

Proposta de Metodologia para Avaliação da Aprendizagem de Alunos em Jogos Sérios

Aluno: Rháleff Oliveira, **Orientadora:** Denise Goya, **Co-orientadora:** Rafaela Rocha

Pós-Graduação em Ciência da Computação - UFABC - Santo André - SP - Brasil

{rhaleff.nascimento,denise.goya,rafela.rocha}@ufabc.edu.br

Tempo de trabalho: Doutorado - 22 meses

Prazo para Conclusão: 26 meses

***Resumo.** A avaliação do desempenho, no contexto de jogos sérios, é uma área com oportunidades de pesquisa e desenvolvimento. Este trabalho apresenta uma proposta de construção e avaliação de uma metodologia para auxiliar a concepção, execução e análise da avaliação do desempenho do aluno e fornecer uma maneira sistemática de avaliar a eficácia de jogos sérios, integrado ao ciclo de produção de um jogo. Trata-se de uma pesquisa em andamento, de natureza aplicada, com resultados iniciais que incluem um estudo piloto e uma versão inicial da metodologia. Espera-se colaborar com a área de Informática na Educação ao sistematizar a construção de jogos de modo a fornecer evidências confiáveis dos resultados da aprendizagem.*

1. Contextualização e Trabalhos Relacionados

A avaliação em Jogos Sérios (JSs) (jogos com um propósito além de entretenimento) pode ter objetivos distintos, como (i) avaliar a qualidade do jogo em si, como jogabilidade, usabilidade, divertimento, imersão e outras características e (ii) avaliar o desempenho humano, no auxílio à aprendizagem e desenvolvimento de competências (Ghergulescu e Muntean, 2012). Neste contexto, a literatura aponta que a maioria das avaliações realizadas se concentram no primeiro objetivo (Emmerich e Bockholt, 2016; Oliveira *et al.* 2021), de avaliação da reação sobre a qualidade do jogo, ao passo que a avaliação da aprendizagem é negligenciada e muitas vezes não planejada/realizada ou apresenta lacunas, limitações e desafios a serem superados, conforme apontam Oliveira *et al.* (2020). Essas lacunas e limitações ocorrem devido a vários fatores, como o modo *ad-hoc* e informal que as avaliações são realizadas, pela falta de tempo e de envolvimento de especialistas diversos e pelo foco apenas na transmissão do conteúdo e não na avaliação em si (Petri *et al.*, 2019; Oliveira e Rocha, 2021).

Tal problemática é evidenciada pela carência de metodologias e outras abordagens confiáveis para medir a aprendizagem de alunos por meio de JSs: “O que eles sabem depois de jogar? Aprenderam com o jogo? Estão usando o que aprenderam no dia-a-dia?” (Santos, 2018; Rocha, 2014). Além disso, técnicas de avaliações externas são mais comumente usadas, como questionários de satisfação pré e pós-testes, enquanto as técnicas de avaliação interna ao jogo são pouco exploradas, como a coleta de dados durante a interação com o jogo (Oliveira *et al.*, 2021; Melo *et al.*, 2020a). Desse modo, há uma necessidade de criar soluções que auxiliem na coleta e análise de dados para avaliar o desempenho, bem como usá-los para avaliar e melhorar o próprio jogo, integrando os objetivos da avaliação durante o ciclo de desenvolvimento de um JS (Salas *et al.*, 2009; Oliveira *et al.*, 2020).

Sobre avaliações externas, trabalhos como Petri *et al.* (2019) e Oliveira *et al.* (2021) são exemplos de estudos que usam técnicas externas ao jogo. Petri *et al.* (2019) apresentam o MEEGA+, um modelo que contém o processo de planejamento e condução para avaliar a qualidade de jogos, no entanto não especifica uma avaliação interna. Oliveira *et al.* (2021) apresentam o AvaliaJS, um modelo conceitual que apresenta técnicas de coleta de dados interna e externa ao jogo. No entanto, as técnicas internas de avaliação ficaram apenas no nível do planejamento e não foram implementadas em um jogo.

