

Planejamento do Design e Execução da Avaliação do Desempenho de Alunos em Jogos Sérios

Rháleff Nascimento Rodrigues de Oliveira
Pós-graduação em Ciência da Computação
Universidade Federal do ABC
Santo André — SP, Brasil
rhaleff.nascimento@ufabc.edu.br

Rafaela Vilela da Rocha
Pós-graduação em Ciência da Computação
Universidade Federal do ABC
Santo André — SP, Brasil
rafaela.vilela@ufabc.edu.br

Resumo—A avaliação em Jogos Sérios (JSs) deve fornecer informações detalhadas sobre os processos de aprendizado e *feedback* imediato e personalizado para o aluno. Neste contexto, o objetivo dessa pesquisa é desenvolver e avaliar o AvaliaJS, um modelo conceitual para estruturar, orientar e apoiar o planejamento da concepção e execução da avaliação de desempenho do aluno em JSs. O AvaliaJS possui dois artefatos: o modelo Canvas e o documento de projeto de avaliação. Como prova de conceito, três jogos já prontos foram usados para exemplificação e análise do AvaliaJS. Além disso, a qualidade do AvaliaJS foi avaliada por especialistas em desenvolvimento e avaliação de JSs, por meio de um questionário. Os resultados das respostas dos especialistas confirmam uma boa consistência interna (alfa de Cronbach $\alpha = 0,87$), o que indica que o AvaliaJS é correto, autêntico, consistente, claro, inequívoco e flexível. O modelo precisará ser validado durante o processo de criação de um novo jogo para garantir sua usabilidade e eficiência. De maneira geral, o AvaliaJS pode ser utilizado para apoiar o planejamento, documentação e desenvolvimento de artefatos e coleta de dados em JSs, bem como na execução da avaliação, medição do aprendizado e oferta de *feedback* para os alunos.

Palavras-Chave—jogos sérios, avaliação do desempenho humano, modelo conceitual, avaliação em jogos

I. INTRODUÇÃO

Jogos Sérios (JSs) possuem propósitos diferentes do puro entretenimento, como o ensino e aprendizagem, reabilitação, treinamento, simulação e avaliação de competências [1] e estão sendo usados em diversos domínios, como defesa, educação e saúde [2][3]. JSs devem ser projetados com objetivos de avaliar o progresso e os resultados do aprendizado, dar *feedback* constante e apropriado ao jogador e personalizar os objetivos de aprendizagem, com foco na avaliação do desempenho do aluno [2][4]. No entanto, na maioria dos trabalhos, a avaliação em JSs se concentra nos aspectos da percepção do usuário em relação ao jogo (usabilidade, jogabilidade e satisfação) [5][6]. Ao passo que a avaliação do desempenho do aluno é negligenciada e muitas vezes não planejada. Isso acontece pela falta de abordagens (métodos, metodologias, *frameworks*, modelos) que possibilitam criar e planejar essa avaliação durante o ciclo de vida de produção do JS [7][8]. Isso pode impactar na qualidade do JS produzido, bem como, na sua efetividade e alcance dos objetivos planejados.

Os trabalhos relacionados sobre avaliação em JSs podem ser classificados em três grupos [9]: (1) abordagens (métodos, metodologias, processos, *frameworks*, modelos) para desenvolvimento de jogos/JSs e avaliação; (2) modelos canvas para *game design*; e (3) revisões sistemáticas e

mapeamentos que analisam a avaliação em JSs e jogos educacionais. Resumidamente, a maioria dos estudos analisados nos três grupos apontam: (1) lacunas relacionadas ao planejamento da avaliação do desempenho do aluno, como a falta de especificação dos diferentes tipos de avaliação (e.g. formativa, somativa e diagnóstica); (2) a não inclusão de uma avaliação externa; e (3) foco apenas na coleta de dados das ações dos jogadores (e não dos dados da aprendizagem). Os estudos reforçam a importância do planejamento e execução das avaliações interna e externa, que devem ser elaboradas para garantir o aprendizado do aluno por meio dos JSs, tanto antes (avaliação diagnóstica) quanto durante e depois da interação com o jogo (formativa e somativa). Dessa forma, um modelo que permita o planejamento do *design* e execução da avaliação é relevante para apoiar a equipe de avaliação e desenvolvimento, documentar e analisar os resultados do processo e do produto final.

