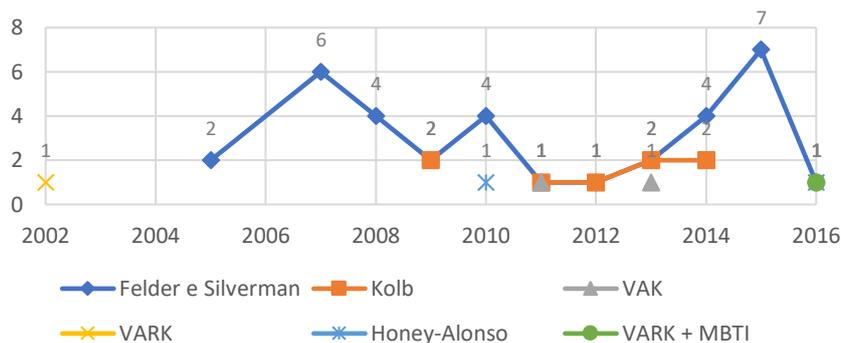
Para a realização da RSL, o ano de publicação não foi delimitado. Sendo selecionados artigos que foram publicados entre 2002 a 2016, demonstrando que as pesquisas relacionadas nesta área são recentes. Os resultados obtidos através das bases de dados utilizados por esta pesquisa, são apresentados com auxílio do Gráfico 1, indicando uma linha de tendência linear crescente com o passar dos anos.



**Gráfico 1. Número de Publicações por Ano**

**QP1: Quais os modelos de estilos de aprendizagem utilizados para recomendação de objetos?**

Esta questão de pesquisa investigou quais os modelos de estilos de aprendizagem utilizados nas publicações selecionadas. Verificou-se que há uma predominância do modelo de estilo de aprendizagem Felder e Silverman que corresponde a 70% dos estudos analisados. O Gráfico 2 apresenta os modelos de estilos de aprendizagem dispostos por ano.



**Gráfico 2. Modelos de Estilo de Aprendizagem dispostos por ano**

Conforme o Gráfico 2, outros modelos também foram citados em mais de um estudo, são eles: o modelo de Kolb obtendo 16%, VAK e Honey-Alonso, obtendo 4% cada no total de publicações. Outros trabalhos (2%) empregam o modelo VARK. E em 2% não foi possível identificar os modelos aplicados nos estudos, sendo categorizados como “Não especificado”. Também foram encontrados modelos híbridos, por exemplo, Rastegarmoghadam e Ziarati [2017] utilizam um modelo híbrido com o VARK e o MBTI com 2% dos estudos.

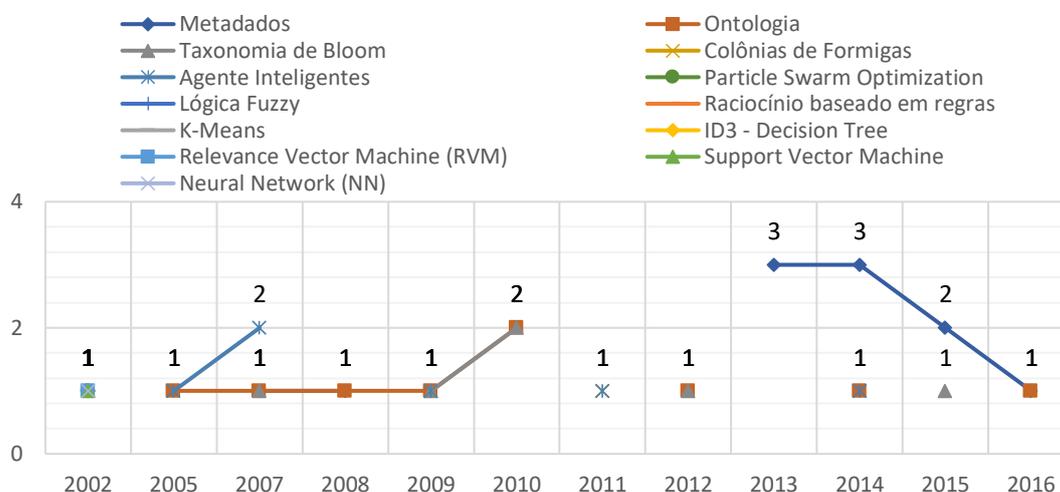
**QP2: Quais são os mecanismos de apoio utilizados para realizar a recomendação personalizada?**

