

Potencializando Objetos de Aprendizagem com o uso de *Learning Analytics*

João Pedro Dewes Guterres¹, Milene Selbach Silveira¹, Otávio Parraga¹

¹Escola Politécnica, Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação – Pontifícia
Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS)
Caixa Postal 90619-900 – Porto Alegre – RS – Brasil

joao.guterres@acad.pucrs.br, milene.silveira@pucrs.br,
otavio.parraga@acad.pucrs.br

Abstract. *The growing use of Learning Objects in the teaching and learning process, and the advancement of technologies that can be used for their production reveal the potential of possible innovations in this context. One of them is the introduction of Learning Analytics techniques, which would allow a more detailed and precise understanding of students' behavior and interactions with the Learning Objects. In this paper we explore - theoretically and practically - the alternatives, challenges, possibilities and difficulties related to the insertion of these techniques into learning objects. We hope the discussion of the obtained results could support future work in this area.*

Resumo. *A expansão de uso de Objetos de Aprendizagem no processo de ensino e de aprendizagem e o avanço das tecnologias que podem ser utilizadas para sua produção revelam o potencial de possíveis inovações neste contexto. Uma dessas possibilidades é a introdução de técnicas de Learning Analytics, que permitiriam uma compreensão mais detalhada e precisa do comportamento e das interações do aluno com os objetos. Neste artigo, exploram-se – de forma teórica e prática - as alternativas, desafios, possibilidades e dificuldades relacionadas à inserção destas técnicas em objetos de aprendizagem, e, com a discussão dos resultados obtidos, pretende-se apoiar trabalhos futuros neste segmento.*

1. Introdução

Objeto de aprendizagem (OA) tem demonstrado ser eficiente no aperfeiçoamento do processo de ensino e de aprendizagem [Damasceno et al. 2014]. No entanto, mesmo com o avanço das tecnologias utilizadas na produção dos Objetos, esse potencial para implementar novos recursos e possibilidades ainda é pouco explorado.

Uma das possibilidades de avanço está na introdução de técnicas de *Learning Analytics*. Essas técnicas podem ser utilizadas para medir, coletar, analisar e relatar dados sobre estudantes e seu contexto, tendo como propósito entender e otimizar o aprendizado no ambiente de aprendizagem [Siemens et al 2011]. Assim, OAs com *Learning Analytics* possibilitariam uma compreensão mais detalhada e precisa do comportamento e das interações do aluno. Porém, a combinação dessas áreas ainda é pouco explorada, tanto em termos de pesquisa quanto em termos de implementação nos centros de produção de OAs.

O uso de *Learning Analytics* costuma ser limitado à contabilização de acessos desses objetos nos *Learning Management Systems* (LMS) ou em repositórios de OAs [Júnior et al. 2012; Moissa et al. 2014], tempo de acesso aos objetos [Rufino 2017], e ao uso de *frameworks* para salvar resultados de exercícios [Wu et al. 2015]. No caso do LMS, trabalhos recentes estabeleceram uma relação entre o número de acessos aos conteúdos *online* e as notas dos alunos no ambiente Moodle [Nunes et al. 2016; Rabelo et al. 2017]. Contudo, mesmo após a obtenção dessas variáveis, como número de acesso a determinado recurso, torna-se impossível distinguir quais atividades os usuários estão realizando dentro do OA, não fornecendo nenhuma certeza sobre um maior detalhamento do acesso do usuário [Nunes et al. 2016].

Para se entender melhor este cenário de inserção de técnicas de *Learning Analytics* em OAs, realizada uma revisão sistemática sobre o tema [Guterres e Silveira 2018]. Com a discussão dos resultados obtidos, pretende-se apoiar trabalhos futuros neste segmento, além de expor os desafios e dificuldades enfrentados.

O trabalho está organizado em 5 seções: a seção 2 discute desafios e perspectivas de uso destas técnicas em OAs; a seção 3 apresenta os experimentos realizados; e, por fim, a seção 4 apresenta as conclusões deste trabalho, seguidas das referências utilizadas.

