

Estabelecimento de requisitos para a definição de modelos de simulação para o desenvolvimento de objetos de aprendizagem

Wagner Aparecido Monteverde¹, Marco Aurélio Graciotto Silva^{1,2}

¹Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)
Programa de Pós-Graduação em Informática – Cornélio Procópio – PR – Brasil

²Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)
Departamento Acadêmico de Computação – Campo Mourão – PR – Brasil

wagnermonteverde@alunos.utfpr.edu.br, magsilva@utfpr.edu.br

Resumo. *O desenvolvimento de objetos de aprendizagem é um processo complexo. Em essência, ele se assemelha a processos de desenvolvimento de software, com um conjunto de fases, tais como análise de requisitos, design, desenvolvimento, garantia de qualidade e implantação. O objetivo deste artigo é estabelecer subsídios para criação de modelos de simulação para processos de desenvolvimento de objetos de aprendizagem. Os principais resultados foram a definição dos requisitos e a definição inicial de uma abordagem para a construção de modelos de simulação para processos de desenvolvimento de objetos de aprendizagem.*

Abstract. *The development of learning objects is a complex process. In essence, it resembles software development processes, with a set of phases such as requirements analysis, design, development, quality assurance, and deployment. The purpose of this article is to establish subsidies for creating simulation models for learning object development process. The main results were the definition of requirements and the initial definition of an approach for the construction of simulation models for learning object development processes.*

1. Introdução

Objetos de aprendizagem (OA) são entidades digitais que podem ser utilizadas para o ensino [IEEE 2002]. O processo de criação de OA pode ser tratado de forma similar à engenharia de software. Nesta linha, são investigados processos e métodos para o desenvolvimento de OA a partir de conceitos estabelecidos do domínio de software, considerando os requisitos específicos de OA [Amaral et al. 2006, Barbosa e Maldonado 2006, Souza et al. 2011, Graciotto Silva et al. 2011, Arimoto et al. 2016].

Neste artigo, abordamos processos para desenvolvimento de OA como um tipo de processo de desenvolvimento de software. No que se diz respeito a processo, este pode ser definido como um conjunto de atividades, políticas, estruturas organizacionais, tecnologias, procedimentos e artefatos necessários para projetar, desenvolver, dispor e ainda manter um produto de software [Fuggetta 2000] e, em nosso caso, de OAs.

Logo, um processo de software e, por analogia, processo de desenvolvimento de OA, que atende às necessidades de desenvolvimento de maneira eficaz, deve considerar as relações entre as atividades envolvidas, os artefatos produzidos, as ferramentas

utilizadas, os procedimentos necessários, além da habilidade, treinamento e motivação das pessoas envolvidas no processo [Falbo et al. 1998]. Paralelamente, questões referentes ao domínio educacional precisam ser consideradas, tais como atividades referentes à definição de requisitos educacionais, projeto instrucional, implantação e avaliação [Barbosa e Maldonado 2011], e atores como projetistas instrucionais, programadores, tutores e professores [DewesGuterres et al. 2016]. Diante da complexidade desses processos, o estabelecimento de novos processos e a avaliação e utilização de métodos de desenvolvimento de OA inseridos nesses processos constitui uma tarefa desafiadora.

Modelos de simulação de processos são uma opção para compreender o desenvolvimento de OA, possibilitando a identificação das variáveis, papéis envolvidos e a análise dos efeitos em sua alteração e a detecção de problemas na dinâmica do processo [Kellner et al. 1999]. Assim, a simulação de processos de software e por analogia de processos de desenvolvimento de OA estabelecem elementos que permitem abstrair características e o comportamento do processo.

A criação de modelos de simulação de processos de software e sua execução possibilita o estudo de processos complexos, permitindo a detecção de problemas e sua correção antes mesmo de sua implantação em cenários reais. Verifica-se assim o que se pode esperar durante a execução do processo em questão através da identificação de entradas, recursos necessários para sua implementação [Zhang et al. 2014]. Poupam-se recursos ao simular o cenário de mudança, ou mesmo um cenário de futura implantação de um processo, o que é um ponto positivo da simulação de processos de software e da condução de um estudo baseado em simulação, pois o mesmo pode reduzir riscos, tempo e custos em modificações em processos ou na implementação deles [França e Travassos 2011, França e Travassos 2014].

