

## Processo de Adaptação de Objetos de Aprendizagem com a inserção de Técnicas de *Learning Analytics*

João Pedro Dewes Guterres<sup>1</sup>, Milene Selbach Silveira<sup>1</sup>, Otávio Parraga<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Escola 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 use of Learning Analytics techniques in Learning Objects presents itself as an important alternative for looking for better a understand students' behavior and performance. These techniques can provide teachers with important information and data about students' use of digital resources. This article presents the details of the process to adapt learning objects to include Learning Analytics techniques. This process was applied to a open code learning object and the initial results point to important advances in this topic, which aims to create interoperable and encapsulated objects, in order to facilitate their reuse.*

**Resumo.** *A utilização de técnicas de Learning Analytics em Objetos de Aprendizagem apresenta-se como uma importante alternativa na busca de compreender melhor o comportamento e a performance dos alunos. Essas técnicas podem prover aos docentes dados e informações importantes sobre o uso de recursos digitais pelos alunos. Este artigo apresenta o detalhamento de um processo para adaptação de objetos de aprendizagem a fim de incluir técnicas de Learning Analytics. Este processo foi instanciado em um objeto de código aberto (REA) e os resultados iniciais apontam avanços nesse tema, visando criar objetos interoperáveis e encapsulados, de modo a facilitar sua reutilização.*

### 1. Introdução

Objetos de Aprendizagem (OAs) são “Quaisquer materiais eletrônicos (como imagens, vídeos, páginas web, animações ou simulações), desde que tragam informações destinadas à construção do conhecimento (conteúdo autocontido), explicitem seus objetivos pedagógicos e estejam estruturados de tal forma que possam ser reutilizados e recombinados com outros objetos de aprendizagem (padronização)” [Carneiro e Silveira 2014]. Já *Learning Analytics* (LA) são um conjunto de técnicas 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]. Segundo Johnson et al. (2011), LA referem-se à interpretação de um grande volume de dados produzidos pelos alunos, a fim de avaliar o seu progresso acadêmico, prever o desempenho e detectar possíveis problemas de aprendizagem.

Atualmente, a implementação de técnicas de *Learning Analytics* em OAs ainda é pouco explorada [Guterres e Silveira 2018]. O uso delas em sua menor granularidade, inclusas sobre interações internas de um OA, requer esforços extras na implementação dos OAs, carecendo também de uma análise sobre quais dados analíticos dos alunos são necessários e requeridos para conseguir sumarizar as interações comportamentais dos alunos nos OAs. Nesse cenário, a quantidade de acessos a um determinado conteúdo, o padrão de respostas dos alunos sobre um questionário são exemplos de questões que interessam tanto a desenvolvedores quanto a educadores num contexto de aprendizagem [Gomes et al 2015].

Considera-se imprescindível, nessa área de estudo, a possibilidade de interoperabilizar os dados oriundos dessas interações com outros sistemas, podendo ser parte de um *Data Warehouse*, por exemplo, que possibilita a integração de dados de diversas fontes, podendo-se gerar relatórios detalhados das ações dos alunos, de forma rápida e eficiente, possibilitando ao docente motivar e estimular a participação dos alunos [Zapparoli et al 2017]. Imprescindível, também, é manter-se os pilares conceituais dos OAs, sendo o reuso um importante elemento na disseminação dos conteúdos educacionais.

Nesse contexto, a produção de OAs incluindo técnicas de *Learning Analytics* não pode furtar-se em contemplar esses importantes requisitos. Até onde se pode verificar, não foi encontrado nenhum trabalho relacionado à adaptação de OAs para contemplar técnicas de *Learning Analytics* ou a um processo formal para tal aplicação. Visando explorar esse tema, foi planejado um processo de adaptação de OAs com inclusão de técnicas de *Learning Analytics*. Esse processo tem como princípio encapsular a lógica de criação de dados analíticos em algumas funções coesas que podem ser incorporadas facilmente a outros OAs, promovendo uma fácil reutilização do OA. Do mesmo modo, a estruturação dos dados analíticos originados por estas funcionalidades foi implementada de modo a possibilitar integrações com outros sistemas.

Para demonstrar tal procedimento, foi escolhido um OA com código fonte aberto (REA – Recurso Educacional Aberto) para ser utilizado como piloto nesta etapa de pesquisa. Para demonstrar sua viabilidade, foram realizados testes com alunos utilizando essa versão de OA com *Learning Analytics*, gerando dados analíticos das interações dos alunos nesse recurso educacional.

