

Promoção da Autonomia dos Atores no Processo de Criação de Jogos Digitais Educacionais

Rafael D. Araújo

Faculdade de Computação
Universidade Federal de Uberlândia (UFU)
Monte Carmelo, MG, Brasil
rafael.araujo@ufu.br

Isabela Gasparini

Departamento de Ciência da Computação
Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC)
Joinville, SC, Brasil
isabela.gasparini@udesc.br

Resumo—O processo de desenvolvimento de jogos digitais educacionais apresenta diversos desafios. A autoria é um deles, intensificada pela infinidade de domínios de aplicação e no consumo de tempo para programar e disponibilizar cada novo jogo. Dessa forma, existe uma lacuna entre o processo criativo dos jogos digitais educacionais e seu desenvolvimento, causando uma ruptura de escala entre a necessidade da criação desses artefatos para fins específicos e seu efetivo uso. Assim, este trabalho discute o desafio de criar arquiteturas e ecossistemas de software para proporcionar uma maior autonomia na construção de jogos digitais educacionais por diferentes atores, mantendo características de softwares educacionais e, ainda, para permitir o acompanhamento do processo de aprendizagem. Para isso, o artigo discute este desafio do ponto de vista dos professores, estudantes e gestores, e seus diferentes papéis nesse contexto.

Palavras-chave—jogos digitais educacionais, autoria, processo criativo, autonomia

I. INTRODUÇÃO

A busca por estratégias que vão além das metodologias tradicionais de ensino, especialmente aquelas que relacionadas com Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC), proporciona contribuições positivas e desafios ao processo de ensino e aprendizagem [1]. O período da pandemia de COVID-19 destacou a necessidade de soluções computacionais em diversas frentes para a área de Tecnologias Sociais e Educacionais. Nota-se, também, movimentos de avanço nas discussões sobre a transformação digital e inserção de tecnologias em diferentes setores, como a recém-criada Política de Inovação Educação Conectada, instituída pela Lei Nº 14.180, de 1º de julho de 2021 [2], que contempla, dentre outras ações, a “disponibilização de materiais pedagógicos digitais gratuitos, preferencialmente abertos e de domínio público e licença livre, que contem com a efetiva participação de profissionais da educação em sua elaboração” e o “fomento ao desenvolvimento e à disseminação de recursos didáticos digitais, preferencialmente em formato aberto”.

Uma das possíveis alternativas nesse cenário é a utilização de jogos digitais educacionais como artefatos tecnológicos facilitadores do processo de ensino e aprendizagem de diferentes áreas do conhecimento e idades [3] [4] [5] e que estimulam a concentração, percepção, raciocínio e abstração [6] [7] [8]. No entanto, jogos digitais que focam apenas em praticar tarefas repetitivas, como aqueles criados na primeira geração desse

tipo de jogo, ou que são mal projetados, se tornam obsoletos rapidamente ou podem não ser tão efetivos na educação [9] [10]. Assim, torna-se importante criar mecanismos mais dinâmicos, bem como envolver os atores (sejam professores, estudantes ou gestores) no processo de criação da proposta tecnológica, e não somente os profissionais especializados, a fim de tornar esse processo mais empático e melhorar sua adoção [11].

Contudo, o processo de desenvolvimento de jogos digitais educacionais apresenta diversos desafios, que vão desde o levantamento das necessidades dos usuários, passando pelo projeto, implementação, implantação e avaliação [12]. Em especial, é importante destacar o desafio da autoria desses artefatos, uma vez que existe uma infinidade de domínios que podem ser aplicados, sendo necessário que se tenham pessoas especialistas no domínio envolvidas no processo de desenvolvimento para definir os objetivos de aprendizagem para um conteúdo específico e, ainda, avaliar se realmente estão sendo efetivos como suporte [8].

Dessa forma, existe uma lacuna entre o processo criativo dos jogos digitais educacionais e seu desenvolvimento, que causa uma ruptura de escala entre a necessidade da criação desses artefatos para fins específicos e seu efetivo uso, visto que, geralmente, especialistas de domínio não possuem as habilidades necessárias para implementação do jogo e programadores geralmente não possuem o conhecimento de domínio fundamental para o contexto. Além disso, a existência de uma grande variedade de motores de jogo utilizados para o desenvolvimento e, também, de dispositivos computacionais com diferentes plataformas que são usados para executar os jogos, são fatores atenuantes nesse contexto. Ou seja, se por um lado pode ser um fator positivo para a democratização e utilização desses artefatos em diferentes plataformas e cenários, por outro amplifica o fator negativo do ponto de vista da complexidade da criação e manutenção de jogos digitais educacionais de qualidade.

