

## Pro-AvaliaJS: Protocolo para planejamento e execução da avaliação da reação e aprendizagem de jogos sérios

Rháleff N. R. de Oliveira<sup>1</sup>, Guilherme D. Belarmino<sup>1</sup>, Felipe S. Minholi<sup>2</sup>, Carla Rodriguez<sup>1,2</sup>, Denise Goya<sup>1,2</sup>, Rafaela V. Rocha<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Pós-graduação em Ciência da Computação, UFABC - Santo André - SP

<sup>2</sup>Centro de Matemática, Computação e Cognição, UFABC - Santo André - SP

{rhaleff.nascimento, g.dias, c.rodriguez, denise.goya, rafaela.rocha}@ufabc.edu.br, felipe.minholi@aluno.ufabc.edu.br

**Abstract.** *Evaluations and assessments in serious games must be planned and executed to ensure their effectiveness. With the COVID-19 pandemic, several activities were carried out remotely, including the evaluation and assessment sessions. This paper aims to describe Pro-AvaliaJS, a protocol for planning and executing reaction evaluations and learning assessments, and to analyze its use in the planning of remote sessions for three different projects. The protocol was proposed based on the AvaliaJS conceptual model. The main results and discussions point out that the protocol can be used to define steps and activities to guide the evaluation team before, during and after the execution of the serious games evaluation.*

**Resumo.** *As avaliações em jogos sérios devem ser planejadas e executadas visando garantir a eficácia dos jogos. Com a pandemia de COVID-19, várias atividades foram realizadas remotamente, inclusive as sessões de avaliações. O presente artigo objetiva descrever o Pro-AvaliaJS, um protocolo de planejamento e execução das avaliações de reação e aprendizagem, e analisar seu uso no planejamento da avaliação remota de três projetos diferentes. O protocolo foi proposto baseado no modelo conceitual AvaliaJS. Os principais resultados e discussões apontam que o protocolo pode ser usado para definir etapas e atividades para orientar a equipe de avaliação e testes antes, durante e depois da execução da avaliação de jogos sérios.*

### 1. Introdução

Jogos Sérios possuem objetivos educacionais, como o auxílio ao processo de ensino-aprendizagem, treinamento de pessoas e simulação, e são utilizados na exposição de conteúdos procedimentais, conceituais e atitudinais (Rocha, 2017). As possibilidades de aplicação de jogos sérios são diversas, bem como as áreas em que podem ser utilizados, como na saúde, meio ambiente, educação e defesa (Oliveira *et al.*, 2021). Para garantir a eficácia de tais jogos, faz-se necessária a inclusão das avaliações no ciclo de vida de desenvolvimento (Rocha *et al.*, 2015, Oliveira *et al.*, 2021). No entanto, alguns estudos apontam que as avaliações realizadas no contexto de jogos não detalham os procedimentos e protocolos que são adotados para avaliá-los (Santos, 2018).

A importância da avaliação tem sido evidenciada pelo crescente número de trabalhos nessa área, como pesquisas que investigam a condução das avaliações, propõem novos mecanismos de avaliação e relatam a execução e resultados das sessões de avaliações de diferentes jogos (Petri *et al.*, 2019; Oliveira *et al.*, 2020). Nesse contexto, é fundamental um bom planejamento da realização das avaliações, pois isso pode impactar positivamente na qualidade, efetividade e alcance dos objetivos propostos

nos jogos desenvolvidos (Oliveira e Rocha, 2021). Esse planejamento tem sido negligenciado e muitas vezes realizado de modo *ad-hoc* e informal, seja por falta de tempo, falta do envolvimento de especialistas diversos ou por focarem na transmissão do conteúdo e não na avaliação em si (Petri *et al.*, 2019; Oliveira e Rocha, 2021).

Dessa forma, o objetivo deste trabalho é apresentar, descrever e exemplificar o uso de um protocolo para planejamento, execução e análise de resultados de avaliações remotas, no contexto de jogos sérios. O protocolo foi denominado Pro-AvaliaJS, **Protocolo** para planejamento e execução da **Avaliação** da reação e aprendizagem de **Jogos Sérios**, e foi concebido baseado no AvaliaJS (Oliveira *et al.*, 2021), modelo conceitual para planejamento da avaliação em jogos sérios. Além disso, o protocolo incorpora atributos baseados nas estratégias remotas de avaliação de Melo *et al.* (2020). O protocolo foi utilizado no planejamento da avaliação dos jogos “Projeto Saturno” (Pessoa e Rocha, 2021), que tem como foco o ensino da história do Brasil durante a Era Vargas, “AlgoBot” (Higuchi *et al.*, 2021), que aborda o ensino de lógica computacional, e “Dashboard Quizle” (Barros *et al.*, 2021), uma ferramenta de visualização de relatórios para análise de desempenho do aluno em jogos do tipo *quiz*.