Esta questão teve como objetivo avaliar os mecanismos de apoio para prover a recomendação de objetos de aprendizagem. O estudo constatou que há uma diversidade de técnicas que são utilizadas. A especificação e gerenciamento de metadados, que refere-se à criação e adaptações de novos metadados para descrição das propriedades dos objetos de aprendizagem, corresponde a 24% do total de publicações.

Identificou-se também técnicas de inteligência artificial, como ontologia obtendo 18%, agentes inteligentes presente em 12%, colônia de formigas com 4%, *particle swarm*

*optimization*, lógica fuzzy e raciocínio baseado em regras com respectivamente 2% dos estudos.

Concernente à mineração de dados, várias técnicas foram identificadas representando 10% do total de publicações. Destacam-se publicações que utilizam mais de um mecanismo de apoio para viabilizar a recomendação de objetos de aprendizagem. Como em Chellatamilan et al. [2011] que utilizam técnicas de classificação e clusterização (*ID3- Decision Tree e o K-Means*), bem como em Shuib et al [2014] que aplicam a *Relevance Vector Machine (RVM)*, *Support Vector Machine (SVM)* e *Neural Network (NN)*. Podemos ainda destacar o emprego de Taxonomia de Bloom em 11% das publicações que consiste em uma estrutura hierárquica de objetivos educacionais. Os outros mecanismos que foram mencionados em somente um estudo, totalizaram 14% do total de publicações. O Gráfico 3 apresenta as técnicas mais citadas organizadas por ano.



**Gráfico 3. Padrões de Metadados mais citados dispostos por ano**

**QP3: Quais são os padrões de Objetos de Aprendizagem utilizados?**

Ao analisar as publicações foi possível identificar que 36% deles apresentam o LOM como padrão de metadados de objetos de aprendizagem. Além do LOM, destaca-se também o SCORM presente em 11% das publicações. Em 2% foi identificado estudos que utilizam um modelo híbrido que utiliza o LOM com o SCORM.

Em (51%) dos estudos não foi possível identificar os padrões de metadados utilizados. O Gráfico 4 ilustra os padrões de metadados dos objetos de aprendizagem organizados por ano.



**Gráfico 4. Padrões de Metadados de Objetos de Aprendizagem dispostos por Ano**

### QP3: Quais são os Ambientes Virtuais empregados nos estudos?

O Gráfico 5 apresenta os ambientes virtuais que foram criados ou adaptados para fornecer a recomendação de objetos de aprendizagem. Nota-se que somente 8% utilizaram o Ambiente Virtual de Aprendizagem Moodle. Em 20% sistemas próprios para a pesquisa foram empregados. Já em 72% não foi possível determinar os ambientes virtuais utilizados. Ressalta-se que poucos trabalhos apresentam o ambiente utilizado, dificultando a análise dos dados. Aqueles em que não foi possível verificar qual ambiente empregados, foram classificados como “Não especificado”.