Pesquisas da área têm buscado criar processos, metodologias e *frameworks* para criação de jogos digitais educacionais que envolvem equipes multidisciplinares, muitas vezes focadas na questão de criatividade. Nadolski et al. [13] afirmam que o desenvolvimento de jogos sérios requer o uso de metodologias específicas e torna o produto mais caro. Eles propuseram uma

metodologia e um kit de ferramentas para o desenvolvimento de jogos sérios no ensino superior chamada de EMERGO que envolve diferentes atores no processo, como professores, técnicos educacionais e outros especialistas, como designers gráficos e designers de jogos.

O método AIMED (*Agile, Integrative and open Method for open Educational resources Development*) [14] integra práticas de design instrucional, design de jogos, modelagem de simulação, engenharia de software e gerenciamento de projetos durante o processo de desenvolvimento de recursos educacionais abertos, incluindo jogos digitais sérios. A metodologia proposta em [15] consiste na criação de um jogo principal com missões e um conjunto de mecanismos de aprendizagem (questionários, quebra-cabeças ou minijogos) relacionadas com o jogo principal, porém independentes e jogados em paralelo com o jogo principal. A ideia de se criar mecanismos de aprendizagem separados tem o potencial de promover a autonomia dos autores, no entanto, a metodologia apresentada não deixa claro como e quando os atores são envolvidos no processo.

A metodologia ABCDE [16] foi fundamentada em modelos e teorias que fomentam a criatividade e apresenta um aparato utilizado para a concepção de mecânicas de jogos sérios. A sua proposta consiste na execução de um *workshop* que utiliza as ferramentas de *brainstorming* e *game sketching* em ciclos que envolvem a geração, permutação e visualização de ideias entre os participantes até um ponto de convergência.

Entretanto, essas propostas ainda estão focadas na criação de cada jogo de forma individualizada, sem fornecer subsídios para adaptações que eventualmente poderiam ser realizadas apenas por professores, que são especialistas de domínio, gestores e estudantes, sem que todo o processo necessite ser repetido visando a criação de um novo jogo. Ou seja, apesar de auxiliar nas etapas do processo de desenvolvimento de jogos, não promovem efetivamente a autonomia dos atores educacionais no processo de criação, pois ainda são dependentes de equipes técnicas de programadores.

É preciso, então, pensar em plataformas computacionais e ecossistemas de software que permitam que especialistas de domínio (nesse caso, professores) – ou até mesmo, usuários finais (nesse caso, estudantes) – consigam co-criar e adaptar o *game design* de maneira específica ao seu contexto educacional, por exemplo, alterando elementos dos jogos, suas mecânicas, fases de jogo específicos, para suas necessidade e objetivos de aprendizagem de forma mais fácil e sem o envolvimento constante de programadores para a implementação. Essa abordagem é semelhante ao chamado End-user Development (EUD) e End-User Programming (EUP) e se referem a campos de pesquisa que estudam métodos e técnicas para capacitar os usuários finais a modificar e criar artefatos digitais [17]. Deste modo, a equipe técnica (e.g. os programadores e desenvolvedores) continua se tornando necessária, porém com foco diferente, para contribuir com o desenvolvimento de artefatos e ecossistemas de software que facilitem o processo de autoria por parte dos professores, gestores e/ou estudantes.

II. DESAFIO DE PESQUISA E DIRECIONAMENTOS

O desafio proposto é **criar mecanismos arquiteturais e de projetos que permitam que *stakeholders* do contexto educacional possam participar com mais autonomia do processo criativo e construção de jogos digitais educacionais a serem publicados em repositórios, além de fornecer subsídios para acompanhamento e monitoramento do processo de aprendizagem, de forma a promover sua escalabilidade sem a necessidade do envolvimento constante de uma equipe técnica de programadores para viabilizar a criação de novos jogos com o mesmo *Game Design***. Atualmente, existe uma grande variabilidade de motores de jogo, *frameworks* e ferramentas utilizados para o desenvolvimento de jogos digitais. A ideia central é projetar arquiteturas e ecossistemas de software que viabilizem que pessoas não técnicas consigam criar histórias e mecânicas de jogos com uma certa autonomia, mas que mantenham características de softwares educacionais para permitir o acompanhamento do processo de aprendizagem. Assim, tanto professores quanto estudantes podem atuar como criadores de jogos digitais contextualizados, promovendo escalabilidade de soluções em repositórios especializados (preferencialmente abertos) e exercitando as competências gerais da Educação Básica definidas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) [18]. Além disso, supervisores e gestores também devem ser incluídos como facilitadores e estimuladores nesse processo, além de fornecer a eles evidências do processo de aprendizagem nesses ambientes. Além do impacto educacional, o desafio proposto também traz um potencial impacto social, dado que, ao ser solucionado, permitirá a inserção de elementos inovadores no processo de aprendizagem, fazendo com que os conteúdos ensinados possam ser cada vez mais contextualizados com a realidade em que as pessoas estão inseridas.