Na **Seção 2**, os elementos teóricos utilizados na construção do protocolo proposto são apresentados. Na **Seção 3**, os trabalhos relacionados são descritos e analisados. Na **Seção 4**, o protocolo é descrito e apresentado, seguida da descrição do uso e aplicação do protocolo em três projetos (**Seção 5**) e da discussão sobre os dados obtidos (**Seção 6**). Por fim, a **Seção 7** apresenta as considerações finais.

## 2. Fundamentação Teórica

A avaliação pode ser classificada como (1) *avaliação do jogo*: visando avaliar o ambiente do jogo em termos de diferentes aspectos, como usabilidade, jogabilidade, qualidade, experiência, satisfação, diversão e adequação de uso, para identificar possíveis erros no processo de *design* e estrutura pedagógica; e (2) *avaliação em jogo*: visando avaliar o desempenho do jogador em termos de conhecimento, habilidade e atitude, para mensurar a aquisição de conhecimento (Ghergulescu e Muntean, 2012).

Além disso, as avaliações podem ser da reação (satisfação, motivação e outras percepções do jogador), que visa responder se os jogadores gostaram do jogo em vários aspectos, e da aprendizagem (mudança de atitudes, conhecimentos e/ou habilidades), que visa responder se os jogadores estão aprendendo com o jogo, conforme os níveis de avaliação de Kirkpatrick e Kirkpatrick (2016). Tais avaliações podem ocorrer antes, durante ou depois da interação do jogador com o jogo, com dados sendo coletados de modo externo e interno ao jogo (Rocha *et al.*, 2015; Oliveira *et al.*, 2021).

Trabalhos diversos afirmam que as avaliações são focadas principalmente em avaliar aspectos do jogo em si (avaliação do jogo), demonstrando a necessidade do avanço quanto ao foco nas avaliações da aprendizagem (avaliação em jogo) (Santos, 2018). Nesse contexto, o planejamento da avaliação precisa ser realizado definindo “o que”, “como”, “quem”, “por que” e “quando” ela deve ser executada, e considerar as teorias, ferramentas, técnicas, artefatos e instrumentos usados nas avaliações (Oliveira *et al.*, 2021). Dessa forma, a criação e uso de abordagens que integram os diferentes tipos

de avaliação se torna fundamental para a sistematização e eficácia dos resultados da avaliação (Rocha *et al.*, 2015; Santos, 2018; Oliveira *et al.*, 2021).

Nesse contexto, protocolos, juntamente com artefatos gerados, podem ser usados para auxiliar as equipes ao fornecer suporte sistemático e científico para realização do planejamento e execução das avaliações no contexto de jogos, seja presencial ou remotamente (síncrono e assíncrono) (Petri *et al.*, 2019; Melo *et al.*, 2020). Ao organizar um protocolo, vários atributos devem ser considerados, como a definição e descrição do modelo do objeto, modelo do processo, modelo de participação e tamanho do grupo e resultados, conforme descritos por Muller *et al.* (1997) e adaptados por Melo *et al.*, (2020). Esses atributos podem ser adaptados e usados em diversos contextos de avaliação, seja em jogos ou qualquer outro sistema interativo, sobretudo na preparação e organização de todos os artefatos usados na avaliação, como questionários de satisfação, roteiro de avaliação e planilhas de resultados (Muller *et al.*, 1997; Melo *et al.*, 2020).

### 3. Trabalhos Relacionados

Nesta seção são descritos trabalhos relacionados que apresentam modelos, instrumentos e artefatos de avaliação de *softwares* educacionais, principalmente jogos sérios.

Em relação ao planejamento de avaliação presencial, Oliveira *et al.* (2019) propõem artefatos que podem ser usados para a avaliação da satisfação e da aprendizagem com jogos sérios, os quais incluem instrumentos de coletas de dados com relação à perfil, reação, comparação de jogos e aprendizagem. Nesse artigo também é apresentado um protocolo de avaliação, integrando esses aspectos para conduzir o processo de avaliação de uma forma presencial e síncrona. Oliveira *et al.* (2021) propõem o AvaliaJS, um modelo conceitual que descreve as etapas e equipes envolvidas no planejamento, desenvolvimento e execução dos artefatos e avaliações. Os artefatos do AvaliaJS são o modelo canvas (questões de planejamento) e documento de projeto (especificação das decisões das questões do modelo canvas). Petri *et al.* (2019) relatam uma evolução do modelo MEEGA (*Model for the Evaluation of Educational Games*), denominada MEEGA+. Esse modelo tem por objetivo avaliar a qualidade de jogos educacionais, por meio da avaliação de dois fatores de qualidade: experiência do jogador e usabilidade, onde cada fator possui diferentes dimensões. O MEEGA+ foi avaliado por meio de 48 estudos de casos, totalizando 18 jogos avaliados e foram coletadas percepções de 843 alunos.