O trabalho está organizado em 5 seções: a seção 2 apresenta a metodologia aplicada na criação do processo de adaptação OA de para inclusão de técnicas de *Learning Analytics* e as etapas para aplicação desse processo em OA; a seção 3 apresenta a aplicação do processo em um OA e a descrição das funcionalidades aplicadas; a seção 4 apresenta os resultados do uso desse OA adaptado por alunos em atividades extraclasse; a seção 5 apresenta discussões e princípios adotados na elaboração do processo de adaptação aplicado; e, por fim, a seção 6 apresenta as conclusões deste trabalho, seguidas das referências nele utilizadas.

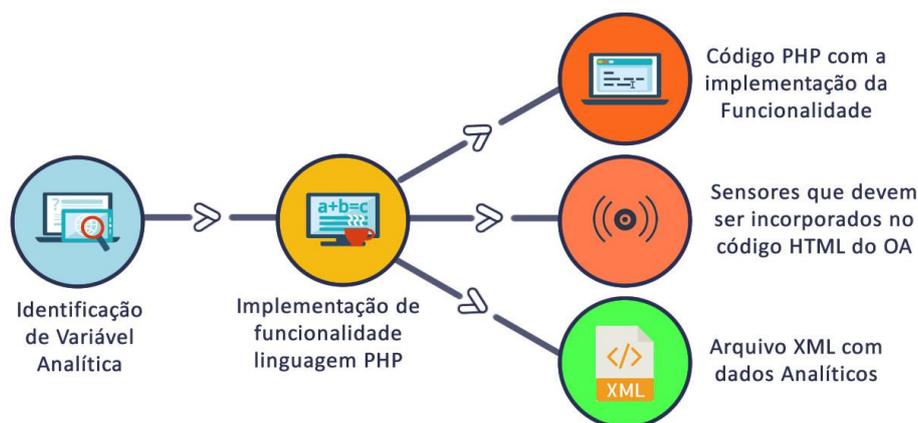
## 2. Processo de Adaptação

O processo de adaptação de OA contemplando técnicas de LA é resultado de uma pesquisa que teve como base uma revisão sistemática sobre LA e OA em bases nacionais e internacionais [Guterres e Silveira 2018] e experimentos iniciais envolvendo a introdução das técnicas em templates de OA [Guterres et al. 2019].

Na criação de um modelo de estruturação que contemple o processo de adaptação de OA com as técnicas de *Learning Analytics*, o primeiro passo é a escolha de algumas variáveis analíticas a serem implementadas, inspiradas nas variáveis descritas por Guterres e Silveira [2018]. Considerando os aspectos técnicos, para introdução das técnicas de LA, escolhemos a linguagem de programação *back-end* PHP, que possui fácil aprendizagem, é de uso livre e conhecida pelos pesquisadores na área da Informática na Educação [Bercht et al. 2016; Voss et al. 2014]. O ambiente para essa adaptação foi criado a partir do WampServer, um software que realiza a instalação do servidor Apache, linguagem PHP e do banco de dados MySQL, agilizando a realização de experimentos.

De modo a possibilitar a interoperabilidade dos dados analíticos oriundos da introdução ds técnicas de LA nos OAs, foi adotado o padrão XML (*Extensible Markup Language*), uma linguagem de marcação fundamentada em estruturas hierárquicas que permite a modelagem das informações de forma organizada, possibilitando a interoperabilidade dos dados contidos nela.

A partir disso, foram planejadas e implementadas funções em PHP e modelos de arquivos XML para serem incorporados no OA em HTML. O conjunto dessa orquestração de códigos PHP, sensores aplicados ao OA e arquivos XML são denominados funcionalidades, e geram dados analíticos com as interações dos alunos nos OA em XML. A Figura 1 ilustra esse processo de criação das funcionalidades.



**Figura 1. Processo de criação das funcionalidades.**

Cabe ressaltar que a geração dos dados analíticos foi arquitetada com objetivo de possibilitar o uso concorrente do OA e possibilitar a análise e integração desses dados com outros sistemas. Para isso, são utilizados três arquivos XML: um com metadados básicos de informações sobre o OA; um com informações do usuário, incluindo nome e matrícula, média de acerto no OA, média de tempo no OA; e outra com dados de acesso do usuário aluno no OA, associando o usuário por ID e seus respectivos data e hora do início do acesso, data e hora do final do acesso, questões certas e erradas e percentagem de erros e acertos.