A. Professores como especialistas de domínio

Atualmente, professores que desejam criar um jogo digital específico para um determinado assunto de sua disciplina precisam de envolver uma equipe técnica de programadores para viabilizá-lo. Na prática, o que percebemos é que pesquisadores da área de tecnologias educacionais fazem essa conexão. No entanto, essa estratégia não é escalável do ponto de vista da criação desses artefatos. É preciso estimular e proporcionar mais autonomia aos especialistas de domínio, que são professores de diferentes áreas do conhecimento que possuem necessidades específicas do contexto em que estão inseridos. Segundo Moran (2018) [19], pesquisas da neurociência mostram que “cada pessoa aprende o que é mais relevante e o que faz sentido para si, o que gera conexões cognitivas e emocionais”. Além da criação, também é importante prover mecanismos de monitoramento e avaliação da aprendizagem de seus estudantes, de forma a facilitar e dinamizar a identificação de dificuldades por meio de técnicas de Analíticas de Aprendizagem (do inglês, *Learning Analytics*) [20] e auxiliar na intervenção mais apropriada a cada estudante. No contexto de jogos digitais, essa área também é

chamada de Analíticas de Aprendizagem em Jogos *Game Learning Analytics*, dado seu potencial e aplicabilidade práticos de uso de abordagens de análises baseadas em dados sobre as interações dos estudantes [21], como forma de encontrar evidências de como o aprendizado ocorre nesse contexto.

Somente no Brasil, por ser um país muito extenso, populoso e diversificado, existem inúmeros contextos educacionais diferentes. Suponha, neste caso, que Joana é uma professora do Sul do país, que esteja trabalhando o conceito de alimentação saudável, por exemplo, e deseja criar um jogo digital que exercite questões e particularidades locais e/ou regionais, como aqueles relacionados alimentos típicos que seus estudantes costumam encontrar onde moram, como frutas e verduras. Nesse cenário, no contexto atual, três hipóteses podem ser levantadas: 1) Joana busca então por jogos existentes e percebe haver um jogo, voltado ao mesmo público-alvo, crianças do ensino fundamental. Porém, o jogo foi desenvolvido por um grupo internacional, e além de estar em inglês, possui frutas e legumes nunca vistos em sua região; 2) Joana decide aprender uma das ferramentas existentes idealizadas com o intuito de facilitar a criação de jogos digitais, como a linguagem de programação Scratch¹ ou as plataformas Buildbox² ou FazGame³; e, 3) Joana decide contratar uma empresa/equipe para projetar e implementar o jogo digital desejado.

Em resumo, as três hipóteses levantam problemas. Na hipótese 1, Joana não consegue alterar o idioma ou as frutas e legumes existentes no jogo. Isso pode acontecer por diferentes razões, por exemplo, pelo jogo ser fechado, ou ainda, mesmo com arquitetura aberta, ser difícil e custoso para Joana fazer as alterações necessárias. Na hipótese 2, há uma curva de aprendizado para que Joana consiga aprender as funções desejadas, projetar e disponibilizar o jogo criado. Na hipótese 3, Joana pode ter um custo muito alto para um único jogo *stand-alone*. Por fim, em todas as hipóteses mencionadas ainda é possível notar a lacuna de não permitir que Joana acompanhe o processo de aprendizagem de seus estudantes.

B. Estudantes como construtores ativos do seu próprio conhecimento

A tecnologia exerce um papel fundamental para o fomento de metodologias ativas de aprendizagem [19]. Suponha um jogo digital no contexto da disciplina de Química que exercita as características e propriedades de elementos químicos. Apesar do professor ter construído uma história de jogo utilizando um elemento específico, o próprio estudante poderia ter a possibilidade de mudar a história para utilizar um outro elemento para experienciar o efeito resultante. Ademais, o professor também poderia utilizar ferramentas como proposta metodológica para que cada estudante (ou grupos) possa criar suas histórias e, a partir daí, conduziria discussões acerca do conteúdo. Essa estratégia está bastante alinhada com as competências gerais da BNCC, em especial a primeira delas: “Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo

físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva” [18]. É importante reforçar a ideia da proposta de ecossistemas de software para permitir não só essa criação de forma mais autônoma, mas também o monitoramento e acompanhamento do processo da aprendizagem, fomentando a transparência e uma maior percepção do autoconhecimento.