Em relação ao planejamento e realização de avaliações remotas, Melo *et al.* (2020) apresentam diferentes estratégias remotas para a avaliação de *interface* de usuário. Estas estratégias refletem em três diferentes protocolos: (i) avaliação heurística de usabilidade *online*, baseadas nas heurísticas de Nielsen (1993); (ii) SAM *Online*, onde é aplicada a técnica SAM (*Self Assessment Manikin*), para avaliar o estado afetivo do usuário na interação com os sistemas computacionais e; (iii) Avaliação participativa remota, adaptado de Muller *et al.* (1997). Destaca-se que nos três protocolos são apresentadas ferramentas e forma de como utilizá-las.

Os trabalhos citados apresentam modelos, ferramentas e artefatos que contribuem para a avaliação de jogos sérios. Entretanto, eles possuem objetivos específicos para avaliar diferentes aspectos do jogo sério. Por exemplo, no MEEGA+, é

dado maior foco para a experiência do jogador e usabilidade e, em Melo *et al.* (2020), para aspectos da *interface* de usuário. Além disso, é necessário considerar atributos de sessões de avaliações remotas. No modelo conceitual AvaliaJS a contextualização da avaliação é realizada por meio de questões que permitem a rápida identificação dos elementos e atividades necessários para o planejamento do *design* e execução da avaliação de desempenho dos alunos em jogos sérios. As questões foram adaptadas em afirmativas para este estudo e são: (i) *O que* será avaliado durante o jogo?; (ii) *Por que* a avaliação deve ser realizada?; (iii) *Como* deverá ser realizada a avaliação?; (iv) *Quando* cada uma das avaliações deverá ser executada?; (v) *Onde* cada avaliação será executada?; e (vi) *Quem* está envolvido na execução das avaliações?. Portanto, é necessário um modelo de avaliação mais abrangente, que considere as dimensões de usabilidade, jogabilidade, experiência do usuário, acessibilidade, conteúdo e aspectos pedagógicos, e flexível, com artefatos e métodos que acompanhem o avaliador desde a etapa de pré-avaliação até o fornecimento de um suporte ao momento de pós-avaliação.

#### 4. Descrição do Pro-AvaliaJS

O protocolo Pro-AvaliaJS foi projetado baseado em conceitos e artefatos existentes na literatura, conforme especificados nesta seção. Além disso, foram criados novos artefatos que podem ser adaptados e reusados em diversos contextos, a depender do escopo do projeto. Os artefatos são: (1) *template do protocolo*: documento para especificação e definições sobre as avaliações; (2) *banco de questões*: planilha com itens que podem ser selecionados para criação dos questionários de satisfação. Os itens são separadas por dimensões/aspectos a serem avaliados no jogo, o tipo de escala e o tipo do usuário; (3) *modelo de diário de bordo*: documento para registro da síntese das atividades do protocolo, como data, pessoas, evidências escolhidas, anotações das observações e *links* do protocolo e resultados; (4) *modelo de relatório de resultados de avaliação*: documento com a descrição dos erros e problemas encontradas nas avaliações, que possibilita definir as equipes responsáveis, *status* e prioridade de correção. O protocolo e os artefatos estão disponíveis em <https://lirte.pesquisa.ufabc.edu.br/diversaoseria/projetos/pro-avaliajs>.

O template do Pro-AvaliaJS está estruturado em cinco partes: (1) dados gerais do projeto; (2) contextualização da avaliação; (3) procedimentos; (4) medidas e instrumentos que serão usados nas avaliações; e (5) roteiro de tarefas que devem ser realizadas pelo usuário. O **Quadro 1** apresenta uma síntese dos itens que compõem a organização do Pro-AvaliaJS. Os (1) dados gerais do projeto foram considerados, pois é importante para contextualização e identificação das características e configurações do jogo, conforme Braga (2005) e Oliveira *et al.* (2021). As (2) subpartes de contextualização da avaliação foram adaptadas do AvaliaJS, desenvolvido por Oliveira *et al.* (2021), que justifica e define o uso de itens, por meio de questões, para planejar uma avaliação no contexto de jogos sérios. Para este protocolo, as questões foram convertidas em afirmativas. Os (3) procedimentos foram selecionados e adaptados de Melo *et al.* (2020), que definem atributos importantes para estruturar o processo da avaliação. Para este protocolo, foi desconsiderado o atributo de ‘métodos formais’, pois o modelo AvaliaJS já inclui esse atributo em técnicas de avaliação (etapa 2). A etapa de (4) medidas e instrumentos é uma parte importante do protocolo, pois descreve os tipos de medidas que poderão ser coletadas e quais instrumentos, métodos, técnicas e

ferramentas serão usados, de acordo com Medeiros (2015) e Melo *et al.* (2020). Por fim, os dois últimos autores citados também justificam a importância de um (5) roteiro de orientação para guiar o avaliador, contendo uma lista de tarefas e atividades que os participantes deverão realizar na sessão de teste e avaliação.