Considerando os resultados referentes ao desenvolvimento de modelos de simulação para engenharia de software, o objetivo deste artigo é estabelecer subsídios para criação de modelos de simulação para processos de desenvolvimento de objetos de aprendizagem. Considerando abordagens existentes sobre criação de modelos de simulação, são definidos requisitos típicos quanto ao desenvolvimento de OA e especificada uma abordagem para criação de modelos de simulação considerando tais requisitos.

O restante deste artigo está organizado da seguinte maneira. A Seção 2 apresenta os trabalhos relacionados. A Seção 3 descreve a abordagem proposta para construção de modelos de simulação para processos de desenvolvimento de OAs. A Seção 4 apresenta os requisitos para definição de objetivos e métricas para simulação. Na Seção 5 é apresentada a execução dos primeiros passos da abordagem proposta, considerando os requisitos definidos. Por fim, na Seção 6 são apresentadas as conclusões deste trabalho.

2. Trabalhos Relacionados

Considerando a semelhança entre os processos desenvolvimento de OA e de software e a carência de trabalhos específicos sobre a criação de modelos de simulação para processos de desenvolvimento de OA, foram investigados métodos para a criação de modelos de simulação de processos de desenvolvimento de software e processos de desenvolvimento de OA. A partir desses métodos e das características específicas quanto à OA, são definidos, na seções subsequentes, os requisitos e a abordagem de simulação deste trabalho.

2.1. Simulação de processos

A metodologia IMMoS estabelece objetivos para a criação, definição e execução de modelos de simulação usando sistemas dinâmicos [Pfahl e Ruhe 2002]. Estes objetivos consistem em: (1) orientação do processo: melhorias no processo existente para o desenvolvimento de modelos de simulação; (2) definição de objetivo: apoio à definição de objetivos de simulação; (3) integração de modelos: melhorias no poder descritivo e exploratório de conceitos básicos de engenharia de software, apoio à aprendizagem através da simulação; (4) integração de métodos: combinação de estratégias de modelagem estática e dinâmica com modelagem quantitativa baseada em medidas de GQM [Pfahl 2001]. Cada um dos objetivos definidos pelo IMMoS é representado por um componente definido no método.

Ao todo, a metodologia estabelece 4 componentes referentes a cada um dos objetivos propostos [Pfahl e Ruhe 2002]. O primeiro componente faz referência ao objetivo de orientação de processo que prove um modelo de ciclo de vida para modelos de simulação de sistemas dinâmicos. O segundo componente da metodologia IMMoS faz referência a definição de objetivo, que fornece suporte para definição de metas para modelos de simulação dinâmica por meio de uma taxonomia de definição baseada em GQM. O terceiro componente da metodologia IMMoS faz referência ao objetivo de integração de modelos, que fornece suporte à integração de modelos de simulação dinâmicos com modelos estáticos. Por fim, o quarto componente da metodologia IMMoS faz referência ao objetivo de integração de métodos, que fornece suporte ao desenvolvimento de modelos de simulação dinâmica com GQM e modelos de processos.

O método apresentado por [Rus et al. 2003] enfoca o desenvolvimento de modelos de simulação discretos para engenharia de software. Esta metodologia considera que os modelos de simulação são semelhantes aos do desenvolvimento de software, consistindo em três fases principais: desenvolvimento, implantação e operação, incluindo manutenção e evolução. Atividades ao longo do ciclo de vida podem ser divididas em duas categorias: engenharia e atividades de gestão. As atividades de engenharia envolvem a identificação de requisitos para o modelo usando GQM, a análise da especificação do processo de destino e a implementação do modelo e sua validação. As atividades de gestão envolvem o gerenciamento de riscos, planejamento e monitoramento do modelo e das métricas utilizadas no modelo de simulação e seu processo de criação.