2. Desafios e perspectivas de uso de *Learning Analytics* em OAs

Com o avanço da tecnologia, abre-se a possibilidade de introduzir técnicas de *Learning Analytics* em OAs, gerando desafios e perspectivas relacionados a este contexto, sendo algumas delas apresentados e discutidos nesta seção.

2.1. Linguagem de Programação *Back-End*

Com a introdução de técnicas de *Learning Analytics* em OAs, um desafio está na introdução de linguagens de programação que executam o processamento do lado do servidor (*server side*, ou *back-end*) [Rego et al. 2005; VanLengen e Haney 2004] no desenvolvimento dos objetos, como por exemplo, .NET, PHP, Node.JS, Ruby, Python, etc. O desenvolvimento utilizando Javascript, usual na programação de OAs interativos em HTML, que executa a rotina de programação do lado cliente (*browser*) enquanto o PHP, por exemplo, executa a rotina no de programação no lado servidor. Deste modo, utilizando apenas HTML e Javascript (no lado cliente) não é possível, por exemplo, salvar as informações do lado do servidor, inviabilizando o uso efetivo de *Learning Analytics*, pois, neste cenário, seria necessário acessar o computador do usuário para se obter os dados analíticos do uso dos OAs. Uma adaptação que pode ser feita nesse cenário é a utilização do Javascript no lado servidor, utilizando a plataforma Node.JS que executa o Javascript no lado do servidor.

Deste modo, parte do código desenvolvido em HTML deve conter uma linguagem *back-end* para realizar a integração do cliente (usuário), servidor e banco de dados. Analisando o cenário de produção de OAs no Brasil [Guterres e Silveira 2017], evidencia-se que será necessária uma nova capacitação, assim como houve na troca de tecnologias na produção dos objetos, agora do flash para o HTML5. Nesse contexto, o desafio inclui a dificuldade inerente de aprender novas tecnologias por parte da equipe técnica da produção de objetos.

Segundo Wu et al. (2015), um dos maiores desafios é padronizar os dados no *front-end*, o que não significa apenas converter dados não estruturados em dados

estruturados, mas também construir um OA unificado. Esse desafio, portanto, se estende ao projeto de formatação estrutural dos OAs nas linguagens *back-end*. Segundo Escobar et al. (2014), se essa estrutura for projetada adequadamente, as métricas do OA poderiam informar não apenas a porcentagem de usuários que atingem uma meta específica, mas também outros fatores como indícios de problemas, utilizando, por exemplo, rastreamento do comportamento, como: tempo excessivo, uso de *links* de ajuda, *backtracking*, abandono, etc.

2.2. Documentação de Objetos e Dificuldade de Reuso

A introdução de *Learning Analytics* em OAs dificulta o reuso e recombinações. Isso porque ela está vinculada a variáveis e funções em linguagens *back-end*, além de algumas configurações de ambiente para habilitar a comunicação [Silva et al. 2016]. Adicionalmente, se o OA utilizar algum banco de dados para salvar as interações do usuário, são necessárias outras configurações, softwares, criação de tabelas, etc. [Konrath et al. 2006].

Segundo Braga et al. (2012), a documentação facilita a disseminação dos OAs, sendo necessário, neste caso que ela também contemple configurações, variáveis e funções das técnicas de *Learning Analytics* inclusas. Nesse contexto, a documentação deve seguir uma nomenclatura padronizada e comentários inteligíveis para exemplificar o uso e funcionamento, de modo a facilitar o reuso para outras equipes de produção de OAs. Contudo, observa-se que na produção de OAs não existe a cultura de documentar os OAs [Guterres e Silveira 2017], ou quando isto é feito, são encontradas documentações incoerentes [Moreira e Conforto 2011].

Uma das características do *Learning Analytics* é a geração de dados em um servidor online, ou banco de dados. Nesse cenário, Ochoa e Ternier (2017) comentam essa funcionalidade dificulta o compartilhamento e reuso os recursos dos sistemas de aprendizagem online, pois nesse caso são necessárias configurações adicionais, como índices de banco de dados e outras variáveis específicas de cada modelo web implementado.

2.3. Padronização dos Dados de *Learning Analytics* em OAs

Considerando os diferentes formatos possíveis de objetos, tais como animações, vídeos, exercícios, leituras, etc., há o desafio de padronizar quais tipos de informações são necessárias para auxiliar na compreensão do comportamento e performance do aluno.