**Quadro 1. Resumo das definições das partes do protocolo Pro-AvaliaJS**

Etapa	Definição
1 Dados Gerais	<p>Especifica os dados gerais do projeto. Esses dados foram adaptados dos atributos dos metadados de descrição de um objeto de aprendizagem apresentados por Braga (2005) e agrupados em quatro conjuntos de dados:</p> <p>(1) <u>Dados de controle de documentação</u>: data, versão, e autores;</p> <p>(2) <u>Dados de identificação do projeto</u>: título do projeto, título do objeto, objetivo geral, e foco (temática);</p> <p>(3) <u>Dados técnicos</u>: tipo e formato, partes (completo ou fase), idioma, custo, licença, ano e versão, plataforma, disponibilidade, e <i>status</i> (final ou protótipo); e</p> <p>(4) <u>Dados educacionais</u>: disciplina, público-alvo, e tipo de ensino.</p>
2 Contexto da Avaliação	<p>Define e descreve os dados relacionados ao contexto da avaliação. Esses dados foram adaptados das questões de planejamento da execução e avaliação de jogos sérios, apresentados por Oliveira <i>et al.</i> (2021), divididos em sete subpartes:</p> <p>(1) <u>Objetivo do protocolo</u>: define o objetivo geral do protocolo usando a estrutura do método <i>Goal/Question/Metric</i> (Basili <i>et al.</i>, 1994);</p> <p>(2) <u>Planejamento da avaliação</u>: define o foco da avaliação, que pode ser da reação, aprendizagem e oferta de <i>feedback</i>, e o objetivo, ligado diretamente ao foco;</p> <p>(3) <u>Aspectos da avaliação</u>: define as dimensões que são consideradas na avaliação. Os principais aspectos são, de acordo com a literatura, usabilidade, jogabilidade, acessibilidade, conteúdo, aprendizagem e outros;</p> <p>(4) <u>Técnicas de avaliação</u>: define as teorias usadas no planejamento da avaliação e as técnicas, instrumentos e artefatos que podem ser usados antes, durante ou depois da interação com jogo. Um glossário com as definições das teorias, técnicas e instrumentos e lista de artefatos está disponível em <a href="https://lirte.pesquisa.ufabc.edu.br/diversaoseria/projetos/pro-avaliajs">https://lirte.pesquisa.ufabc.edu.br/diversaoseria/projetos/pro-avaliajs</a>;</p> <p>(5) <u>Participantes</u>: define o perfil e papéis dos envolvidos na avaliação. O Usuário-Avaliador é quem interage com o objeto, podendo ser usuários finais e especialistas, com ou sem deficiência. A equipe de avaliação pode ser formada pelo pesquisador, observador e monitor;</p> <p>(6) <u>Período e Local</u>: descreve as definições sobre a execução da avaliação remota. Se for síncrona, definir data, horário, duração e local (deve-se escolher uma ferramenta de videoconferência). Se for assíncrona, descrever o meio de envio dos artefatos; e</p> <p>(7) <u>Materiais</u>: descreve o objeto que será avaliado, como um protótipo funcional.</p>
3 Procedimentos	<p>Descreve e define os atributos adotados para estruturar os procedimentos da avaliação, adaptados de Melo <i>et al.</i> (2020). Os procedimentos são divididos em cinco atributos, descritos a seguir.</p> <p>(1) <u>Resumo</u>: descreve uma síntese do que a avaliação faz;</p> <p>(2) <u>Modelo de objeto</u>: descreve os materiais que serão avaliados;</p> <p>(3) <u>Tamanho do grupo</u>: descreve e especifica os papéis e a quantidade das pessoas envolvidas na avaliação, definidos na parte dois;</p> <p>(4) <u>Modelo de processo</u>: define e especifica os procedimentos e passos de como os participantes devem interagir e se envolver na avaliação; e</p> <p>(5) <u>Resultados</u>: define os artefatos resultantes da avaliação, como planilhas e gravações.</p>

<p>4 Medidas e Instrumentos</p>	<p>Descreve e especifica a disponibilidade dos artefatos e instrumentos usados no processo da avaliação, com o <i>link</i> para acesso de cada um. Alguns desses artefatos possuem <i>templates</i> que podem ser reusados. Exemplos de medidas e instrumentos: Questionário de termo de aceitação (TCLE) e perfil do usuário, Roteiro de observação, Questionário de avaliação (reação), Questionário Pré-Teste e Pós-Teste, sugestão de perguntas entrevista semiestruturada ou <i>debriefing</i>, <i>template</i> de Diário de Bordo e <i>template</i> do Relatório de resultados da avaliação.</p>
<p>5 Roteiro</p>	<p>Define o roteiro de tarefas/atividades que os usuários devem executar na interação com o objeto.</p>