De modo resumido, a aplicação do processo de adaptação pode ser realizada em três fases: na primeira fase, escolhe-se o OA a ser adaptado. Na segunda fase, selecionam-se as funcionalidades que contemplam as variáveis analíticas a serem capturadas; por fim, temos o processo de inclusão das funcionalidades no OA, sendo subdividida em três principais etapas.

A primeira etapa consiste em anexar o código fonte das funcionalidades junto ao código fonte original do OA. A segunda etapa consiste em adicionar sensores em determinados pontos no código fonte do OA original, de modo a encaminhar requisições e mensagens a partir das interações dos alunos no OA. Um exemplo de sensor está na resolução de uma questão, o qual são encaminhadas mensagens as funcionalidades PHP quando o aluno acerta ou erra uma questão, de modo a registrar essa ação. Já a terceira etapa diz respeito a criação de um arquivo XML contendo alguns metadados de informação do OA. Assim, a orquestração dessas funcionalidades irá resultar na geração de arquivos XML contendo as interações dos alunos no OA que são referenciadas com um resumo das interações no OA, como média de acertos, tempo médio de uso, etc.

A Figura 2 ilustra todas as etapas do processo de adaptação de OA com técnicas de *Learning Analytics*.

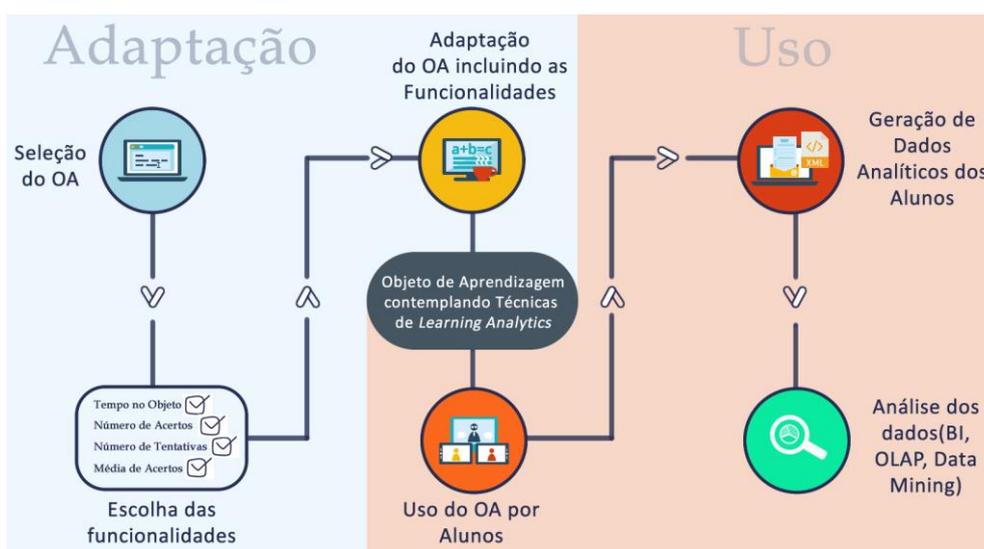


Figura 2. Processo de Adaptação do OA e uso em sala de aula.

No final deste processo, o OA estará pronto para ser testado e, então, utilizado por alunos. Para demonstrar essa etapa de uso do OA, a seção 3 apresentará detalhes da aplicação desse processo no OA QuiForca.

### 3. Aplicando o Processo no QuiForca

Como piloto nesse processo de adaptação, realizamos a escolha do OA QuiForca<sup>1</sup>, desenvolvido pelo Laboratório de Objetos de Aprendizagem da Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR). Essa seleção baseou-se por ele possuir código fonte aberto e ser implementado em HTML, CSS e Javascript, sendo tecnologias acessíveis para a produção de OAs. O objetivo original do OA em questão é realizar exercícios sobre o conteúdo de Química apresentado no período escolar, utilizando-se de um jogo da forca para isso (Figura 3).