Nesse contexto, temos vários metadados e sub-metadados dos OAs [Souza et al. 2010], considerando diferentes tipos de recursos. Entretanto, poucos profissionais, instituições e repositórios contemplam o preenchimento completo destas informações [Silva 2011], o que dificulta a busca e categorização dos OAs. Ao introduzir *Learning Analytics*, abre-se espaço para diferentes tipos de variáveis, que devem ser escolhidas de acordo com sua relevância [Van Diepen e Bredeweg 2016], porém, como existe a dependência de modificar o código fonte para introduzir variáveis e funções, há também o desafio de padronização desses elementos.

Temos hoje *frameworks* (ou especificações) genéricos que tratam de extrair informações da interação de usuários em recursos educacionais (inclusive Objetos de Aprendizagem) dentro de LMS. No entanto, a introdução de *Learning Analytics* fora dos

LMS, exclusivamente em repositórios, não possui uma padronização que possa ser utilizada.

Segundo del Blanco et al. (2013), padrões para Tecnologia de Aprendizagem, xAPI e Armazenamento de Registros de Aprendizagem (LRS) provindos dos *frameworks* (ou especificações) são capazes de trazer dados para um único repositório onde pode ser possível "cavar" descobertas interessantes mais profundas.

A falta de padronização também é discutida por Ochoa e Ternier (2017), que citam a dificuldade de reuso devido às diferentes implementações de LMS e a falta de padrão para reutilização de software. Deste modo, tendo as informações analíticas de um aluno que acessou diferentes OAs, não é possível criar uma métrica padronizada para avaliar o comportamento do aluno, o que pode confundir o professor ao analisar os dados analíticos gerados pelas técnicas de *Learning Analytics*.

2.4. Integração dos Dados Analíticos e dos Objetos de Aprendizagem

Na era do Big Data, é um desafio-chave agregar e integrar dados brutos de múltiplas fontes heterogêneas, que estão disponíveis em diferentes formatos para criar informações educacionais úteis para promover o aprendizado apoiado pela tecnologia [Chatti et al. 2012]. A implementação e combinação de *Learning Analytics* em diferentes ambientes de aprendizagem é promissora e tem um grande potencial para pesquisa [Yassine et al. 2016]. Deste modo, a inserção de *Learning Analytics* em OAs de modo isolado (sem integrações com outros ambientes de aprendizagem) pode não ser capaz de gerar um conhecimento consolidado do comportamento dos alunos, sendo necessário uma integração para se obter essa consolidação [del Blanco et al. 2013]

Analisando essas evidências, verifica-se que não é possível combinar causas e consequências de um porquê de uma eventual dificuldade de aprendizagem de um aluno específico sem analisar seu comportamento em vários objetos ou de vários alunos em um determinado objeto. Assim, somente a avaliação entre diferentes OAs, recursos e ambientes de aprendizagem pode fornecer informações abrangentes e essenciais sobre o comportamento e performance do usuário num contexto geral, abstraindo comportamentos isolados. Esse fato é relatado por Dyckhoff et al. (2012), ao sugerir a integração de dados de diferentes fontes e apoiar a análise organizada de forma colaborativa.

Nesse cenário, Rodriguez-Artacho et al. (2014) elaboraram uma estrutura hierárquica que representa o assunto a ser avaliado, seguido da construção de uma matriz mostrando as relações entre os conceitos, de forma a ser possível identificar percursos de aprendizagem.

Nesse contexto, evidencia-se que somente a introdução de *Learning Analytics* em OAs não é capaz de trazer resultados abrangentes sobre o comportamento dos alunos. Ressalta-se a importância de integrações entre diferentes ambientes de aprendizagem, composta por informações complementares dos diferentes tipos de recursos, OAs e perfis dos alunos.

2.5. Flexibilidade dos Dados e da Análise

Segundo Dyckhoff et al. (2012), a maioria das ferramentas de monitoramento e relatório encontradas nos ambientes de aprendizagem atuais são projetadas para coletar, analisar e

visualizar dados em um formulário tabular estático que foi predefinido pelos desenvolvedores do sistema, dificultando o uso pelos professores.