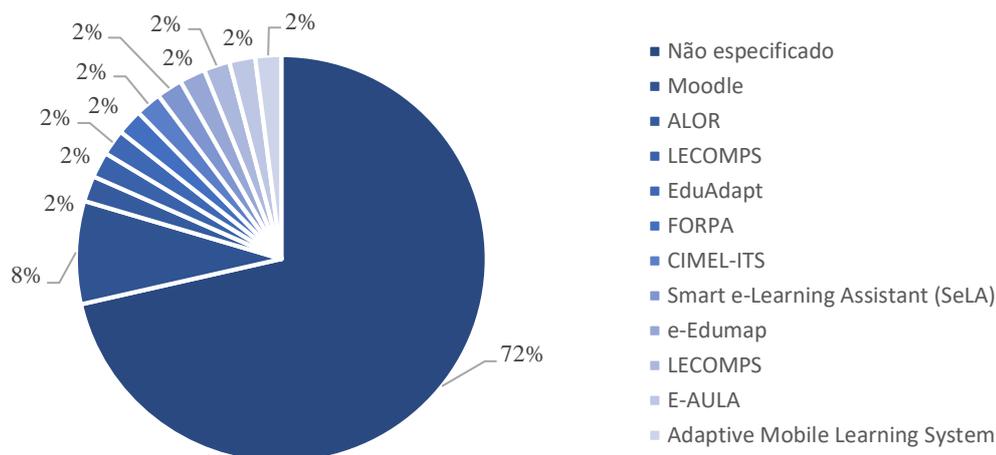


Gráfico 5. Ambientes Virtuais organizados por ano

## 6. Limitações da RSL

A RSL foi pautada por um protocolo robusto e passível de exclusão de algum trabalho relevante, que pode não ter correspondido aos critérios de inclusão definidos no protocolo, especificamente na etapa de seleção do primeiro filtro, decorrente da aplicação dos critérios no escopo (título, resumo/*abstract* e palavras-chave). Outra limitação refere-se às decisões subjetivas ocorridas no decorrer do processo de análise, em razão de algumas publicações não apresentarem uma descrição clara, dificultando a execução dos critérios e, posteriormente, a análise.

## 7. Conclusões

Esta RSL teve como questão norteadora averiguar a recomendação de objetos de aprendizagem. Foram analisados os modelos de estilos de aprendizagem e os mecanismos de apoio para realizar essa recomendação. Neste estudo constatou-se que vários trabalhos utilizam a recomendação de objetos de aprendizagem com o objetivo de personalizar o ensino, que é uma das abordagens que atualmente vem sendo difundida, que propicia autonomia ao aprendiz em seu processo de ensino e aprendizagem, levando em consideração suas preferências, interesses e sua trajetória. Além disso, constatou-se outras possibilidades de pesquisas, como, por exemplo, a recomendação de objetos de aprendizagem acessíveis. Verificou-se que o modelo Felder e Silverman é um dos modelos mais utilizados nos estudos, com uma quantidade expressiva de 70%; uma das evidências para esse resultado é a disponibilidade e adequações que esse modelo proporciona.

Sobre os mecanismos de apoio de recomendação observou-se que não há predominância entre as técnicas, modelos, abordagens e outros. Os mais utilizados foram especificação e gerenciamento de metadados (24%), ontologia (18%) e multiagente (12%). Referente aos padrões de metadados, observou-se a utilização do LOM (36%) e do SCORM (11%). Também não houve uma quantidade significativa de trabalhos que utilizam o ambiente virtual Moodle para o desenvolvimento de ferramentas de recomendação de objetos de aprendizagem. Outra informação relevante é o crescimento de estudos relacionados a essa temática nos últimos quatro anos, demonstrando que há uma tendência da comunidade científica para o desenvolvimento de pesquisas nesta área.

Espera-se que esta RSL possa contribuir por evidenciar trabalhos de pesquisa voltados para sistemas *e-learning* que realizam recomendações de objetos de aprendizagem. A partir desta RSL, concluímos que a recomendação de objetos de aprendizagem é uma linha de pesquisa que tem despertado o interesse da comunidade acadêmica e explorado uma diversidade de tecnologias.

## 8. Agradecimentos

Parte dos resultados apresentados neste artigo foi obtida através de atividades de P&D do projeto SIGNAL patrocinado pela Samsung Eletrônica da Amazônia Ltda. Agradecemos também à FAPEAM pelo suporte financeiro concedido para a realização do projeto ao qual o artigo pertence. Tiago Thompsen Primo é bolsista PNPd-Capes-UFPEL, e agradece pelo apoio financeiro e concessão de bolsa.