<sup>1</sup> [www.loa.sead.ufscar.br/quiforca.php](http://www.loa.sead.ufscar.br/quiforca.php)

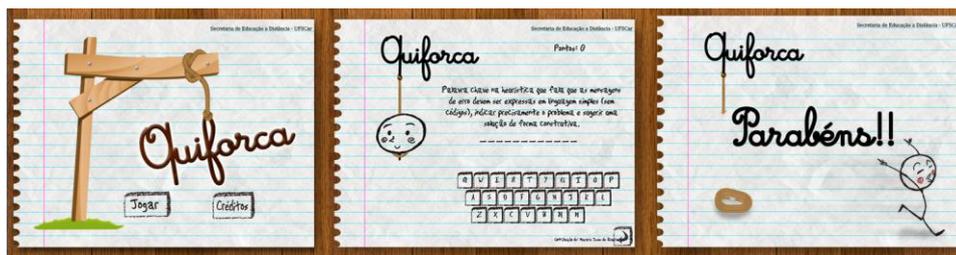


Figura 3. Objeto de Aprendizagem Quiforca.

O processo de adaptação se deu em com: a escolha das funcionalidades implementadas, considerando as características do OA; adaptação da página inicial, contendo a tela de login e a página principal em PHP; adição do código fonte das funcionalidades no pacote de arquivos do OA (Figura 4), incluindo do arquivo XML com metadados do OA (dataModels.xml); e inclusão dos sensores no código fonte do OA.

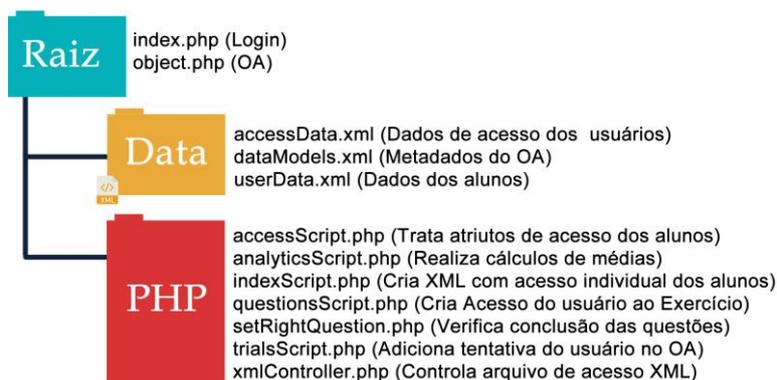


Figura 4. Arquivos necessários no Processo de Adaptação.

Sobre os sensores, todos foram adicionados na página *index.php* e *logica.js* (que reúne e encapsula as interações do OA original). Nesse cenário, em cada ação requisitada pelo OA incluímos o encaminhamento de mensagens no método POST para as páginas em PHP. As funções criadas com sensores na página de login e principal do OA foram *sendUserData*, *runAccessScript*, *runXmlController* e *runAnalytics* que realizam respectivamente tarefas de encaminhar dados do usuário de login, contabilizar tempo de acesso ao OA, repassar o número de tentativas e invocar a realização da função que realiza cálculos e médias. Já as funções alteradas do OA original na página *logica.js* com a inclusão dos sensores foram *addTentativa*, *createQuestion* e *rightQuestion* que encaminham para as funções PHP, respectivamente, dados de tentativa, nova questão a ser respondida e o resultado da questão pelo aluno.

Para esse OA foram implementadas funcionalidades das seguintes variáveis: número de visitas, notas dos alunos (média), número de tentativas bem e mal sucedidas e outras de forma derivada a partir dessas variáveis, como taxa de retorno ao objeto (obtida a partir do número de visitas) e desempenho do aluno/notas (obtida a partir das tentativas).

Após a adaptação, para que o OA pudesse ser utilizado pelos alunos, utilizamos o ambiente de hospedagem livre *infinityfree*<sup>2</sup> que possui configurações padrões de um

<sup>2</sup> [www.infinityfree.net](http://www.infinityfree.net)

servidor web, sem a necessidade de adaptar o ambiente para comportar o funcionamento do OA. A utilização do Quiforca adaptado foi, então, realizada por alunos de um curso da área de Computação, em atividades extra classe, sendo criados exercícios específicos com assuntos da área. A descrição das funcionalidades aplicadas para se obter os dados analíticos dos usuários será apresentada a partir de tópicos na sequência.