Considerando esse fato, o resultado positivo do uso das técnicas de *Learning Analytics* em OAs só é efetivado por meio de um sistema flexível que permita a visualização e interpretação dos dados analíticos de forma fácil aos professores, instrutores, tutores, etc.

Nesse aspecto, um dos desafios está em proporcionar um ambiente que seja adequado à visualização dos dados. Para Dyckhoff et al. (2012), a integração de diversos ambientes de aprendizado apresenta conjuntos diferentes de indicadores, ou variáveis, e que devem ser investigadas. Moissa et al. (2014b) destacam ainda que algumas ferramentas são difíceis de entender e de extrair informações, porque possuem uma diversidade de métricas ou porque possuem pouca usabilidade.

2.6. Privacidade dos Dados

O uso das técnicas de *Learning Analytics* em OAs leva a discussões sobre a privacidade dos usuários [Duval et al. 2011; Escobar et al. 2014]. Recomenda-se não utilizar o registro dos alunos, preferindo adotar dados “pseudonimizados” em uma etapa de pré-processamento usando, como por exemplo, um *hash* (resumo criptográfico) em vez de um ID do aluno e apresentando resultados resumidos em forma de visualizações que mostram processos de grupo e não permitem focar um aluno em específico [Dyckhoff et al. 2012].

Nesse contexto, o uso de ferramentas externas, como o Google Analytics, é desencorajado, e preocupações sérias com a privacidade são discutidas [Escobar et al. 2014]. Escobar et al. (2014) sugerem que sejam emulados aspectos específicos de uso dessa solução para elaborar estratégias de *Learning Analytics* próprias para monitoramento do acesso a recursos educacionais.

Como alternativa ao uso de dados do perfil dos usuários, pode-se utilizar *Learning Analytics* em objetos sem requerer *login* do usuário, como é adotado em repositórios públicos, por exemplo. Nesse caso, pode-se utilizar alternativas para se montar um perfil do usuário, adotando, por exemplo, cookies para manter uma identificação única para cada computador. No entanto, essa alternativa prejudica a análise dos dados em duas situações: no uso de computadores públicos em bibliotecas e laboratórios, e no caso do mesmo usuário utilizar os objetos em diferentes dispositivos.

3. Experimentação Prática

A fim de verificar como introduzir técnicas de *Learning Analytics* em OAs, foi realizada uma experimentação prática.

Considerando a produção de OAs em HTML5, o primeiro passo para introduzir as técnicas de *Learning Analytics* consistiu em escolher uma linguagem de programação *back-end* para realizar processamento de dados no lado servidor. Para isso, foram realizadas pesquisas e testes com PHP, Node.js e Perl, sendo que o PHP demonstrou melhor adaptação para ser utilizada neste contexto. O uso dessa linguagem pelos pesquisadores na área da Informática na Educação [Bercht et al. 2016; Voss et al. 2014] também foi um fator decisivo para escolha dessa linguagem.

Por ser uma linguagem *back-end*, um requisito necessário para o desenvolvimento em PHP é a necessidade de um servidor web para interpretar os códigos da linguagem. A tarefa de criar um ambiente para o PHP é facilitada pela existência do WampServer, um software que realiza a instalação do servidor Apache, linguagem PHP e do banco de dados MySQL, agilizando a realização de experimentos.

Os primeiros testes realizados focaram na obtenção de variáveis derivadas das interações do usuário. Para isso, inicialmente foi desenvolvido um esboço de objeto de aprendizagem em HTML5 e Javascript contendo códigos em PHP, no qual foram coletadas o horário de início do acesso e o horário de final do acesso pela função PHP `date_format(new DateTime(), "H:i:s")`, além de salvar resultados das questões, por uma função javascript `window.nome = document.getElementById("resultado").value;` e repassadas para uma função PHP `$valor = validaData($_POST['valor']);`.