Ambas as técnicas empregam GQM para a definição de metas e métricas de simulação. Os pressupostos relativos ao ciclo de vida para o desenvolvimento modelos de simulação também são semelhantes. De fato, a principal diferença é o tipo de simulação considerado: sistemas dinâmicos para o primeiro e eventos discretos para o segundo. Em geral, simulações de sistemas dinâmicos são empregadas para cenários complexos onde há necessidade de analisar uma sequência de comportamentos e mudanças no cenário. As simulações de eventos discretos permitem a representação de uma sequência de eventos para um dado instante, permitindo a análise do problema de um ponto de vista específico.

2.2. Processos de desenvolvimento de objetos de aprendizagem

Buscando subsidiar o desenvolvimento de modelos de simulação, foram considerados os processos de desenvolvimento de OAs a seguir.

O ISDMELO [Baruque e Melo 2004] é uma método para criação de OA de aprendizagem baseado no processo instrucional ADDIE. Ele tem por objetivo orientar a monta-

gem de objetos de aprendizagem de forma manual por um designer instrucional. Ele está organizado em 5 fases: análise, design, desenvolvimento, implementação e avaliação, sendo que cada fase estabelece procedimentos a serem cumpridos.

O Sophia é um processo para criação de OA e define fases, artefatos e pessoas responsáveis pelo desenvolvimento de objetos de aprendizagem [Pessoa e Benitti 2008]. Ele possui três fases executadas de forma interativa: projeto, desenvolvimento e distribuição. A fase de projeto tem por objetivo a definição detalhada da estrutura do objeto de aprendizagem, definindo mídias e conteúdo. A segunda fase, desenvolvimento, tem como objetivo produzir o objeto de aprendizagem de acordo com o definido na fase de projeto. A última fase do processo Sophia é a distribuição dos objetos de aprendizagem gerados.

O LODP é um processo definido a partir do processo padrão SPOD, adequado para construção de objetos de aprendizagem de forma aberta [Graciotto Silva 2012]. Os processos definidos no LODP são organizados em 4 grupos distintos: processos de estabelecimento da comunidade, processos de habilitação e manutenção da comunidade, processos de projeto e processos técnicos. O LODP também descreve o ciclo de vida de desenvolvimento de objetos de aprendizagem que se configura em fases semelhantes a de um software: concepção, análise, desenvolvimento e implantação. Durante cada fase, todos os processos técnicos são executados. Esta execução dá-se iterativamente, por meio da coordenação do processo de projeto e a execução dos processos técnicos, fazendo uso constante dos processos de apoio à comunidade de desenvolvimento. Além do ciclo de vida dos objetos de aprendizagem, existe o ciclo de vida da comunidade. Desta forma, cada iteração de projeto efetua alguma contribuição para o estabelecimento da infraestrutura e compartilhamento de conhecimento dentro da mesma [Graciotto Silva 2012].

O AM-OER é um método ágil para desenvolvimento de recursos educacionais abertos (REA) [Arimoto et al. 2016]. Ele possui características dos processos ágeis e de projeto de aprendizagem (LD). Desta forma, o AM-OER implementa um conjunto de características e práticas ágeis, derivadas da engenharia de software, as quais são combinadas com práticas de LD, orientando o desenvolvimento de REAs. O método ainda contempla uma série de fases que apoiam o ciclo de vida de desenvolvimento ágil de REAs, apresentando características iterativas e incrementais.

3. Abordagem Monteverde

A abordagem proposta para criação de modelos de simulação para processos de desenvolvimento de OA baseia-se em elementos das metodologias analisadas na Seção 2. Em primeiro momento estamos considerando apenas requisitos específicos para o desenvolvimento de OA e a utilização de simulação baseada em eventos discretos.