Por se tratar de um tema complexo e abrangente, a avaliação em JSs implica em desafios e dificuldades [28][29]. Considerando que a maioria das abordagens para avaliação em JSs foca na avaliação da reação do jogador, por meio de questionários e entrevistas aplicados após a interação com o jogo, há a necessidade de desenvolver modelos de avaliação que auxiliem na coleta e análise de dados para medir a aprendizagem [14][30]. Nesse sentido, é possível desenvolver jogos em que a avaliação apareça de maneira implícita ao jogador, que forneça *feedback* imediato e contínuo, e que permita ao professor acesso a relatórios estatísticos de desempenho do aluno [2][29]. Nessa perspectiva, é essencial o planejamento da avaliação definindo “o que”, “como”, “quem”, “por que” e “quando” cada uma das avaliações deverá ser executada, integrado aos diferentes pontos de vista das áreas afins de desenvolvimento de JSs [17][28].

Este artigo visa descrever a criação, especificação e avaliação de um modelo conceitual, denominado *AvaliaJS* [9], para o planejamento do *design* e da execução da avaliação do desempenho de alunos em JSs, composto pelo modelo canvas e pelo documento de projeto de avaliação.

II. MÉTODO DE PESQUISA

Foi realizada uma pesquisa descritiva e exploratória de abordagem quali-quantitativa e a metodologia foi delineada em cinco etapas, com procedimentos técnicos variados [9], conforme descritas a seguir.

Etapa 1 - Resumo da fundamentação teórica. Objetivou compreender os conceitos mais relevantes, sintetizados por meio de uma pesquisa bibliográfica [15].

Etapa 2 - Revisão dos trabalhos relacionados. Objetivou o levantamento do estado da arte, por meio de uma revisão *ad-hoc* da literatura para compreensão de trabalhos relacionados. Além disso, uma Revisão Sistemática da Literatura [8] foi realizada para analisar *frameworks* usados no desenvolvimento de jogos educacionais.

Etapa 3 - Desenvolvimento do modelo. O AvaliaJS foi desenvolvido a partir de uma visão holística sobre as abordagens (métodos, metodologias, processos, *frameworks*, modelos) de avaliação e as referências de modelos canvas analisadas na etapa anterior. O modelo canvas e o documento de projeto de avaliação foram criados baseados nos métodos de planejamento de projeto, propostos por [16] e [17], e estruturados de acordo com as diretrizes de criação e estruturação de modelos canvas, propostas por [18].

Etapa 4 - Aplicação e exemplificação do modelo. Objetivou analisar três jogos prontos para avaliar e exemplificar o uso do modelo conceitual como prova de conceito, no que diz respeito à cobertura de conteúdos para preenchimento do modelo canvas. Os jogos selecionados foram o “GLPSobcontrole” [2], para treinamento e avaliação do controle de vazamento de gás de cozinha por bombeiros, o “Expedição Antártica” [5], para ensino-aprendizagem sobre o conhecimento da ciência cidadã ambientada na Antártica para licenciandos, e o “Guerra em Alto mar”, para motivação e engajamento de estudantes de programação em Python [12], escolhidos por atenderem os focos da avaliação (ensino-aprendizagem, treinamento, avaliação, motivação e engajamento) e por estarem disponíveis (jogo/código-fonte e documentações). A análise da aplicação do modelo foi discutida a partir das perspectivas: produto, processos, pessoas e projeto [19].

Etapa 5 - Avaliação do modelo por especialistas. Foi realizada com um painel de seis especialistas [20]. O planejamento da avaliação do modelo AvaliaJS foi estruturado com o método *Goal/Question/Metric* (GQM) [21]. Foi usado um questionário para coletar os dados, cujas métricas e questões foram baseadas nos trabalhos de [22], [2] e [23]. O questionário foi criado a partir das etapas do processo de construção de medidas de avaliação em Treinamento, Desenvolvimento e Educação [24], e validado por análise semântica [25] e um *checklist* adaptado para escrita e avaliação de itens [24][26]. Além disso, a análise de consistência interna das respostas do questionário foi realizada pelo cálculo do coeficiente alfa de Cronbach [27].