## Referências

- Bacich, L., Neto, A. T. e Trevisani, F. de M. (2015). *Ensino Híbrido: Personalização e Tecnologia na Educação*. Penso Editora.
- Basili, V. R., Caldiera, G. e Rombach, H. D. (1994). Experience factory. *Encyclopedia of software engineering, 1994*. New York: John Wiley & Sons.
- Carvalho, V. C. De, Dorça, F. A., Cattelan, R. G. e Araújo, R. D. (2014). Uma Abordagem para Recomendação Automática e Dinâmica de Objetos de Aprendizagem Baseada em Estilos de Aprendizagem. *In: Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*.
- Chellatamilan, T., Ravichandran, M., Suresh, R. M. e Kulanthaivel, G. (2011). Effect of mining educational data to improve adaptation of learning in e-learning system. *In: IET Conference Publications*.
- Cohen, J. (1960). A coefficient of agreement for nominal scales. *Educational and psychological measurement*, v. 20, n. 1, p. 37–46.
- Felder, R. e Silverman, L. (1988). Learning and teaching styles in engineering education. *Journal of Engineering education*, v. 78, n. June, p. 674–681.
- Fleming, N. D. (1995). I'm different; not dumb. Modes of presentation (VARK) in the tertiary classroom. *In: Research and development in higher education, Proceedings of the 1995 Annual Conference of the Higher Education and Research Development Society of Australasia (HERDSA), HERDSA*. (Vol. 18, pp. 308-313).
- Alonso, C. M., Gallego, D. J e Honey, P. (1997). *Los estilos de aprendizaje: procedimientos de diagnóstico y mejora*. Mensajero.

- Gomes, E. H., Pimentel, E. P., Omar, N. e Marietto, M. D. G. B. (2013). Personalização do E-Learning Baseado no Nível de Aquisição de Conhecimentos do Aprendiz. *In: Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*. (Vol. 2, No. 1).
- Graf, S., Ives, C. e Kinshuk (2010). A flexible mechanism for providing adaptivity based on learning styles in learning management systems. *In: IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*. (pp. 30-34). IEEE.
- Kitchenham, B., Brereton, O. P., Budgen, D., Turner, M., Bailey, J e Linkman, S. (2009). Systematic literature reviews in software engineering--a systematic literature review. *Information and software technology*, v. 51, n. 1, p. 7–15.
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: experience as the source of learning and development*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Pontes, W. L., França, R. M., Costa, A. P. M. e Behar, P. (2014). Filtragens de Recomendação de Objetos de Aprendizagem: uma revisão sistemática do CBIE. *In: Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*.
- Rastegarmoghadam, M. e Ziarati, K. (2017). Improved modeling of intelligent tutoring systems using ant colony optimization. *Education and Information Technologies*, v. 22, n. 3, p. 1067–1087.
- Shuib, N. L. M., Chiroma, H., Abdullah, R., Ismail, M. H., Shuib, A. S. M e Pahme, N.F.M. (2014). Data Mining Approach: Relevance Vector Machine for the Classification of Learning Style Based on Learning Objects. *In: Computer Modelling and Simulation (UKSim), 2014 UKSim-AMSS 16th International Conference on*.
- Sun, S. e Joy, M. (2005). Learning Objects & Learning Styles As a Foundation for a Multi-Agent Web-Based Education System. *In: Proceedings of the IASTED International Conference Web-Based Education*.
- Valaski, J., Malucelli, A. e Reinehr, S. (2011). 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-SBIE*.
- Van Rosmalen, P., Vogten, H., Van Es, R., Passier, H., Poelmans, P. e Koper, R. (2006). Authoring a full life cycle model in standards-based, adaptive e-learning. *Educational Technology & Society*, v. 9, n. 1, p. 72–83.
- Zaina, L. A. M., Bressan, G., Cardieri, M. A. A. C. e Rodrigues Júnior, J. F. (2012). e-LORS: Uma Abordagem para Recomendação de Objetos de Aprendizagem. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v. 20, n. 1, p. 4.