### 5. Resultados dos Cenários de Usos do Pro-AvaliaJS

Esta seção descreve os resultados da aplicação do protocolo proposto para planejamento, execução e análise da avaliação em três projetos (cenários distintos de uso do Pro-AvaliaJS). O objetivo da aplicação e exemplificação do protocolo é: analisar três jogos, com o propósito de avaliar e exemplificar o uso do protocolo como prova de conceito, no que diz respeito à cobertura de conteúdos para preenchimento do protocolo, do ponto de vista dos autores (especialistas em jogos e engenharia de software). Os três cenários foram selecionados, pois são distintos (principalmente em relação aos gêneros dos jogos e objetivos educacionais), os objetos estão disponíveis para uso de forma gratuita e há publicações relatando os projetos e avaliações iniciais. Houve um contato e consentimento dos desenvolvedores para uso e avaliação desses jogos pelos autores desta pesquisa. Além disso, esses cenários possibilitaram avaliações diversificadas, conforme é descrito a seguir. No entanto, os jogos não focam no ensino-aprendizagem, treinamento ou *feedback*. Os objetos usados e analisados são o “Projeto Saturno”, “AlgoBot” e “Dashboard Quizle”, ilustrados na **Figura 1**, e seus protocolos preenchidos com a descrição do planejamento das avaliações de cada um dos três objetos estão disponíveis em <https://lirte.pesquisa.ufabc.edu.br/diversaoseria/projetos/pro-avaliajs>.

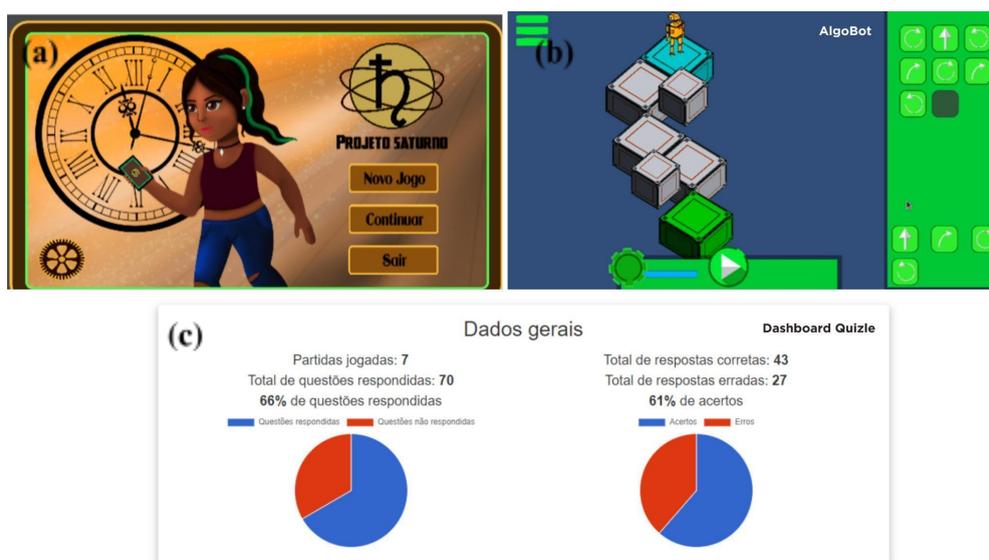


Figura 1. Imagens das telas principais dos objetos selecionados para uso e validação do Pro-AvaliaJS: (a) Projeto Saturno, (b) AlgoBot e (c) Dashboard Quizle

Sobre os dados gerais dos objetos. O “Projeto Saturno” (Pessoa e Rocha, 2021) é um jogo que tem por objetivo a motivação e aprendizagem sobre História do Brasil, com foco no período do Brasil República, principalmente a Eras Vargas, voltado para alunos do ensino fundamental e médio. É um protótipo de jogo 2D, com 3 fases completas, do tipo RPG (*Role-Playing Game*), disponível gratuitamente em dispositivos móveis com sistema operacional Android e *desktop*. O “AlgoBot” (Higuchi et al., 2021) é um jogo que tem como objetivo auxiliar o desenvolvimento do pensamento computacional, focando em instruções simples de lógica de programação, voltado para alunos nos anos finais do ensino fundamental. É um protótipo de jogo 2D completo do tipo *puzzle*, com cinco níveis de dificuldades distribuídos em 25 mapas. Está disponível gratuitamente para dispositivos móveis com sistema operacional Android. O “Dashboard Quizle” (Barros et al., 2021) é um sistema *web* de visualização de relatórios para jogos sérios do tipo *quiz*, voltado para educadores (professores e agentes públicos). É um protótipo disponível gratuitamente na *web*, que apresenta relatórios por *quiz* e por jogador.