III. MODELO AVALIAJS

O modelo conceitual proposto foi denominado AvaliaJS (*Avalia = Avaliação + JS = Jogo Séri*o). Ele foi projetado a partir de uma visão holística da literatura sobre as abordagens (métodos, metodologias, processos, *frameworks*, modelos) de avaliação no contexto de JSs. O AvaliaJS visa que os JSs sejam projetados considerando o planejamento do *design* e da execução da avaliação do desempenho do aluno e o *feedback* imediato e constante.

De modo geral, a equipe de avaliação é responsável por planejar a avaliação (externa e interna), com o uso das teorias adequadas conforme o foco do JS, e desenvolver artefatos para avaliação externa, como questionários e afins. Os artefatos, com a descrição de técnicas e decisões para a avaliação interna, gerados pela equipe de avaliação, são entregues à equipe de desenvolvimento, que desenvolve o jogo com coleta de dados (avaliação interna). Já os artefatos de avaliação externa, são projetados para serem usados pelo jogador antes, durante ou depois da aplicação do jogo.

Assim, o jogador joga, faz atividades avaliativas (externas) e recebe *feedback* e o observador monitora, instrui, observa e avalia com instrumentos externos. O AvaliaJS possui dois artefatos para o planejamento da avaliação, que visam a descrição das teorias, técnicas e instrumentos, tanto externos e internos, que serão usados para a execução da avaliação, são eles: (1) Modelo canvas (planejamento em alto nível) e (2) Documento de projeto da avaliação (descrição em baixo nível). O modelo canvas permite uma rápida identificação dos elementos e atividades necessárias para o planejamento do *design* e execução da avaliação do desempenho dos alunos em JSs (disponível em: bit.ly/CanvasAvaliaJS). No documento de projeto da avaliação, o que foi planejado no modelo canvas deve ser detalhado (disponível em: bit.ly/DocProjetoAvaliaJS). O modelo canvas, para uso específico do planejamento e execução das avaliações de um JS, foi desenvolvido baseado no método *5W2H* [16] e nas questões de Falchikov, que podem ser usadas para planejar uma avaliação, no contexto de sala de aula no ensino superior [17]. O modelo canvas foi organizado considerando diretrizes para criação e estruturação de modelos canvas [18]. Em bit.ly/CanvasAvaliaJS, os **Slides 2 e 3** apresentam os diagramas que esboçam o modelo AvaliaJS de modo geral e específico, respectivamente. O **Slide 3** apresenta um recorte detalhado da etapa de execução/avaliação, em que são apresentados técnicas, instrumentos de avaliação e coleta de dados (interna e externa ao jogo). Os **Slides 4, 5 e 6** apresentam o modelo canvas, respectivamente, em branco, com as questões principais e preenchido com os possíveis conteúdos para o planejamento da avaliação. O **Slide 7** apresenta um resumo dos principais conteúdos usados para o planejamento do *design* e execução da avaliação em JSs. Os conteúdos foram adicionados de acordo com as teorias, técnicas, instrumentos e artefatos encontrados na literatura.

IV. AVALIAÇÕES E RESULTADOS

O modelo AvaliaJS foi validado por meio de duas avaliações, cujo objetivo foi definido de acordo com o método GQM [21], conforme descritas a seguir.

(1) *Prova de conceito em três jogos já prontos:* Analisar os jogos GLPSobControle [2], Expedição Antártica [5] e Guerra em Alto Mar [12] com o propósito de avaliar e exemplificar o uso do modelo conceitual como prova de conceito, em relação à cobertura de conteúdos para o preenchimento do modelo, do ponto de vista dos pesquisadores (autores), no contexto de desenvolvimento e avaliação jogos sérios. O preenchimento¹ do modelo canvas e do documento do projeto foi elaborado pelos pesquisadores (que também participaram das produções desses jogos), após a definição dos jogos a serem analisados. Para realizar a avaliação, os pesquisadores responderam à questão: *o modelo inclui e cobre o conteúdo necessário para o planejamento do design e execução da avaliação do jogador no jogo sério (conforme realizado em cada jogo)?* Por se tratar de uma avaliação qualitativa, as métricas foram definidas para identificar os conteúdos para preencher o modelo: focos, propósitos, teorias, técnicas, instrumentos, artefatos e infraestrutura. Como resultado, foi possível verificar que o modelo cobre os principais

¹ Os modelos canvas e os documentos de projeto da avaliação dos jogos exemplificados podem ser consultados em, respectivamente: <https://bit.ly/GLPCanvas>; <https://bit.ly/GuerraCanvas>; <https://bit.ly/AntarticaCanvas>.

conceitos necessários para planejar a avaliação em JSs, sobretudo para os jogos que focam no ensino-aprendizagem, treinamento, motivação e engajamento.