Nessa etapa, temos o dado no servidor, mas de forma volátil, sendo necessário uma etapa adicional para salvar essa informação. Segundo Borba et al. (2016), os armazenamentos das variáveis obtidas nos objetos podem ocorrer tanto por uso de bancos de dados quanto por armazenamentos em arquivos. Deste modo, para armazenar os dados desse experimento foram utilizados arquivos XML (*Extensible Markup Language*). O formato foi escolhido por ser de simples compreensão, além de possuir uma ótima interação com PHP, que possui uma classe específica para trabalhar com o padrão. Para futuras propostas, esse modelo se adapta tanto para salvamento dessas informações em banco de dados quanto o envio deles por meio de *web services*.

De modo a organizar os resultados e possibilitar uma interoperabilidade maior entre os dados, as informações foram salvos em dois arquivos, um para os dados do usuário e outro com os dados dos acessos no OA, contabilizando o total de acessos e média de acertos. Cabe ressaltar que todos os dados são coletados pela linguagem *front-end* (Javascript) e então enviada para o *back-end* (PHP) que realiza o “salvamento” dessas informações no lado servidor em arquivos XML. O script de escrita em PHP é realizado pela inserção do arquivo na variável `$arquivo = fopen("dados.xml", "a+");` e salvamento pela função nativa `fwrite($arquivo, "<xml>");`, contendo o nome do arquivo e a declaração XML com os dados obtidos da interação do aluno no OA. Um exemplo de XML gerado com dados do OA é descrito a seguir:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<objetos>
  <objetoDeAprendizagem id="1" materia="Engenharia de Software">
    <assunto>Requisitos</assunto>
    <numeroDeQuestoes>5</numeroDeQuestoes>
    <mediaDeAcertos>80%</mediaDeAcertos>
  </objetoDeAprendizagem>
</objetos>
```

A seguir, é ilustrado um exemplo de XML descrevendo os dados do usuário, divididos entre dados específicos do usuário e dados de acesso do usuário em determinado OA:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<usuarios nmrDeUsuarios="">
  <usuario id="2" nome="Usuário x">
    <mediaDeAcertos>60%</mediaDeAcertos>
    <mediaDeTempoPorQuestao>54 segundos</mediaDeTempoPorQuestao>
  </usuario>
</usuarios>
<acessos nmrAcessos = "15">
  <acesso idUsuario="2" inicioDoAcesso="" finalDoAcesso="" porcentAcertos="">
```

```
<questoes>
  <questao id="1" tempoNaQuestao="30 segundos" certo="sim">
    <respostaCorreta>Escopo</respostaCorreta>
    <respostaMarcada>escopo</respostaMarcada>
  </questao>
</questoes>
</acesso>
</acessos>
```

Com a evolução no experimento, foi desenvolvida uma lista mais completa de dados sobre as interações do aluno, incluindo: salvamento automático dos dados ao término das atividades, prevenção da perda de dados caso haja saída abrupta (fechamento do navegador, falta de luz, etc.), e coleta da porcentagem de acertos no OA.

4. Conclusões

Atualmente, tanto a nível técnico, quanto a nível conceitual, não existe um consenso entre as possibilidades de introduzir técnicas de *Learning Analytics* em OAs. No nível técnico, temos hoje especificações genéricas (xAPI e Caliper) que tratam de extrair informações da interação de usuários em recursos educacionais (inclusive objetos) dentro de LMS, no entanto, não possuem nenhuma padronização de quais interações devem ser coletadas. No nível conceitual, não se tem observado uma evolução das implicações do uso de *Learning Analytics* nos pilares conceituais dos OAs, principalmente no que concerne a reuso, flexibilidade, interoperabilidade, modularidade e portabilidade desses recursos com essas novas técnicas. Segundo Escobar et al. (2014), tanto as pesquisas passadas quanto as contemporâneas estabeleceram a necessidade de revisão conceitual dos OAs.

Deste modo, esse trabalho buscou discutir possibilidades de inclusão de técnicas de *Learning Analytics* nos OAs, de modo a compreender melhor as interações dos alunos. Como trabalhos futuros, pretende-se continuar a exploração dessa área, incluindo a busca por novos dados de interações dos alunos e a possibilidade de reuso de OAs com técnicas de *Learning Analytics*, sem a necessidade de alterações no código fonte. Nesse cenário, pretende-se abordar novas tecnologias, como SOA e *web services* para permitir uma maior integração entre diferentes ambientes de aprendizagem e diferentes formatos de objetos, como jogos, simulações, vídeos, que por vezes são desenvolvidos para serem acessados fora da web.