Sobre as avaliações internas, trabalhos como Pérez-Berenguer *et al.* (2020) e Chaudy e Connolly (2019) apontam que processos de mineração de dados, como *Game Learning Analytics (GLA)*, podem ser usados para fornecer relatórios detalhados sobre o uso de um jogo. No primeiro trabalho, é apresentada uma arquitetura de *software* de LA para implementar um fluxo de trabalho iterativo de captura de eventos, coleta, análise e visualização dos dados do jogo. No segundo trabalho, é apresentada uma ferramenta para integração de avaliações em jogos, podendo ser usado pelos desenvolvedores para diretrizes sobre avaliação e LA. No entanto, é importante que haja uma integração de soluções e práticas de avaliação externas e internas em jogos sérios e fornecer evidências da eficácia e eficiência do jogo de acordo com os resultados de aprendizagem obtidos por meio das avaliações (Rocha, 2014; Emmerich *et al.*, 2016).

2. Objetivos e Questão de Pesquisa

O **objetivo principal** deste trabalho é desenvolver e avaliar uma proposta de metodologia para auxiliar a inclusão, execução e análise da avaliação da aprendizagem em JSs e fornecer uma maneira sistemática de avaliar a eficácia de jogos sérios como um todo. Para alcançá-lo, são definidos os seguintes **objetivos específicos**: (1) realizar uma revisão sistemática para identificar o panorama das abordagens usadas para avaliação da aprendizagem em jogos sérios; (2) realizar um estudo piloto com a criação, aplicação e avaliação de um protocolo de planejamento e execução da avaliação; (3) desenvolver uma metodologia para avaliar a aprendizagem de alunos em JSs e seus artefatos; (4) avaliar a metodologia de avaliação, na perspectiva de especialista da área de desenvolvimento de jogos e avaliação da aprendizagem; (5) aplicar a metodologia de avaliação, por meio de um estudo de caso; e (6) analisar os resultados das avaliações de validação da proposta. Dessa forma, a **questão de pesquisa** que norteia a realização deste estudo consiste em entender “*como fornecer uma avaliação do desempenho de alunos, no contexto de jogos sérios, de maneira eficaz e válida?*”

3. Metodologia

O procedimento metodológico deste trabalho é definido com base em Gil (1991). Quanto à natureza, esta pesquisa se caracteriza como sendo **aplicada**, por propor o desenvolvimento de uma metodologia que será implementada de maneira prática e imediata, com resultados utilizados na solução de problemas reais. Quanto aos objetivos, é **descritiva**, pois prevê a identificação, observação, registro e análise de características do processo de desenvolvimento da metodologia proposta, e **exploratória**, pois objetiva proporcionar um maior entendimento e explicitação do problema. A pesquisa abordará diferentes métodos **qualitativos** e **quantitativos**. Como procedimento técnico, visa alcançar a solução do problema a partir das inferências de

estudos de caso específicos da metodologia proposta. Como instrumentos de coleta, serão usados **questionários, entrevistas e checklist de observação**.

O processo de pesquisa adotado contém seis fases: (1) **Revisão da Literatura**: visa identificar e analisar o estado da arte sobre abordagens para avaliação em JSs e compor o referencial teórico deste estudo (em andamento); (2) **Estudo Piloto**: visa desenvolver, aplicar e avaliar um protocolo, denominado Pro-AvaliaJS (Oliveira *et al.*, 2022), para planejamento e execução da avaliação da reação e aprendizagem de JSs (previsão de conclusão no segundo semestre de 2022); (3) **Modelagem da Metodologia**: visa especificar uma metodologia, abrangendo o ciclo de vida de desenvolvimento de um JS e os diferentes objetivos da avaliação em JSs (previsão de conclusão no primeiro semestre de 2023); (4) **Painel de Especialistas**: será realizada, no primeiro semestre de 2023, uma avaliação da metodologia por meio de um painel de especialistas (pesquisadores), visando identificar pontos de melhoria antes da aplicação do estudo de caso; (5) **Estudo de Caso**: aplicação da metodologia, no primeiro semestre de 2024, para auxiliar a inclusão, execução e análise da avaliação da aprendizagem em um JS; (6) **Análise dos Resultados**: os dados coletados pelo painel de especialista e estudo de caso serão analisados, no segundo semestre de 2024, visando verificar a eficiência da metodologia proposta, apontando seus pontos fortes e suas limitações.