(2) *Painel de especialistas*: Analisar o modelo AvaliaJS (diagramas, canvas e documento de projeto) com o propósito de avaliar a qualidade, em relação a sua corretude, consistência, clareza, inequívoco, completude, autenticidade, flexibilidade e usabilidade, do ponto de vista de especialistas em jogos sérios e em avaliação, no contexto de avaliação do desempenho de alunos em jogos. Um protocolo de avaliação (com roteiro e questionário) foi enviado por *e-mail* para seis especialistas. Eles foram selecionados por conveniência, por serem pesquisadores envolvidos no desenvolvimento dos jogos sérios usados para exemplificação do modelo e por terem conhecimento da avaliação do desempenho humano em diferentes perspectivas e áreas. As questões do GQM foram definidas de acordo com os oito critérios de qualidade (Q1 a Q8). Em relação a corretude (Q1), consistência (Q2), clareza (Q3), inequívoco (Q4) e completude (Q5) do modelo AvaliaJS (diagramas, canvas e documento de projeto), os especialistas responderam positivamente aos critérios (cinco questões com escala dicotômica - sim ou não). Em relação à autenticidade (Q6), flexibilidade (Q7) e usabilidade (Q8), os resultados da análise das respostas dos especialistas, para sete assertivas com escala tipo *Likert* (discordo totalmente (1) a concordo totalmente (5)), confirmam uma boa consistência interna, conforme alfa de Cronbach $\alpha = 0,87$. Dessa forma, há indícios que o AvaliaJS é correto, autêntico, consistente, claro, inequívoco, completo e flexível. Como resultado, foi possível verificar que há indícios de uma boa qualidade do AvaliaJS, mas precisa melhorar sua usabilidade [9].

Além disso, os pesquisadores também fizeram uma análise e discussão das duas avaliações na perspectiva dos artefatos criados e produto final, métodos e processos, pessoas e projeto [19]. Os resultados das duas avaliações apontam que o AvaliaJS pode ser usado para auxiliar a equipe no planejamento, documentação e desenvolvimento dos artefatos e coleta de dados em JSs, bem como, na execução da avaliação, mensuração da aprendizagem e *feedback* constante e personalizado para os alunos. O modelo AvaliaJS fornece uma visão geral do processo de planejamento da avaliação no ciclo de vida de desenvolvimento dos JSs e apresenta técnicas e instrumentos de avaliação e coleta de dados que podem ser usados; o modelo canvas e o documento do projeto de avaliação são ferramentas que podem ser editadas e adaptadas conforme as necessidades de cada novo projeto. A utilização do método *5W2H* [16] e das questões de Falchikov [17] para a construção do modelo canvas foi importante para a organização do planejamento da avaliação em JSs. Por meio das questões, foi possível registrar os elementos e atividades, de forma ágil e holística, dos conceitos que envolvem as avaliações.

Destaca-se a relevância do uso de um modelo conceitual como o AvaliaJS no desenvolvimento do JS, para planejamento, documentação e efetiva comunicação com os outros profissionais envolvidos e assim inclusão da coleta de dados, avaliação do desempenho humano e *feedback*. Além disso, o modelo AvaliaJS pode impactar na redução de retrabalho e de custos na produção de JSs; e, como impacto social, fornecer uma avaliação efetiva e, assim, contribuir para a aprendizagem dos alunos e, conseqüentemente, na qualidade do ensino por meio de JSs.