Em relação à contextualização da avaliação, o planejamento da avaliação nos três trabalhos focaram apenas em avaliar a reação. O “Projeto Saturno” e “AlgoBot” descreveu como objetivo avaliar a motivação e satisfação dos usuários, considerando dimensões de usabilidade, jogabilidade, experiência do usuário, conteúdo e aspectos pedagógicos. Já o “Dashboard Quizle” descreveu como objetivo avaliar apenas a satisfação ao interagir com o sistema, considerando as dimensões de usabilidade, aspectos pedagógicos, acessibilidade e conteúdo. Nessa etapa, foram definidas as técnicas, instrumentos e artefatos usados na avaliação. O “Projeto Saturno” e “AlgoBot” prevê o uso de teste de usabilidade como técnica, roteiro de avaliador como descrição do passo a passo das tarefas a serem realizadas e questionários de satisfação e de perfil como instrumentos de coleta de dados. O “Dashboard Quizle” incluiu a avaliação colaborativa, além do teste de usabilidade, como técnica, por prever avaliações síncronas. Assim, serão usados observação eletrônica, entrevista e questionários de satisfação e de perfil como instrumentos para coleta de dados.

A seguir é resumido o que foi definido e especificado nas etapas de procedimentos, métodos e instrumentos usados e tarefas realizadas. Foi preenchido o planejamento dos potenciais participantes e período e local das avaliações. Nas avaliações assíncronas, a Equipe de Avaliação foi responsável por enviar os materiais da avaliação para o Usuário-Avaliador; e, sincronicamente, foi responsável em conduzir e observar as sessões avaliações. Nos três projetos, as avaliações foram assíncronas, pois o roteiro de avaliador foi enviado por *e-mail* aos alunos, professores e especialistas. Nesse caso, o “Projeto Saturno” convidou 15 pessoas (10 alunos, dois professores de história e três especialistas em jogos e tecnologia educacional). O “AlgoBot” envolveu 10 pessoas (dois alunos, dois professores da área da computação e seis especialistas em jogos e tecnologia educacional). Já o “Dashboard Quizle” foi avaliado de modo síncrono (por cinco educadores) e assíncrono (por cinco especialistas em jogos, tecnologias educacionais e acessibilidade). Os resultados foram reportados e documentados usando os artefatos propostos, como Diário de Bordo e Relatório de Resultados de Avaliação, no entanto, não estão disponibilizados neste trabalho.

## 6. Discussão

O protocolo proposto e suas aplicações são discutidas a partir da análise das quatro perspectivas (4Ps, *i.e.* Produto, Processo, Pessoa, Projeto) que influenciam a qualidade de um jogo, baseadas em Aslan e Balci (2015). Os resultados do preenchimento do protocolo, descritos na seção anterior, são discutidos com base na observação e análise dos autores deste trabalho.

Em relação ao **produto** final e artefatos gerados, o protocolo Pro-AvaliaJS é um instrumento que pode ser utilizado para auxiliar pesquisadores na documentação de todas as etapas da concepção da avaliação de jogos sérios, visando integrar a avaliação da aprendizagem e da reação. A organização do protocolo permite uma adaptação e flexibilidade em seu preenchimento, podendo ser utilizado em diversos contextos, como a avaliação de um jogo (parcial ou completo) ou qualquer outro objeto de aprendizagem. No entanto, mais avaliações precisam ser realizadas para verificar a validade, usabilidade e abrangência do protocolo. Os três jogos analisados focam na avaliação da reação e não no ensino-aprendizagem, treinamento ou *feedback*. Nesse sentido, também observou-se a necessidade de utilizar o protocolo para concepção da avaliação focada na aprendizagem também, com instrumentos e ferramentas voltadas para este fim, e análise de jogos com este propósito. Como contribuições, foram propostos artefatos que compõem o protocolo, como banco de questões, modelo de diário de bordo e modelo de relatório de resultados de avaliação. O protocolo está disponível no formato de arquivo DOC (abreviação de *document*, de propriedade da *Microsoft*) e só pode ser usado com o programa de computador *Word*, pois está com edição protegida com permissão de áreas para preenchimento. Como isso pode dificultar o acesso ao protocolo, pretende-se criar uma página *web* para criação do formulário interativo do protocolo e demais artefatos. Os outros artefatos estão disponíveis para edição na ferramenta do Google Drive. O Pro-AvaliaJS está sob licença *Creative Commons* ([CC BY-NC-ND 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)).