4. Resultados Parciais

Sobre a fase 1, uma revisão sistemática da literatura está sendo realizada, baseada em Dermeval *et al.* (2020), com o objetivo de recolher, analisar e comparar as abordagens existentes usadas para avaliar a aprendizagem em JSs, com foco em processos estatísticos para coleta, análise e visualização de dados, em um recorte dos últimos dez anos (2011-2021). O estudo está na fase final de condução, com previsão de conclusão para o final do segundo semestre de 2022.

Na fase 2, um protocolo de avaliação foi desenvolvido e aplicado no planejamento e execução de três jogos. Trata-se de um estudo piloto decorrente da necessidade em realizar avaliação de jogos sérios remotamente, no período da pandemia. O Pro-AvaliaJS, assim denominado, visa documentar, registrar e auxiliar o planejamento, a execução e análise dos resultados das avaliações remotas, no contexto de jogos sérios (Oliveira *et al.* 2022). O protocolo é flexível, pois dispõe de artefatos que podem ser adaptados e reusados em diversos contextos, a depender do escopo do projeto. Os artefatos são: (1) *template* do protocolo; (2) banco de questões; (3) modelo de diário de bordo; e (4) modelo de relatório de resultados de avaliação. O protocolo e os artefatos estão disponíveis em <https://bit.ly/Pro-AvaliaJS-Artefatos>. O detalhamento dos principais resultados da análise da aplicação do protocolo foram descritos em Oliveira *et al.* 2022. O Pro-AvaliaJS pode compor o conjunto de artefatos da metodologia proposta neste trabalho, no entanto, avaliações com especialistas precisam ser realizadas, visando validar sua eficácia.

Na fase 3, a versão preliminar da metodologia proposta foi esboçada, conforme apresentado na **Figura 1**. A metodologia visa auxiliar a concepção, execução e análise da avaliação do desempenho do aluno e fornecer uma maneira sistemática de avaliar a eficácia de jogos sérios. Para isso, a abordagem pretende abranger o ciclo de vida completo de um jogo que, de acordo com o Método AIMED (Rocha *et al.*, 2017), aborda as etapas iterativas de pré-produção, produção, pós-produção e validação e

verificação. No processo de Pré-produção, um **planejamento inicial** é realizado, em que os requisitos pedagógicos, sobretudo de avaliação e aprendizagem, são definidos (contexto, público-alvo, conteúdo) e servirão de base para a criação de um *design* de aprendizagem e de jogo. No processo de Produção, são realizadas as atividades de **análise e planejamento**, criação e projeto, implementação e integração e teste. A primeira atividade especifica os elementos que serão considerados para o *design* da avaliação da aprendizagem e da avaliação do jogo, bem como identifica e planeja os artefatos que serão produzidos e reutilizados. Isto é, são especificados os resultados de aprendizagem, conteúdo instrucional, *feedback* do jogo, estratégias de avaliação, estratégias de recompensa e dados a serem coletados. A segunda atividade, de **criação e projeto**, consiste na definição, documentação e modelagem dos elementos especificados na atividade de análise e planejamento. Na atividade de **implementação**, os artefatos planejados são criados e reusados, incluindo recursos de mídia e programação do banco de dados e do próprio jogo, e na etapa de **integração e teste**, ocorre a integração dos elementos de avaliação com os recursos do jogo, como programação e testes. O processo de Pós-produção envolve a execução da avaliação, análise e revisão dos resultados. A **execução** ocorre com o público final e envolve o uso do jogo em uma versão executável, por meio de estudos experimentais, podendo considerar avaliações internas (coleta de dados, registro de jogo) ou externas (questionários, observações). O *gameplay* configura o ciclo de vida de um jogo, o que inclui os registros das ações dos jogadores, oferta de *feedback* e interação do jogador com o jogo. As atividades de **análise e revisão** dão suporte aos alunos e professores, que terão acesso às análises dos dados coletados durante a avaliação. As atividades de Validação e Verificação ocorrem durante todo o processo, visando avaliar as saídas de cada um dos processos. É prevista uma atualização da proposta inicial da metodologia, para considerar a especificação e descrição das atividades, artefatos (de entrada e saída) e ferramentas de cada processo e atores e papéis envolvidos.