### 3.1. Informações dos usuários

De modo a levantar informações dos usuários que utilizarão o OA Quiforca, a primeira adaptação foi elaborar uma tela de login ao iniciar o OA, solicitando nome e matrícula. Com o preenchimento desse formulário, o sistema envia esses dados para a função *sendUserData()* que encaminha os dados para página em PHP (*indexScript.php*) que adiciona as informações do usuário em um arquivo XML que contém os dados de todos os usuários. A função identifica se o usuário já utilizou o OA antes e adiciona a esse usuário um acesso, caso contrário ele cria um novo usuário.

Nesse cenário, temos um arquivo XML que identifica os usuários unitariamente. A partir dessa identificação, são feitas relações com o Arquivo XML que contém dados do acesso do usuário no OA. Assim, é identificado o tempo de acesso, as tentativas, se concluídas com sucesso ou não.

### 3.2. Questões concluídas

Com o objetivo de registrar o aproveitamento dos alunos em exercícios, foram inseridas variáveis que contabilizam o número de tentativas e aproveitamento (certo ou errado) dos alunos no OA. Essa informação é salva no documento XML específico com acessos unitários dos usuários no OA. Esse documento é dividido em tentativas, nas quais cada tentativa pode possuir várias questões, sendo as questões formadas pela dica, pela resposta e pelo atributo dizendo se ela foi ou não concluída pelo aluno.

Toda vez que o aluno entra no OA, uma tentativa será criada no seu arquivo XML pessoal por meio da página PHP *trialsScript.php*. A cada questão nova que o aluno responde é chamada a página PHP *questionsScript.php*, responsável por inserir uma nova questão no arquivo XML do usuário. Cada questão possui um atributo para indicar sua conclusão, sendo que esse atributo sempre inicia com o valor “não”, e somente após o aluno acertar a questão é acionado um script PHP para realizar a alteração deste atributo para o valor “sim” (*setRightQuestion.php*). Assegura-se assim que as questões concluídas são somente aquelas que o usuário realmente acertou.

Com base nessas informações e nesse formato organizacional do documento o docente consegue obter um registro preciso sobre o desempenho de cada aluno no jogo. É possível, assim, analisar quais discentes possuem mais facilidade ou dificuldade em determinado tópico, tendo a chance de proporcionar um ensino com mais personalização para o aluno, visando melhorar os pontos de dificuldade individuais.

### 3.3. Cálculo de Tempo no Objeto

Em alguns OAs, considera-se importante ter o registro do tempo de permanência dos alunos nesse recurso. Sendo assim, foi introduzida a captura do tempo de acesso ao objeto por parte do usuário e, partindo dela, deduzida a média de tempo investido no objeto pelo total de alunos que realizaram algum acesso.

A captura do tempo de acesso começa quando o usuário realiza com sucesso o seu registro no OA, passando da tela de login adiante. Quando o usuário fechar a página que executa o jogo, será chamada página PHP *accessScript.php*, passando para ela como parâmetro a diferença entre as datas de início e fechamento da página. Desse modo cria-se o aceso do aluno já contendo o seu tempo de permanência no objeto. Utilizando dessa variável consegue-se deduzir o tempo médio de acesso do total de alunos que utilizaram o objeto, fornecendo uma visão de quanto tempo os alunos investiram, em média, no OA.

Mesclando as informações detalhadas das questões e as informações referentes a tempo, o docente consegue deduzir se os alunos estão com dificuldades (demorando para responder poucas questões), se estão com facilidade (pouco tempo para responder várias questões), se acessam e não jogam (algum tempo de uso e nenhuma questão iniciada), entre outras possibilidades que podem ser obtidas por meio de análise com técnicas de *BI e Data Mining*.

### 3.4. Médias de Tempos e acertos

De modo a sumarizar resultados das interações dos alunos no OA, foram inseridas técnicas que calculam o tempo médio total dos alunos no OA, média de tentativas por usuário e média de acertos por usuário.

Ao final de cada acesso é chamada a página PHP *analyticsScript.php*, responsável por realizar a dedução de todas as variáveis analíticas comentadas acima (relacionadas a médias). Para obter o tempo médio de permanência foi criado um método que recebe os tempos de todos os usuários como parâmetro e realiza a média aritmética deles. Nas outras duas variáveis analíticas foi aplicado um procedimento semelhante, coletando o total de tentativas e questões corretas no objeto e depois dividindo cada uma pelo total de acessos.