Sobre métodos e **processos**, o Pro-AvaliaJS foi projetado com base em modelos e atributos consolidados e validados na literatura, conforme descritos nas seções de Referencial Teórico, Trabalhos Relacionados e Descrição do Pro-AvaliaJS. Essas abordagens serviram para fundamentar as decisões sobre formatação e organização do protocolo e artefatos, com objetivo de torná-los genéricos e reusáveis para as necessidades de projetos diversos. Além disso, o uso dos três jogos para analisar e exemplificar o preenchimento do Pro-AvaliaJS também foi importante para esse processo de consolidação e decisões de estruturação do protocolo. Durante o preenchimento, foi possível identificar algumas falhas de estrutura e corrigi-las. Ainda em relação aos processos de uso e avaliação do Pro-AvaliaJS, os protocolos de cada objeto avaliado foram preenchidos por quatro pesquisadores, autores desta pesquisa, que são especialistas em jogos sérios e avaliações.

Em relação às **pessoas**, o Pro-AvaliaJS dá suporte à descrição e especificação dos participantes envolvidos na avaliação do objeto de aprendizagem. Os envolvidos foram divididos em dois grupos: Usuário-Avaliador e Equipe de Avaliação. O Usuário-Avaliador pode ser um usuário-final (aluno ou especialista no domínio de conteúdo) ou um especialista de apoio (e.g, jogos, tecnologia educacional, usabilidade, acessibilidade e outros). A Equipe de Avaliação pode ser composta pelo Pesquisador

(responsável em conduzir a avaliação), Observador (responsável em observar a interação) e Monitor (responsável por mediar o jogo e monitorar respostas dos jogadores). A Equipe de Avaliação também pode ser responsável pelo planejamento, execução e análise da avaliação. A definição desses públicos é fundamental para o melhor funcionamento de todo processo de realização da avaliação. Destaca-se o suporte à avaliação com usuários com deficiências diversas, principalmente ao sugerir itens no Banco de Questão para criação de questionários com um olhar para os aspectos de acessibilidade. Nesse sentido, fica como desafio e trabalho futuro a criação de artefatos com conteúdo e navegação mais acessíveis.

Sobre o **projeto**, foi possível observar o potencial do Pro-AvaliaJS para a integração e comunicação entre as equipes participantes de um projeto de desenvolvimento de um jogo, principalmente por meio do Relatório de Resultados de Avaliações. Esse relatório descreve as sugestões (erros, problemas e falhas) dos avaliadores e define o *status* (em aberto, em desenvolvimento, em análise, feito, em espera, rejeitado e sugestão não se aplica), as prioridades (alta, média e baixa) e as equipes que serão demandadas para solucionar as falhas e os problemas encontrados. A definição do *status* e prioridades pode ser feita por cada equipe individualmente ou em grupo (com representantes de cada uma das equipes). Destaca-se ainda, o uso do Pro-AvaliaJS para evitar o retrabalho e auxiliar na redução de custo e tempo, visto que os artefatos estão disponíveis para reúso. Além disso, as avaliações remotas podem apresentar benefícios ao projeto, como maior flexibilidade, permitindo a colaboração de usuários em horários e locais diferentes. As avaliações remotas foram destacadas neste trabalho por causa dos efeitos da pandemia de Covid-19, porém, trabalhos futuros incluem o uso do protocolo em avaliações presenciais. Por fim, o uso do protocolo de avaliação se revelou importante para apoiar as atividades de verificação e validação dentro do projeto de desenvolvimento do objeto pretendido (um jogo sério, por exemplo), tanto para projetos completos (Projeto Saturno e Algobot) quanto em desenvolvimento (*Dashboard Quizle*).

## 7. Considerações Finais

Mesmo sendo uma etapa fundamental no desenvolvimento de um jogo sério, algumas avaliações são realizadas de maneira informal e carecem de rigor científico. Nesse sentido, protocolos podem ser usados para sistematizar e organizar o planejamento, execução e análise das avaliações. O objetivo deste trabalho é apresentar e descrever o protocolo Pro-AvaliaJS e exemplificar o seu uso em três projetos. O protocolo foi concebido por meio de abordagens consolidadas e validadas na literatura e possui artefatos que podem auxiliar no planejamento, execução e análise das avaliações da reação e aprendizagem. Como principais resultados, destaca-se a análise da exemplificação do uso do protocolo em três projetos diferentes, conforme aspectos do Produto, Processo, Pessoa e Projeto. A análise identificou e discutiu o potencial do Pro-AvaliaJS, sobretudo por ser um protocolo que possui uma organização e estrutura em etapas flexíveis, o que possibilita a adaptação e o reúso para a necessidade do objeto a ser avaliado.