A ideia geral da abordagem proposta pode ser vista na Figura 1. Para as etapas 1 e 2 da abordagem, foram utilizadas como base a fase de pré-análise do método IMMoS [Pfahl e Ruhe 2002], aplicando mudanças para o contexto de processos de desenvolvimento de OA. Assim, a primeira etapa da abordagem (1) consiste na análise detalhada do processo para qual o modelo de simulação será criado. Nesta etapa busca-se conhecer em detalhes o processo alvo, seus subprocessos, atividades e seu ciclo de vida para o desenvolvimento de OA. Com base nas informações obtidas na primeira etapa, a segunda etapa (2) busca identificar os recursos necessários para execução do processo, tais como entradas e saídas, e competências humanas necessárias para sua execução.

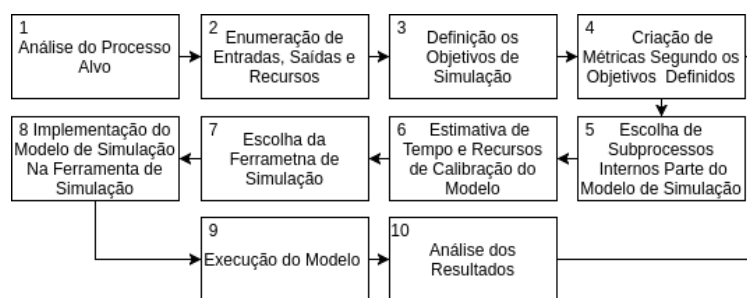


Figura 1. Visão geral da abordagem Monte Verde.

Após a enumeração de entradas, saídas e recursos, são estabelecidos os objetivos para a criação do modelo de simulação. Os passos 3 e 4 da abordagem foram definidos baseados na aplicação da técnica GQM [Basili et al. 1994] para o estabelecimento de objetivos e métricas para a simulação. Desta forma, a terceira etapa da abordagem proposta compreende na definição dos objetivos da simulação: o que se quer detectar, melhorar ou analisar com os resultados fornecidos pelo modelo de simulação. Depois de definir os objetivos, deve-se estabelecer as métricas que caracterizam adequadamente esses objetivos: este é o passo 4 da abordagem proposta. Também correspondem às etapas 3 e 4 os requisitos para a definição de modelos de simulação apresentados na Seção 4.

Até o momento, o modelo de processo por completo estava sendo considerado para se criar o modelo de simulação. No entanto, considerando os objetivos e métricas definidos, pode-se considerar apenas um subconjunto do modelo de processo ou até mesmo modificá-lo, simplificando partes que não são significativas para a meta de simulação. O passo 5 é o momento em que tais modificações são realizadas.

Os modelos de simulação normalmente requerem dados de calibração. No caso desta abordagem, os dados estão relacionados às métricas definidas na etapa 4 e ao modelo de processo modificado e considerado para a simulação (etapa 5). Na etapa 6, são coletadas informações sobre medições de processos reais (por exemplo, tempo e recursos utilizados) e que serão usadas para alimentar preliminarmente o modelo de simulação para fins de calibração. Além disso, antes de definir o modelo de simulação, é preciso escolher uma ferramenta de simulação adequada (etapa 7), considerando os objetivos de simulação e recursos disponíveis para criação do modelo. A etapa 8 consiste na implementação do modelo de simulação na ferramenta de simulação (etapa 7), considerando o processo modificado (etapa 5) e os dados para calibração do modelo (etapa 6).

A partir do resultado da etapa 8, o modelo de simulação pode ser executado (etapa 9). Finalmente, utilizando os dados coletados durante a execução do modelo, pode-se realizar a análise dos resultados da simulação (etapa 10) com relação as metas e objetivos estabelecidos para a simulação (etapa 4). Caso os resultados da simulação não sejam satisfatórios, considerando que o modelo foi construído corretamente, deve-se revisar as métricas escolhidas (etapa 4) e efetuar a mudança do atual modelo de simulação.