Por meio dessas variáveis é possível deduzir se um aluno passou muito mais tempo que o esperado para resolver poucas questões ou outras situações nas quais, ao comparar com a média esperada, houve alguma divergência não esperada. Importante de ressaltar que, por ser a média aritmética que está sendo aplicada, valores que destoam muito dos outros (*outliers*) podem distorcer essa métrica. Nesse cenário, ressalta-se a necessidade de uma análise mais profunda dos dados, que podem ser facilmente identificados por ferramentas *BI*.

## 4. Resultados

A utilização do OA adaptado Quiforca<sup>3</sup> como atividade extraclasse visou analisar sua aplicabilidade e viabilidade de uso dos dados analíticos gerados a partir das interações dos alunos.

O OA foi disponibilizado aos alunos, como tarefa de revisão de conteúdos trabalhados, contendo 23 questões. Ele foi utilizado por 40 alunos, gerando arquivos XML com todos os usuários e suas respectivas interações individuais, incluindo tentativas, acertos e erros.

A partir dos resultados da utilização do objeto, verificou-se que a média de tempo total dos alunos no OA foi de 21 minutos, tendo uma média de tentativas por

---

<sup>3</sup>Disponível em: <http://quiforcaihc.epizy.com/>

exercício de 1,6 (menos de duas tentativas por palavra). O número de acessos ao OA foi quase totalitário de um acesso, tendo dois alunos que acessaram duas vezes e dois alunos que acessaram três vezes. A média de acertos, considerando as 23 questões, foi de 6,4, considerando que a não conclusão de um exercício foi considerado como tentativa errada.

Ao se realizar uma análise de maneira aprofundada nos dados, verificou-se que 17 registros de acessos não acessaram nenhum exercício, tendo em alguns desses casos um período de tempo no OA superior a uma hora sem interação e outros que ficaram menos de um minuto no OA. Desse modo, se fez necessário uma etapa de filtragem dos dados, removendo esses usuários e seus respectivos acessos para se obter uma média harmônica desconsiderando esses *outliers*.

Assim, os resultados após essa filtragem apontaram 23 alunos, uma média de tempo no OA de pouco mais de 12 minutos, uma média de acessos de 2,5 e uma média de acertos de 10,2 (do total de 23). Nesse cenário, verificou-se que essa filtragem de dados resulta em dados analíticos mais realistas que apontam alguns direcionamentos para as próximas etapas de análise dos dados.

Uma delas está no foco de análise, que pode ser realizada a partir de um aluno, verificando, por exemplo, o aumento de sua performance na sua segunda ou terceira tentativa. Outra análise possível de ser feita a partir dos dados é a desistência dos alunos no meio do OA, ou seja, filtrar aqueles que fizeram alguns exercícios e fecharam o OA. Nesse caso, pode-se verificar se houve o retorno para completar todos os exercícios ou se não houve, podendo haver uma investigação mais aprofundada desses casos.

Ao se analisar as tentativas e padrões de respostas, pode-se inferir a partir da análise dos dados qual exercício, ou assunto específico abordado os alunos encontram uma maior dificuldade, podendo-se valer de recomendação de materiais extras para tratar determinada dificuldade.

## 5. Discussões

Com a captura de resultados das interações dos estudantes em OA, abre-se a possibilidade de unificar e integrar resultados de interações dos alunos em diferentes Ambientes de Aprendizagem, de modo a compreender o comportamento dos alunos de maneira mais ampla, podendo utilizar esse conhecimento para melhorar o processo de ensino e de aprendizagem.

Para isso ser possível, a produção de Objetos de Aprendizagem necessita se adaptar a essas novas técnicas para satisfazer as atuais necessidades de integração e interoperabilidade dos dados dos alunos. Considerando sua aplicabilidade e o alinhamento com os pilares conceituais dos OA, essa pesquisa busca introduzir, por meio de funcionalidades, um caminho para incorporar técnicas de LA em Objetos de Aprendizagem e discutir as perspectivas futuras desta área.

O processo de adaptação dos OA tem como um de seus princípios a intervenção mínima no Objeto de Aprendizagem a ser adequado, de modo que a introdução das novas funcionalidades não interfira no funcionamento do Objeto. Para isso, foram criados arquivos separados que possuem a “lógica de negócio” das técnicas de LA, bem como a capacidade de salvar esses dados em arquivos XML.