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS

Os jogos sérios são desenvolvidos com o objetivo principal de avaliar o progresso e os resultados do aprendizado. No entanto, muitos desses jogos não são desenvolvidos com avaliação e *feedback* eficazes. Esse problema pode ser por causa da falta de tempo de desenvolvimento, falta de envolvimento de especialistas do domínio no processo de produção ou foco na transmissão de conteúdo em vez de avaliação. Na dissertação [9], foi relatado a criação, descrição e validação do AvaliaJS, um modelo conceitual que auxilia no planejamento do *design* e execução da avaliação do desempenho de alunos em JSs. A validação por prova de conceito e painel de especialistas demonstra que o AvaliaJS atende aos critérios de qualidade: corretude, consistência, clareza, inequívoco, completude, autenticidade, flexibilidade e usabilidade. O modelo não foi avaliado com a criação de um novo jogo (por usuários externos envolvidos na produção desse jogo). Assim, os resultados não podem ser considerados conclusivos, mas sim um indicativo de que o modelo é funcional e abrange os conteúdos que podem ser usados para avaliação em JSs no âmbito deste estudo. Ressalta-se a originalidade do trabalho por apresentar um modelo canvas com foco na avaliação, uma vez que a maioria dos canvas são para *game design*. Além disso, o modelo tem o foco não apenas na avaliação da reação mas, principalmente, na avaliação da aprendizagem de alunos em JSs.

Foram contribuições da dissertação (publicadas em quatro artigos completos, um artigo resumido, um relatório técnico e um artigo completo em processo de revisão):

(1) *Compilação e organização de referencial teórico*: que fornece uma base para os diferentes profissionais envolvidos, em um relatório técnico sobre o uso do modelo AvaliaJS [10], visto a necessidade da compreensão da área, para criação de JSs que contemplem a avaliação do desempenho do aluno e *feedback*. No relatório, há um glossário com a descrição dos conteúdos a serem alocados em cada seção no AvaliaJS e suas respectivas referências;

(2) *Resumo e análise do estado da arte*: dos principais *frameworks* conceituais, levantados por meio de uma revisão sistemática da literatura, usados no desenvolvimento de jogos/JSs e das lacunas na área de avaliação em JSs (artigo publicado no **SBIE** - Qualis B1) [8];

(3) *Criação e validação de um modelo conceitual (AvaliaJS)*: principal contribuição tecnológica, principalmente para a área de Engenharia de *Software*, o AvaliaJS foi relatado e discutido sua validação por um painel de especialistas. Os autores foram convidados a submeterem uma versão estendida para **JIS** (Qualis B3), na *Special Issue Best of SBGames 2020 - Education and Health* (foi submetido e encontra-se em processo de revisão) [11]. O modelo conceitual possui dois artefatos (modelo canvas e documento de projeto de avaliação). Eles foram desenvolvidos com uma visão holística das abordagens (como métodos, modelos, *frameworks*, processos e ferramentas de desenvolvimento e avaliação de JSs) analisadas e selecionadas da revisão bibliográfica;

(4) *Criação de instrumentos de avaliação (da reação, aprendizagem e comparação de jogos)*: que foram propostos e usados na avaliação de jogos educacionais (artigo publicado no **SBIE** - Qualis B1) [5];

(5) *Usos do AvaliaJS (para exemplificação e avaliação do modelo)*: (i) revisão e avaliação de um jogo de tabuleiro (resumo expandido publicado no **SBGames** - Qualis B2) [12]; (ii) desenvolvimento e avaliação de um jogo sério

acessível (artigo publicado na revista **RBEE** - Qualis A2) [13]; e (iii) descrição e discussão do uso de três jogos já prontos (artigo publicado no **SBGames** - Qualis B2) [14].

Como contribuição social, espera-se que JSs possam ser bem planejados a partir do uso do AvaliaJS, para incluírem a avaliação do desempenho do aluno, e contribuam para a efetividade dos objetivos propostos (ensino-aprendizagem, treinamento, avaliação, motivação e engajamento).

As limitações do trabalho são: (1) *Cobertura de jogos*: o modelo foi focado e usado no planejamento da avaliação de JSs para ensino-aprendizagem, treinamento, motivação, avaliação e *feedback*; dessa forma, pode não abranger todos os requisitos de planejamento de JSs para conscientização, recrutamento e reabilitação; (2) *Planejamento da avaliação*: o AvaliaJS possui um modelo canvas que foi criado baseado nas questões propostas por [16] e [17], porém, não foram considerados no planejamento: o custo, a confiabilidade da avaliação e a análise dos resultados; e (3) *Uso do modelo*: o modelo não foi usado pelos autores e especialistas para criação de um jogo novo, o que afetou a avaliação do critério de usabilidade. Para exemplificá-lo e analisar sua completude, ele foi aplicado em três JSs já existentes.