4. Requisitos para a definição de objetivos e métricas para simulação

Dada a necessidade de se definir objetivos para a simulação e, ao longo destes, métricas para orientar e verificar quando os objetivos serão alcançados, para o passo 3 da abordagem proposta foi utilizado o GQM. Esta solução é semelhante aos métodos analisados na

Seção 2, que utilizam GQM para definição de objetivos e métricas. No contexto deste estudo, o uso de GQM irá orientar a definição de objetivos e métricas para criação de um modelo de simulação que será construído para processos de desenvolvimento de OA.

Para cada objetivo, exige-se a definição do objeto, propósito, foco, perspectiva, e contexto [Basili et al. 1994]. O objeto é o que se está estudando, limitando assim o escopo da simulação. A definição de escopo restringe os processos, atividades e recursos que devem ser considerados para as demais atividades referentes à construção do modelo de simulação. O propósito do modelos de simulação representa a intenção do objetivo. Por exemplo, a caracterização ou melhoria do processo. O foco define o recurso de qualidade que deve ser abordado: esforço, confiabilidade, manutenção, e assim por diante. A perspectiva define o ponto de vista a partir do qual os dados serão observados: desenvolvedor, gerente, etc. Finalmente, o contexto define o ambiente relacionado à caracterização do objeto, que apoia o escopo e a avaliação da simulação.

Porém, o GQM realizado pelas abordagens verificadas na Seção 2 são focados em processos de desenvolvimento de software. Assim, existe a necessidade da utilização de pontos específicos de processos de desenvolvimento de OA para orientar a definição de objetivos e métricas. Para obtenção desses pontos, que serão guia base para realização do GQM em nossa abordagem, foram observados as próprias características inerentes ao GQM e ainda pontos que foram obtidos através da análise de processos de desenvolvimento de OA investigados no presente estudo.

Para cada processo verificado, foram então observados pontos que poderiam ser utilizados em cada elemento observado no GQM. Como exemplo, foram verificadas características do processo investigado que poderiam orientar o elemento *objeto*. Neste caso o próprio processo poderia ser objeto de investigação. Nessa linha, para o elemento *foco* seria a possibilidade de se verificar o custo para se produzir um objeto de aprendizagem utilizando o processo investigado, orientando assim a tomada de decisões. Desta forma, analisar os processos-alvo permite uma melhoria no estabelecimento de subsídios para execução do GQM, possibilitando estabelecer assim um guia observando as especificidades deste tipo de processo quanto ao suporte a definição de objetivos e métricas que deverão auxiliar no processo de construção do modelo de simulação.

Os pontos contidos na Tabela 1 foram resultado da análise de processos de desenvolvimento de OA, bem como modelos padrão dos quais estes foram derivados [Baruque e Melo 2004, Monteiro et al. 2006, Padrón et al. 2008, Pessoa e Benitti 2008, Arimoto et al. 2016]. Assim, estes podem ser referência para o início da definição dos objetivos de simulação. As células das tabelas em cor cinza mostram um possível caminho para auxiliar na elaboração do GQM e as questões que deverão ser respondidas com as métricas correspondentes. Como um exemplo da utilização desses pontos, considere o problema de estimar o esforço necessário para desenvolver um OA em uma universidade. O objeto que será analisado é o *processo*, no qual procura-se *prever* o *esforço* necessário sob a perspectiva de um *professor* no contexto de um *projeto de desenvolvimento de OA*.

Uma vez estabelecida o objetivo, deve-se iniciar a formulação das questões. Observando o exemplo anterior, pode-se verificar que o ponto citado no contexto, o projeto de um OA, pode influenciar no ponto de esforço que será o foco das questões. Assim uma

Tabela 1. Pontos guia para a aplicação de GQM para a definição de modelos de simulação de desenvolvimento de OA.