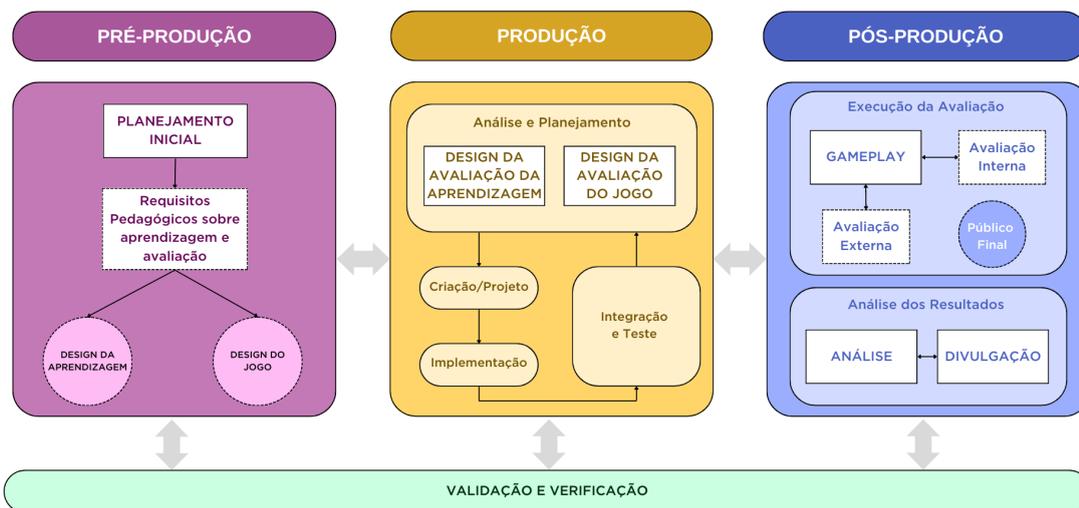


Figura 1. Visão geral da proposta inicial da metodologia de avaliação

As fases 4, 5 e 6 da Metodologia, serão realizadas dentro do prazo estabelecido, visto que o estudo ainda está em andamento, com previsão de conclusão para setembro de 2025. Após a modelagem da metodologia, é prevista uma avaliação por meio de um Painel de Especialista (fase 4), seguida por um Estudo de Caso (fase 5) que incluirá o

uso da proposta em um jogo sério. A conclusão do estudo se dará com a escrita e defesa da tese, após a análise dos resultados (fase 6).

5. Resultados Esperados

Do ponto de vista prático, a relevância deste trabalho está relacionada ao quanto pode impactar, de forma positiva, a maneira como os pesquisadores podem projetar a avaliação da aprendizagem em jogos sérios, o que por si só já é uma contribuição para a área de Informática na Educação. Do ponto de vista teórico, este projeto de pesquisa se justifica de acordo com a sua capacidade de acrescer conhecimento para a área de avaliação da aprendizagem em jogos sérios e de fomentar a discussão acerca de um tema relevante, para o qual, através deste trabalho, deseja-se propor um direcionamento diferente do adotado por outros pesquisadores, no tocante à enfatizar a avaliação do desempenho de alunos. Ademais, do ponto de vista computacional, este projeto se justifica de acordo com a sua capacidade de utilizar conceitos da ciência da computação, como engenharia de *software*, mineração de dados, aprendizagem de máquina e afins, no tocante à potencializar a área da avaliação da aprendizagem em jogos sérios, por meio de uma metodologia e ferramenta de apoio. Espera-se que, com essa proposta, seja possível avaliar jogos sérios em desenvolvimento, de forma a evidenciar os resultados da avaliação da aprendizagem de alunos e usar esses resultados para melhorar o jogo (durante seu ciclo de vida de produção). Dessa forma, espera-se auxiliar educadores e a equipe de desenvolvimento, a produzirem jogos que evidenciem o desempenho e aprendizagem dos alunos, e conseqüentemente, auxiliar alunos e educadores no processo de ensino-aprendizagem.

Agradecimentos

Este trabalho foi realizado com o apoio financeiro da CAPES (Processo 88887.647849/2019-00). Os autores agradecem à UFABC e aos membros do projeto "Diversão Séria" do Laboratório de Informações em Redes e Tecnologias Educacionais (LIRTE), pelo apoio institucional e colaborações.