Como trabalho futuro, pretende-se validar o modelo na criação de um novo jogo e acompanhar equipes de desenvolvimento/avaliação na utilização e avaliação dos artefatos produzidos. O AvaliaJS deve ser aprimorado a partir da sua integração em processos bem definidos do ciclo de vida de produção do jogo (planejamento, análise, *design*, implementação, integração e teste, execução e avaliação) e especificação das funções e atores envolvidos, atividades e artefatos de entrada e saída. Pretende-se criar e validar uma ferramenta computacional para incluir, customizar e analisar a avaliação e geração de relatórios dos dados coletados. Além disso, o modelo deve ser expandido para incluir os custos de avaliação do projeto e execução (como valor dos materiais, instrumentos e artefatos usados) [16]; as questões de confiabilidade da avaliação (técnicas de validação da avaliação e tipos de confiabilidade) e a análise dos resultados (técnicas para apresentar os resultados e refletir os resultados educacionais alcançados) [16].

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi realizado com o apoio financeiro da PROEC/UFABC e CAPES (Processo 88887.361026/2019-00).

REFERÊNCIAS

- [1] C. C. Abt, *Serious Games*. Lanham, MD: University Press of America, 1987.
- [2] R. V. Rocha, “Metodologia iterativa e modelos integradores para desenvolvimento de jogos sérios de treinamento e avaliação de desempenho humano,” M.S. thesis (Computer Science), Federal University of São Carlos, 2014.
- [3] D. Djaouti, J. Alvarez and J. P. Jessel, “Classifying serious games: the G/P/S model,” in *Handbook of research on improving learning and motivation through educational games: Multidisciplinary Approaches*, P. Felicia, 2011, pp. 118-136.
- [4] J. Trybus, *Game-Based Learning: What it is, Why it Works, and Where it's Going*, NMI White Paper. New Media Institute, 2010.
- [5] R. N. R. Oliveira, G. Belarmino, C. Rodriguez, D. Goya, M. F. Venero, A. Oliveira Junior and R. V. Rocha, “Avaliações em Jogos Educacionais: instrumentos de avaliação da reação, aprendizagem e comparação de jogos,” in *Ann. XXX SBIE*, 2019, pp. 972-981.
- [6] K. Emmerich and M. Bockholt, “Serious Games Evaluation: Processes, Models, and Concepts,” in *Entertainment Computing and Serious Games. Lecture Notes in Computer Science*, R. Dörner, et al. (eds.), Springer, Cham, v. 9970, 2016, pp. 265-283.
- [7] Y. Chaudy and T. Connolly, “Specification and evaluation of an assessment engine for educational games: Integrating learning analytics and providing an assessment authoring tool,” in *Entertainment Comput.*, v. 30, 2019, pp. 1-16.
- [8] R.N.R.Oliveira,R.P.Cardoso, J.C.Braga and R.V.Rocha, “Frameworks para Desenvolvimento de Jogos Educacionais: revisão e comparação de pesquisas recentes,” in *Ann. XXIX SBIE*, 2018, pp. 854-863.
- [9] R. N. R. Oliveira, “Planejamento do design e da execução da avaliação do desempenho de alunos em Jogos Sérios,” Ph.D. dissertation (Computer Science) - UFABC, Santo André, SP, 2020, pp. 1-128. Disponível em: <http://bit.ly/DissertaçãoRhaleff>.
- [10] R.N.R.Oliveira and R.V. Rocha, “AvaliaJS: Modelo Conceitual de Planejamento da Avaliação do Desempenho de Alunos em Jogos Sérios - Technical Report (in Portuguese),” Federal University of ABC, v.1, 2020a. [Online]. Available at: <https://bit.ly/RelatorioJS>.
- [11] R. N. R. Oliveira, R. V. Rocha and D. H. Goya, “Planning the Design and Execution of Student Performance Assessment in Serious Games,” in *Journal on Interactive Systems (JIS) - Special Issue Best of SBGames 2020 - Education and Health*, 2021b.