Objeto	Propósito	Foco	Perspectiva	Contexto
Processo	Caracterizar	Eficácia	Aprendizes	Projeto instrucional
OA	Avaliar	Custo	Professores	MOOC
Métrica	Predizer	Manutenibilidade	Projetista instrucional	Universidade
Teoria	Monitorar	Esforço	Engenheiro de requisitos	Curso
Técnica	Controlar	Qualidade	Analista/Projetista	Projeto de OA
	Modificar	Complexidade	Programador/Testador	
			Gerente de projetos	

primeira questão para o caso será como o tamanho do projeto do projeto pode influenciar no seu desenvolvimento. Um OA grande e complexo tem nível de esforço maior do que um pequeno e simples. Outra questão seria como podemos medir o tamanho do OA que irá ser criado no contexto do projeto. Portanto, para predizer o esforço teremos que ter uma medida que possa refletir ou quantificar o tamanho do objeto de aprendizagem.

Diversas questões podem ser geradas para criação de métricas, cujas respostas porém dependem do processo sob simulação e técnicas específicas por ele preconizadas. Por exemplo, um determinado processo pode requerer a construção de modelos específicos e a relação entre esses modelos. Assim, a quantidade de elementos presentes no modelo pode então ser uma medida que irá influenciar o esforço necessário para construir o OA. Além disso, vários fatores podem ser levados em consideração, como o nível de reutilização de OAs (ou elementos desses) existentes e o nível de conhecimento da equipe. Tais fatores influenciam no nível de esforço e deverão ser observados para a criação das métricas e devem ser parte dos requisitos para construção do modelo de simulação.

5. Execução dos primeiros passos da abordagem Monteverde

Considerando a abordagem preliminar descrita na Seção 3 e os elementos definidos na Seção 4, foi iniciada a definição de um modelo de simulação, verificando os primeiros passos da abordagem proposta. Logo, os passos 1, 2, 3 e 4 foram executados, utilizando como alvo o processo LODP, apresentado na Seção 2, em uma simulação para tratar o problema de estimar o esforço necessário para desenvolver um OA em uma universidade.

Como o LODP não foi descrito utilizando uma linguagem de modelagem de processos, ele foi analisado de forma detalhada, verificando seus subprocessos, seu ciclo de vida e a identificação das entradas, saídas e recursos necessários para sua execução. Tais informações foram especificadas em um modelo EPF, fornecendo um modelo bem formado como base para definição do modelo de simulação. Esta etapa de análise inicial é parte da fase de pré estudo da metodologia IMMoS e, em nossa abordagem, é recomendada para a criação do modelo de simulação. O modelo EPF, contendo a especificação do processo, está disponível em repositório público¹.

Após o entendimento do processo alvo e seus recursos, procedeu-se ao passo 3 da abordagem, definindo-se os objetivos do modelo de simulação. Conforme apresentado anteriormente, esta definição é crítica para o sucesso do modelo. Com o auxílio dos

¹<https://github.com/wagnermonteverde/spem-epf-lodp>

requisitos relacionados à definição de objetivos em modelos de simulação definidos na seção anterior, a tarefa torna-se mais simples, dado que eles apresentam pontos comuns no contexto de processos de desenvolvimento de OAs. Observando os pontos sugeridos, definiu-se que o objetivo da simulação tem como objeto de estudo o próprio processo de desenvolvimento de OAs, com o propósito de predizer com foco no custos envolvidos para se executar o processo sob o ponto de vista (perspectiva) do professor interessado em implantar o processo no contexto de uma universidade.

Definido o objetivo de simulação, deu-se início à definição das questões das quais serão derivadas as métricas que guiarão a construção do modelo de simulação, conforme estabelecido no passo 4 da abordagem. Considerando o foco no custo, foi verificado que ele está relacionado ao tamanho do objeto de aprendizagem que será gerado, dado que, geralmente, um objeto de aprendizagem grande e complexo demandaria mais recursos e mais tempo de execução do que um objeto de aprendizagem menor e menos complexo. Desta forma, a primeira questão está relacionada ao tamanho do objeto de aprendizagem: **Q1** - qual o tamanho do objeto de aprendizagem? Outro ponto que deve ser levado em consideração, além do tamanho do objeto, é sua complexidade. Sendo assim, a segunda questão está relacionada diretamente à complexidade do objeto de aprendizagem que será gerado no processo: **Q2** - qual a complexidade do objeto de aprendizagem gerado?