Agradecimentos

O presente artigo foi alcançado em cooperação com a Hewlett Packard Brasil LTDA, com recursos provenientes da Lei de Informática (Lei nº 8.248, de 1991) e com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001. João Pedro Dewes Guterres agradece ao CNPq pela bolsa de estudos no Doutorado. Otávio Parraga agradece ao Programa de Bolsas Pesquisa Alunos da PUCRS/BPA 2018-2019.

Referências

Bercht, M., Voss, G.; Franzen, E. (2016). “Explorando a motivação na utilização de mundos virtuais”. In: Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, vol. 27, pp. 1116-1125.

- Borba, E.J.; Gasparini, I.; Lichtnow, D.; Pimenta, M.S.; Oliveira, J.P.M. (2016) "Captura e Visualização da Trajetória de Aprendizagem do Aluno: um Mapeamento Sistemático" In: TISE - Nuevas Ideas en Informática Educativa, vol. 12, pp. 105-111.
- Damasceno, A.L.D.B.; Lima, T.S.; Neto, C.D.S.S. (2014). Cacuriá: Uma Ferramenta de Autoria Multimídia para Objetos de Aprendizagem. In Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação (Vol. 3, No. 1, p. 76).
- Braga, J.C.; Dotta, S.; Pimentel, E.; Stransky, B. (2012) "Desafios para o Desenvolvimento de Objetos de Aprendizagem Reutilizáveis e de Qualidade". In: Workshop de Desafios da Computação Aplicada à Educação, pp. 90-99.
- Chatti, M.A.; Dyckhoff, A.L.; Schroeder, U.; Thüs, H. (2012) "A reference model for learning analytics." In International Journal of Technology Enhanced Learning, vol. 4, n. 5-6, pp. 318-331.
- del Blanco, A.; Serrano, A.; Freire, M.; Martínez-Ortiz, I.; Fernández-Manjón, B. (2013). E-Learning standards and learning analytics. Can data collection be improved by using standard data models? In: Global Engineering Education Conference (EDUCON), 2013.
- Duval, E.; Verbert, K.; Klerkx, J. (2011). "Towards an open learning infrastructure for open educational resources: Abundance as a platform for innovation". In: Rainbow of computer science. Berlin Heidelberg: Springer, pp. 144-156.
- Dyckhoff, A.L.; Zielke, D.; Bültmann, M.; Chatti, M.A.; Schroeder, U. (2012). "Design and Implementation of a Learning Analytics Toolkit for Teachers". In *Educational Technology & Society*, vol. 15(3), pp. 58-76.
- Escobar, A.E.; Reyes, P.; Van Hilst, M. (2014). "Metrics for effectiveness of e-learning objects in software engineering education". In: SoutheastCon, pp. 1-5.
- Escobar, A.E.; Reyes, P.; Van Hilst, M. (2014). "Metrics for effectiveness of e-learning objects in software engineering education". In: SoutheastCon, pp. 1-5.
- Guterres, J.P.D.; Silveira, M.S. (2017) "As Principais Dificuldades Encontradas Durante o Processo de Produção de Objetos de Aprendizagem". In: Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, vol. 28, pp. 294-303.
- Guterres, J.P.D.; Silveira, M.S. (2018). "Um panorama sobre Learning Analytics em Objetos de Aprendizagem". In: Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, vol. 29, pp. 1303-1312.
- Júnior, L.J.; Neto, F.M.M.; Flores, C.D.; Silva, L.C.N.; Sombra, E.L.; Costa, A.A.L. (2012). "Uma extensão do Moodle para recomendação ubíqua de objetos de aprendizagem." In *RENOTE*, 10(3), vol. 10(3), 11p.
- Konrath, M.L.P.; Kampff, A.J.C.; Gomes, F.D.J.L.; Carvalho, M.J.S.; Aragón, R. (2006). "Nós no mundo: objeto de aprendizagem voltado para o 1. ciclo do ensino fundamental". In *RENOTE*, vol. 4(1), 8p.