- [12] R. N. R. Oliveira and R. V. Rocha, “Guerra em Alto Mar: um Jogo de Tabuleiro com Quiz Personalizável para Engajar e Motivar Estudantes,” in *Ann. XVIII SBGames*, 2019, pp. 1164-1167.
- [13] R. N. R. Oliveira, G. D. Belarmino, C. Rodriguez, D. H. Goya, M. Venero, P. Benitez and R. V. Rocha, “Relato de Experiência do Desenvolvimento e Avaliação da Usabilidade e Acessibilidade de um Protótipo de Jogo Educacional Digital para Pessoas com Deficiência Visual,” in *Rev. bras. educ. espec.*, v.27(3), 2021a, pp. 847-864.
- [14] R. N. R. Oliveira and R. V. Rocha, “Modelo Conceitual de Planejamento da Avaliação do Desempenho de Alunos em Jogos Sérios,” in *Ann. XIV SBGames*, 2020b, pp. 682-691.
- [15] A. C. Gil, “Como elaborar projetos de pesquisa,” 3 ed. São Paulo: Atlas, 1991.
- [16] I. F. Rossato, “Uma metodologia para a análise e solução de problema,” Ph.D. dissertation (Engenharia de Produção e Sistema) - UFSC, 1996.
- [17] N. Falchikov, *Improving Assessment Through Student Involvement: Practical Solutions For Aiding Learning In Higher And Further Education*. New York: RoutledgeFalmer, 2005.
- [18] A. Osterwalder, “The Business Model Ontology – A Proposition in a Design Science Approach,” M.S. thesis (Business Information Systems) - University of Lausanne, 2004.
- [19] S. Aslan and O. Balci, “GAMED: digital educational game development methodology,” in *Simulation*, v. 9(4), 2015, pp. 307-319.
- [20] S. Beecham, T. Hall, C. Britton, M. Cottee and A. Rainer, “Using an Expert Panel to Validate a Requirements Process Improvement Model,” in *The Journal of Syst. and Soft.*, v. 76, 2005.
- [21] V. Basili, G. Caldiera and H. Rombach, “Goal Question Metric Paradigm,” in *Encyclopedia of Software Engineering*, v. 1, 1994, pp. 528-532.
- [22] R. Savi, C. Gresse Von Wangenheim, V. R. Ulbricht and T. Vanzin, “Proposta de um modelo para avaliação de jogos educacionais,” in *RENOTE*, v. 8(3), 2010.
- [23] G. Petri, “A method for the evaluation of the quality of games for computing education,” M.S. thesis (Computer Science) - Federal University of Santa Catarina. Florianópolis, SC, 2018.
- [24] L. Mourão and P. P. M. Meneses, “Construção de Medidas em TD&E,” in *Medidas de Avaliação em Treinamento, Desenvolvimento e Educação: ferramentas para gestão de pessoas*, G. S. Abbad, et al., Porto Alegre: Artmed, 2012, pp. 50-63.
- [25] T. Zerbini, M. F. Borges-ferreira and G. S. Abbad, “Medidas de Reação a Cursos a Distância,” in: *Medidas de Avaliação em Treinamento, Desenvolvimento e Educação: ferramentas para gestão de pessoas*, G. S. Abbad, et al., Porto Alegre: Artmed, 2012, pp. 91-107.
- [26] J.A.P.M. Coelho, G.H.S. Souza and J. Albuquerque, “Desenvolvimento de questionários e aplicação na pesquisa em Informática na Educação,” in *Metodologia de Pesquisa Científica em Informática na Educação: Abordagem Quantitativa*, P. A. Jaques, et al., (Org.) Porto Alegre: SBC, 2020.
- [27] L. J. Cronbach, “Coefficient alpha and the internal structure of tests,” in *Psychometrika*, v. 16(3), 1951, pp. 297-334.
- [28] R.V. Rocha, I. I. Bittencourt and S. Isotani, “Análise, Projeto, Desenvolvimento e Avaliação de Jogos Sérios e Afins: uma revisão de desafios e oportunidades,” in *Ann. XXVI SBIE*, 2015, pp. 692-701.
- [29] W. Oliveira, S. Joaquim and S. Isotani, “Avaliação de Jogos Educacionais: Desafios, Oportunidades e Direcionamento de Pesquisa,” in *Ann. XIX SBGames*, 2020, pp. 775-778.
- [30] E. Salas, M. A. Rosen, J. D. Held. and J. J. Weissmuller, “Performance measurement in simulation-based training: a review and best practices,” in *Simul. & Gam.*, v. 40, 2009, pp. 328-376.