Para responder tais questões, analisou-se o processo-alvo, em que é descrita a criação do modelo conceitual. Neste modelo são especificados conceitos e proposições, representando-se os requisitos educacionais do objeto de aprendizagem. Logo, uma medida relacionada à Q1 pode ser definida quanto à quantidade de conceitos e proposições. Também é possível estabelecer medidas semelhantes quanto aos demais modelos ou estabelecer uma relação entre a quantidade de elementos de um modelo e a quantidade dos modelos derivados a partir desse, o que pode ser tratado no modelo de simulação. Em relação à segunda questão, relacionada à complexidade do OA, é possível considerar a quantidade de proposições e o grau delas como uma forma de medir a complexidade, dado que esses elementos estão relacionados à organização do modelo instrucional.

Portanto, com as duas questões definidas a partir do objetivo de simulação e observando as características do processo alvo foi possível a formulação de duas medidas que irão ajudar na definição dos requisitos do modelo de simulação para o processo-alvo. Outras questões podem ser formuladas e, principalmente, outras medidas podem ser escolhidas para auxiliar na resolução das questões e avaliação do objetivo traçado. De fato, a satisfação do objetivo depende do processo em questão e dos objetivos de simulação e quanto maior a cobertura das medidas quanto às questões e ao processo em investigação, melhor será a fidelidade do modelo. No entanto, isso poderia levar a modelos de simulação demasiadamente complexos. Desta forma, o passo 5 da abordagem proposta tem como objetivo principal restringir os elementos do processo que serão alvo de simulação considerando o objetivo, definido no passo 3, e as medidas, estabelecidas no passo 4. Assim, pode-se continuar a definição do modelo de simulação, execução e análise com redução de esforço e sem desviar da qualidade desejada da simulação.

6. Conclusão

Neste artigo foram apresentados aspectos relativos ao levantamento de requisitos para a criação de modelos de simulação para processos de desenvolvimento de OAs. Tais

processos possuem diversas particularidades que podem interferir na sua criação. Assim, elencar tais requisitos de criação é primordial para o sucesso do modelo.

Tendo como base métodos de construção para modelos de simulação para engenharia de software e processos para desenvolvimento de objetos de aprendizagem, foi criada uma abordagem preliminar para criação de simulações para processos de desenvolvimento de OA. Quanto a esta abordagem, definiram-se requisitos para o estabelecimento de objetivos e métricas para a criação dos modelos de simulação.

Os passos iniciais da abordagem, considerando o processo de desenvolvimento LODP, foram utilizados para a definição dos objetivos e métricas de um modelo de simulação. Esta aplicação evidencia a importância desses elementos e como a abordagem auxilia na definição deles. Em suma, a abordagem permite guiar o responsável pela criação do modelo de forma que esse possa definir os requisitos específicos de seu modelo de simulação e, posteriormente, completar a criação deste modelo.

Como próximos passos, serão verificados outros fatores que podem influenciar a criação do modelo de simulação, o estabelecimento de subsídios quanto aos passos restantes da abordagem e proceder à execução e avaliação da abordagem Monteverde completa.

Referências

- Amaral, L. L., Gomes, T. A., Souza, M. F. C., Castro Filho, J. A., Pequeno, M. C. (2006). Um aprimoramento do modelo de processo de criação de objetos de aprendizagem do projeto RIVED. In *XII Workshop de Informática na Escola*, p. 373–376, Campo Grande, MS.
- Arimoto, M., Barroca, L., Barbosa, E. F. (2016). Developing open educational resources through learning design and agile practices. In *XXVII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, p. 240–249, Uberlândia, MG. SBC.
- Barbosa, E. F. Maldonado, J. C. (2006). Towards the establishment of a standard process for developing educational modules. In *36th Annual Frontiers in Education Conference*, p. 5–10, San Diego, CA, EUA.
- Barbosa, E. F. Maldonado, J. C. (2011). IMA-CID: an integrated modeling approach for developing educational modules. *Journal of the Brazilian Computer Society*, 17(4):207–239.
- Baruque, L. B. Melo, R. N. (2004). Learning theory and instructional design using learning objects. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 13(4):343–370.
- Basili, V. R., Caldiera, G., Rombach, H. D. (1994). The goal question metric approach. In *Encyclopedia of Software Engineering*, p. 10. Wiley.
- DewesGuterres, J. P. P., Moraes, M. C., Kampff, A. J. C., Silveira, M. S. (2016). An analysis of different roles involved in learning objects production. In *2016 XI Latin American Conference on Learning Objects and Technology*, p. 1–9, Costa Rica.
- Falbo, R., Menezes, C. S., Rocha, A. R. (1998). Integração de conhecimento sobre processos de software em um ambiente de desenvolvimento. In *IX Conferência Internacional de Tecnologia de Software*, p. 1–12, Curitiba, PR.