Referências

- Chaudy, Y; Connolly, T. (2019). "Specification and evaluation of an assessment engine for educational games: integrating learning analytics and providing an assessment authoring tool". *Entertainment Comput.*, v. 30, p. 1-16.
- Dermeval, D.; Coelho, J.A.P.M.; Bittencourt, I.I. (2020). "Mapeamento Sistemático e Revisão Sistemática da Literatura em Informática na Educação". In Jaques, P. *et al.* (Org.) *Metodologia de Pesquisa Científica em Informática na Educação: abordagem quantitativa*. Porto Alegre: SBC, p. 1-26.
- Emmerich, K.; Bockholt, M. (2016). "Serious Games Evaluation: processes, models, and concepts". In Dörner, R. *et al.* (eds.), *Entert. Comp. and Serious Games*. LNCS, v. 9970, p. 265-283. Cham: Springer.
- Emmerich, K.; *et al.* (2016). "Operationalization and Measurement of Evaluation Constructs". In Dörner R. *et al.* (eds.), *Entert. Comp. and Serious Games*. LNCS, v. 9970, p. 306-331. Cham: Springer.

- Gil, A. C. (1991). “Como elaborar projetos de pesquisa”. 3 ed. São Paulo: Atlas, 192 p.
- Ghergulescu, I.; Muntean, C. H. (2012). “Measurement and Analysis of Learner's Motivation in Game-Based E-Learning”. In Ifenthaler D.; Eseryel D.; Ge X. (eds.), *Assessment in Game-Based Learning*. New York: Springer, p. 355-378.
- Melo, D., *et al.* (2020a). “Uma estratégia de game learning analytics para avaliar level design em um jogo educacional”. In SBIE, p. 622–631.
- Melo, A. M., *et al.* (2020b). “Estratégias remotas à avaliação de interfaces de usuário”, In ERES, p. 1-10.
- Oliveira, R.N.R. *et al.* (2019). “Avaliações em Jogos Educacionais: instrumentos de avaliação da reação, aprendizagem e comparação de jogos”. In SBIE, p. 972-981.
- Oliveira, R.N.R.; Rocha, R.V; Goya, D.H. (2021). “Planning the Design and Execution of Student Performance Assessment in Serious Games”. JIS, p. 1-15.
- Oliveira, R.N.R.; Rocha, R.V. (2021). “AvaliaJS: Planejamento da Avaliação do Desempenho de Alunos em Jogos Sérios”. In CBIE, p. 101-110.
- Oliveira, R.N.R.; Belarmino, G. D.; Minholi, F.; Rocha, R.V; Goya, D.H. (2022). “Pro-AvaliaJS: Protocolo para planejamento e execução da avaliação da reação e aprendizagem remota de jogos sérios”, In SBIE, p. 1-10.
- Oliveira, W.; Joaquim, S.; Isotani, S. (2020). “Avaliação de Jogos Educacionais: desafios, oportunidades e direcionamento de pesquisa”. In SBGames, p. 775-778.
- Pérez-Berenguer, D.; Kessler, M.; García-Molina, J. (2020). “A Customizable and Incremental Processing Approach for Learning Analytics”. *IEEE Access*, v. 8, p. 36350-36362.
- Pereira Junior, H.A.; Menezes, C.S. (2015). “Modelo para um framework computacional para avaliação formativa da aprendizagem em jogos digitais”. In: SBGames, p. 819-828.
- Petri, G., von Wangenheim, C.G.; Borgatto, A.F. (2019). “MEEGA+: a model for the evaluation of educational games for computing education”. *RBIE*, v. 27(3), p. 52-81.
- Rocha, R.V. (2014). “Metodologia iterativa e modelos integradores para desenvolvimento de jogos sérios de treinamento e avaliação de desempenho humano”. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) - UFSCar.
- Rocha, R.V. (2017). “Critérios para a construção de jogos sérios”. In SBIE, p. 947-956.
- Rocha, R.V. *et al.* (2017). “AIMED: Agile, Integrative and Open Method for Open Educational Resources Development”, In ICALT, p. 163-167.
- Salas, E. *et al.* (2009). “Performance measurement in simulation-based training: a review and best practices”. *Simulation & Gaming*, v. 40, p. 328–376.
- Santos, W. S. (2018). “Um Modelo de Avaliação para Jogos Digitais Educacionais”. Tese (Doutorado em MCTI) - SENAI CIMATEC.
- Slussareff, M.; *et al.* (2016). “Games for Learning”. In: Dörner, R. et al. (Eds.), *Entert. Computing and Serious Games*, LNCS, v. 9970, p. 189–211. Cham: Springer.