As contribuições deste trabalho são os próprios artefatos criados, como protocolo, banco de questões, diário de bordo e relatório de resultados da avaliação.

Como trabalhos futuros, pretende-se utilizar o Pro-AvaliaJS para o planejamento e execução de avaliações com foco na aprendizagem, verificando a adequação dos artefatos para este fim. Ainda mais, pretende-se realizar uma avaliação da qualidade do protocolo e dos artefatos por especialistas. Outra atividade será desenvolver um *website* para integrar os artefatos e permitir o preenchimento do protocolo de modo interativo, além de oferecer tutoriais e dicas de uso. Além disso, espera-se o uso do Pro-AvaliaJS por outros pesquisadores e desenvolvedores da comunidade acadêmica, no contexto de avaliações remotas e presenciais.

## Referências

- Aslan, S. e Balci, O. (2015). "GAMED: digital educational game development methodology". *Simulation*, 9(4), p. 307-319.
- Basili, V., Caldiera, G. e Rombach, H. (1994). "Goal Question Metric Paradigm." In: *Encyclopedia of Software Engineering*, v. 1, John Wiley & Sons, 1994. p. 528-532.
- Barros, V. R. M., Rocha, R. V. e Goya, D. H. (2021). "Implementação da visualização de relatórios para análise do desempenho dos jogadores em jogos sérios do tipo quiz", In *Workshop Games na Graduação do XX SBGames*, p. 1-4.
- Braga, J. C. (2015). "Objetos de aprendizagem, volume 2: metodologia de desenvolvimento" - Santo André : Editora da UFABC.
- Ghergulescu, I. e 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*. Springer New York, p. 355-378.
- Higuchi, V., Bezerra, D. S., Rocha, R. V. e Goya, D. H. (2021). "AlgoBot: jogo sério para o desenvolvimento do pensamento computacional", In *Anais do Workshop Games na Graduação do XX SBGames*, p. 1-4.
- Kirkpatrick, D. L. e Kirkpatrick, J. D. (2016). "Kirkpatrick's Four Levels of Training Evaluation". ATD Press.
- Medeiros, J. F. (2015). "Avaliação de Usabilidade e Jogabilidade em Jogos para Dispositivos Móveis: Métodos, Técnicas e Ferramentas", In *SBGames*, p. 1-21.
- Melo, A. M., Crespo, Í. M., Medeiros, G. C. e De Oliveira, A. B. (2020). "Estratégias Remotas à Avaliação de Interfaces de Usuário", In *Anais da IV Escola Regional de Engenharia de Software*, p. 1-10.
- Muller, M. J., Haslwanter, J. H., Dayton, T. (1997). "Participatory Practices in the Software Lifecycle", *Handbook of Human-Computer Interaction*, Elsevier.
- Nielsen, J. (1993). "Usability Engineering". Morgan Kaufmann.
- Oliveira, W., Joaquim, S. e Isotani, S. (2020). "Avaliação de Jogos Educativos: Desafios, Oportunidades e Direcionamentos de Pesquisa", In *SBGames*, p. 775-778.
- Oliveira, R., Belarmino, G., Rodriguez, C., Goya, D., Venero, M. F., Júnior, A. O., e da Rocha, R. V. (2019). "Avaliações em Jogos Educacionais: instrumentos de avaliação da reação, aprendizagem e comparação de jogo", In *SBIE*, p. 972-981.

Oliveira, R. N. R. e Rocha, R. V. (2021). “AvaliaJS: Planejamento da Avaliação do Desempenho de Alunos em Jogos Sérios”, In Anais do X CBIE, p. 101-110.

Oliveira, R. N. R., Rocha, R. V. e Goya, D. H. (2021). “Planning the Design and Execution of Student Performance Assessment in Serious Games”, Journal on Interactive Systems, 12(1), p. 172-190.

Pessoa, J. O. e Rocha, R. V. (2021). “Projeto Saturno: jogo sério para a motivação e aprendizagem sobre História do Brasil”, In Anais do Workshop Games na Graduação do XX SBGames, p. 1-4.

Petri, G., von Wangenheim, C.G. e Borgatto, A.F. (2019). “MEEGA+: A Model for the Evaluation of Educational Games for Computing Education”, RBIE, 27(3), p. 52-81.

Rocha, R. V., Bittencourt, I. I. e Isotan, S. (2015). “Avaliação de Jogos Sérios: questionário para autoavaliação e avaliação da reação do aprendiz”, In XIV SBGames, p. 648-657.

Rocha, R. V. (2017). “Critérios para a construção de jogos sérios”, In Anais do XXVIII SBIE, p. 947-956.

Santos, W. S. (2018). “Um Modelo de Avaliação para Jogos Digitais Educacionais” (Tese), Programa de Pós-Graduação em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial, Centro Universitário SENAI CIMATEC.