- França, B. B. N. Travassos, G. H. (2011). quasi-systematic review – simulation studies in software engineering. Relatório técnico, COPPE-UFRJ, Rio de Janeiro, RJ.
- França, B. B. N. Travassos, G. H. (2014). Simulation based studies in software engineering: A matter of validity. In *XL Latin American Computing Conference*, p. 308–321, Montevideo, Uruguai.
- Fuggetta, A. (2000). Software process: A roadmap. In *22nd International Conference on Software Engineering*, p. 25–34, Limerick, Irlanda.
- Graciotto Silva, M. A. (2012). *LOD: uma abordagem para desenvolvimento de objetos de aprendizagem multimídia e interativos*. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP.
- Graciotto Silva, M. A., Barbosa, E. F., Maldonado, J. C. (2011). Model-driven development of learning objects. In *41st ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference*, p. F4E-1–F4E-6, Rapid City, SD, EUA.
- IEEE (2002). IEEE standard for learning object metadata (IEEE 1484.12.1).
- Kellner, M. I., Madachy, R. J., Raffo, D. M. (1999). Software process simulation modeling: Why? what? how? *Journal of Systems and Software*, 46(2–3):91–105.
- Monteiro, B. d. S., Cruz, H. P., Andrade, M., Gouveia, T., Tavares, R., dos Anjos, L. F. C. (2006). Metodologia de desenvolvimento de objetos de aprendizagem com foco na aprendizagem significativa. p. 388–397.
- Padrón, C. L., Zarraonandia, T., Diaz, P., Aedo, I. (2008). The evaluation within the development and deployment of IMS LD-based didactic materials: The MD2+ runtime adaptation approach. In *8th International Conference on Advanced Learning Technologies*, p. 1053–1054. IEEE.
- Pessoa, M. d. C. Benitti, F. B. V. (2008). Proposta de um processo para produção de objetos de aprendizagem. *Hifen*, 32(62):172–180.
- Pfahl, D. (2001). *An integrated approach to simulation-based learning in support of strategic and project management in software organisations*. Tese de doutorado, Fraunhofer IESE, Kaiserslautern, Alemanha.
- Pfahl, D. Ruhe, G. (2002). IMMOS: a methodology for integrated measurement, modeling and simulation. *Software Process Improvement and Practice*, 7(3–4):189–210.
- Rus, I., Neu, H., Münch., J. (2003). A systematic methodology for developing discrete event simulation models of software development processes. In *4th International Workshop on Software Process Simulation and Modeling (ProSim 2003)*, p. 1–7, Portland, OR, EUA.
- Souza, M. F. C., de Castro Filho, J. A., Andrade, R. M. C. (2011). ExpertDSL: um perfil UML para o suporte à definição de escopo pedagógico em um processo de desenvolvimento de objetos de aprendizagem orientados a modelo. In *XXII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, SBIE, p. 1–4, Aracaju, SE. SBC.
- Zhang, H., Raffo, D., Birkhölzter, T., Houston, D., Madachy, R., Münch, J., Sutton, S. M. (2014). Software process simulation – at a crossroads? *Journal of Software: Evolution and Process*, 26(10):923–928.