Nesse contexto, as funcionalidades atuam como sensores dentro do código fonte do OA original, disparando mensagens para páginas externas. A maior intervenção realizada no OA foi a necessidade de incluir uma página de login, de modo a facilitar a identificação dos alunos. Contudo, se o OA estiver introduzido em um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA), por exemplo, pode-se extrair seu login para preenchimento automático dessa identificação, não sendo necessário uma página de login. Se a opção fosse pelo anonimato dos alunos, estes então seriam sendo categorizados por suas IDs de sessão (geradas automaticamente pelo protocolo HTTP), dispensando o login.

Uma característica importante para possibilitar o reuso de OA é a facilidade de alterar contextos e conteúdos originais para serem reutilizados. Essa característica se estende aos dados gerados pelos Objetos de Aprendizagem. Sendo assim, essa pesquisa buscou facilitar, tanto o reuso dos OA com essas técnicas quanto os dados analíticos gerados pelo OA.

A facilidade de reuso do OA com as funcionalidades foi possível devido ao encapsulamento das funcionalidades, dispensando a utilização de configurações de ambientes ou até mesmo configurações de banco de dados. Assim, a simples extração dos arquivos do Objeto em um servidor web já possibilita a utilização do OA.

Já a facilidade de reuso dos dados analíticos diz respeito a interoperabilidade dos dados que estão disponíveis em arquivos XML, salvos junto ao servidor web. Nesse contexto a busca e integração dos dados é facilitada e pode ser incorporada, futuramente, por *web services*, que encaminham esses dados pela internet por meio de protocolos de comunicação.

## 6. Conclusões

Este trabalho apresentou um processo para adaptação de OAs contemplando técnicas de *Learning Analytics*. Nesse processo, foram considerados aspectos de reuso e interoperabilidade dos Objetos de Aprendizagem, de modo a facilitar a introdução dessas técnicas em OAs já existentes e possibilitar a integração dos dados analíticos a outros sistemas e banco de dados.

De modo a demonstrar a aplicação desse processo, realizamos a adaptação de um OA do tipo REA e o aplicamos como atividade extraclasse em um curso de graduação da área de Computação. Os resultados apontam a viabilidade da geração dos dados analíticos de OA após o processo de adaptação realizado. Os resultados de uso do OA precisaram de um tratamento para omitir acessos que não realizaram nenhum exercício. Após essa etapa, verificou-se a geração de dados é rica e permite tanto obter um panorama geral dos acessos quanto focar no comportamento individual de um aluno, possibilitando a verificação, por exemplo, da evolução na performance no OA.

Como próximos passos desta pesquisa, pretende-se ampliar a aplicação de *Learning Analytics* em outros tipos de recursos educacionais por meio de funcionalidades inerentes a esses recursos, como vídeos, animações, entre outros, que por sua natureza exigem outras variáveis para expressar o comportamento do aluno. Outro passo planejado é a realização de integração dos dados analíticos em uma base de dados, que poderá ser integrada com acessos oriundos de outros OAs e sistemas como Ambientes Virtuais de Aprendizagem, sistemas de recomendação, entre outros. E, além destes passos, pretende-se, também, realizar um estudo com professores, a fim de

verificar a utilidade dos dados analíticos gerados, considerando o processo de ensino e de aprendizagem como um todo.

### **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. 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.
- Carneiro, M.L.F.; Silveira, M.S. (2014) “Objetos de Aprendizagem como elementos facilitadores na Educação a Distância”. In *Educar em Revista*, n. 4, pp. 235-260.
- Johnson, L.; Smith, R.; Willis, H.; Levine, A.; Haywood, K. (2011). The NMC Horizon Report: 2011 Higher Education Edition. New Media Consortium.
- Gomes, W.; Castro, P.; Cardoso, E.; Malheiro, M.; Castaneda, R.; Guedes, G. P.; Mauro, R.; Ogasawara, E. (2015). "Provendo um Serviço Web para Interação e Coleta de Dados de Aplicativos Educacionais". In: Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, Vol. 26(1), pp. 957-966.
- 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(1) pp. 1303-1312.
- Guterres, J.P.D.; Silveira, M.S.; Parraga, O. (2019). “Potencializando Objetos de Aprendizagem com o uso de Learning Analytics”. In: *Computer on the Beach*, vol. 10, pp. 386-395.
- 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.
- 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.
- Zapparolli, L.; Stiubiener, I.; Braga, J.; Pimentel, E. (2017) "Aplicando Técnicas de Business Intelligence e Learning Analytics em Ambientes Virtuais de Aprendizagem". In: Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, Vol. 28(1), pp. 536-545.