- Moissa, B.; Borba, E.J.; Kemczinski, A.; Gasparini, I. (2014). "Uma ferramenta de Visualização da Informação para analisar o comportamento do aluno em um ambiente e-learning e sua trajetória de aprendizagem." In *InfoDesign-Revista Brasileira de Design da Informação*, vol. 11(3), pp. 337-351.
- Moissa, B.; Carvalho, L.S.; Gasparini, I. (2014b). "A Web Analytics and Visualization Tool to Understand Students' Behavior in an Adaptive E-Learning System". In: *International Conference on Learning and Collaboration Technologies*, vol. 1, pp. 312-321.
- Moreira, M. B.; Conforto, D. (2011) "Objetos de aprendizagem: Discutindo a acessibilidade e a usabilidade". In: *Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, vol. 22, pp. 390-393.
- Nunes, I.; Silva, W.M.; Laisa, J.; Ugulino, F.; Lucena, M. (2016). "Learning Analytics como ferramenta para a análise do desempenho dos alunos em Cursos Semipresenciais". In *Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, vol. 27, pp. 280-289.
- Ochoa, X.; Ternier, S. (2017). "Technical Learning Infrastructure, Interoperability and Standards". In: *Technology Enhanced Learning*. Cham: Springer. pp. 145-155.
- Rabelo, H.; Burlamaqui, A.; Valentim, R.; Souza Rabelo, D.S.; Medeiros, S. (2017) "Utilização de técnicas de mineração de dados educacionais para predição de desempenho de alunos de EaD em ambientes virtuais de aprendizagem". In: *Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*. vol. 28, p. 1527-1536.
- Rego, H.; Moreira, T.; Garcia, F.; Morales, E.; Barbosa, H. (2005). "Educational technological specifications to support distance education in an e-learning platform". In: *International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET)*, vol. 6, pp. F2C-7-FC2-12.
- Rufino, S. (2017). "Arquitetura de comunicação entre AVAs e objetos de aprendizagem dinâmicos utilizando a especificação IMS LTP". *Dissertação de Mestrado Profissional, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Software*, 101p.
- Siemens, G.; Gasevic, D.; Haythornthwaite, C.; Dawson, S.; Shum, S.B.; Ferguson, R.; Duval, E.; Verbert, K.; Baker, R.S.J.D. (2011). "Open Learning Analytics: an integrated & modularized platform". In *Open University Press*, 20p.
- Silva, J.; Ramos, J. L. C.; Rodrigues, R.; Souza, H.; Souza, F. D. F.; Gomes, A. S. (2016). "Uma abordagem para integração do Moodle com o framework Shiny para Learning Analytics". In *Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*, vol. 5(1), pp. 930-939.
- Silva, R. S. (2011). "Objetos de aprendizagem para educação a distância". Novatec: São Paulo.

- Souza, A.C.; Campos, F.; Braga, R.; Rabello, C.; Santos, N. (2010). "Metadados Educacionais para Objetos de Aprendizagem: Projeto BROAD". In: TISE: Congresso Iberoamericano de Informática Educativa, vol. 15, pp. 653-659.
- VanLengen, C. A.; Haney, J. D. (2004). "Creating web services using asp. net." In *Journal of Computing Sciences in Colleges*, vol. 20(1), pp. 262-275.
- van Diepen, P.; Bredeweg, B. (2016) "Performance Indicators for Online Secondary Education: A Case Study". In: Benelux Conference on Artificial Intelligence, vol. 28, pp. 169-177.
- Voss, G. B., Oliveira, V., Nunes, F. B., Herpich, F., Medina, R. D.,; Bercht, M. (2014). "Construção e Análise de um Mundo Virtual 3D para o Ensino e Aprendizagem de Redes de Computadores". In: Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, vol. 25, pp. 322-331.
- Wu, Y.; Zhong, W.; Zhou, C.; Ma, X. (2015). "Construction on Learning Analytics Object for Sharing and Interoperation of Educational Big Data". In International Conference on Web-Based Learning, vol. 14, pp. 186-195.
- Yassine, S.; Kadry, S.; Sicilia, M. A. (2016). "Learning Analytics and Learning Objects Repositories: overview and future directions". In: Learning, Design, and Technology: an international compendium of theory, research, practice, and policy. Cham: Springer.