C. Supervisores/gestores como facilitadores da construção colaborativa

Por fim, supervisores e gestores educacionais também exercem um papel importante para facilitar e promover a autonomia na construção de jogos digitais. A solução proposta deve incluí-los no processo com permissões que permitam a realização de análise de dados para garantir a equidade de oportunidades para os estudantes por meio de técnicas de Analíticas de Aprendizagem e cuidar de questões éticas e privacidade sobre os dados educacionais [20]. Ainda, são responsáveis por fomentar repositórios locais (possivelmente abertos) desses artefatos e permitir a troca de experiências e conhecimento entre os envolvidos. A seguinte situação de uso pode ser delineada para exemplificação: a gestora busca identificar como os jogos educacionais aplicados nas diferentes turmas e disciplinas estão auxiliando os estudantes no processo de ensino-aprendizagem ou, ainda, quais são os conteúdos que apresentam maiores dificuldades de aprendizagem e, indo além, quais são os principais pontos em que ocorrem. Para tal, é possível buscar análises da evolução de cada turma e/ou disciplina ou, ainda, observar características e comportamento relacionado com a criação colaborativa.

III. AVALIAÇÃO DO PROGRESSO

A avaliação incremental do progresso do desafio proposto pode e deve ser feita de forma quantitativa e qualitativa e com a participação de todos envolvidos, de maneira formativa. Do ponto de vista quantitativo, é possível avaliar pontos relacionados aos repositórios de jogos digitais criados/evoluídos quanto à quantidade de artefatos e ferramentas com o propósito de auxiliar na autoria, bem como uso de técnicas de mineração de dados educacionais e analíticas de aprendizagem para avaliar o processo de aprendizagem dos estudantes. Além disso, também é possível olhar quantitativamente para os domínios de conhecimento e contextos cobertos pelos jogos e, ainda, para a quantidade de horas jogadas e utilizadas para a criação. Pode-se, ainda, observar a interação dos estudantes tanto para a cocriação quanto para o uso dos jogos, com medidas em relação a interação entre os diferentes atores e nível de colaboração, interação jogo-jogador, desempenho individual, desempenho da equipe, dentre outras.

Do ponto de vista qualitativo, é possível avaliar a evolução da qualidade dos jogos criados em diferentes contextos e cenários, as teorias pedagógicas que dão suporte para o desenvolvimento dos jogos, além da percepção da experiência do usuário (UX) quanto à utilização desses artefatos e a sua contribuição para o processo de ensino e aprendizagem. Dentre

¹<https://scratch.mit.edu/>

²<https://buildbox.com/>

³<https://www.fazgame.com.br/>

as possíveis análises e avaliação, pode-se pensar em engajamento, motivação, satisfação, impacto no nível de conhecimento, facilidade de aprendizagem do conteúdo abordado, acessibilidade, dentre outras.

IV. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou uma discussão sobre desafios para a promoção da autonomia dos atores no processo de criação de jogos digitais educacionais, que pode ser tratado de diferentes pontos de vista. Buscou-se apresentar caminhos para aumentar a atuação dos professores especialistas de domínio, estudantes e supervisores e gestores no processo de concepção de jogos digitais educacionais, de maneira a fomentar uma maior participação de profissionais da educação na criação desses artefatos como materiais pedagógicos digitais e criar uma infraestrutura que reduza os custos de produção e manutenção, bem como forneça subsídios para o um entendimento mais profundo do processo de aprendizagem nesse contexto.

Essa perspectiva não exclui a dependência do programador ou equipe técnica, mas muda seu papel perante o processo de criação, tornando focado em projetar e desenvolver soluções computacionais para fomentar a autonomia dos outros atores nesse contexto. Sabe-se que este é um processo de longo prazo e que necessita a união de esforços e sinergia de uma comunidade multidisciplinar para criar soluções para o desafio proposto. Além disso, é importante que as propostas sejam, de fato, viáveis e transferidas para a sociedade.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Federal de Uberlândia e à Universidade do Estado de Santa Catarina pelo apoio concedido ao trabalho. Também agradecemos o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) 308395/2020-4, FAPESC (edita FAPESC/CNPq No. 06/2016 projeto T.O. No.2017TR1755 - Ambientes Inteligentes Educacionais com Integração de Técnicas de Learning Analytics e de Gamificação) e FAPESC/UDESC no 04/2018 – Apoio à Infraestrutura para Grupos de Pesquisa da UDESC, definido no âmbito do Acordo de Cooperação Técnica e Financeira - T.O No 2019TR585.

REFERÊNCIAS

- [1] M. A. B. d. Novaes, E. S. d. Silva, M. K. R. Costa, P. A. d. Amorim, F. L. M. Machado, A. M. M. R. Machado, J. S. Moura, C. R. B. d. Paiva, I. S. Martins, F. G. d. O. Paulino, M. N. d. Araújo, J. L. d. Medeiros, and A. S. André, "Active methodologies in the teaching and learning process: Emerging didactic alternatives," *Research, Society and Development*, vol. 10, no. 4, p. e37710414091, 2021.
- [2] Brasil, "Lei nº 14.180, de 1º de julho de 2021," 2021, Diário Oficial da União, Edição 123, Seção 1, Página 1. [Online]. Available: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/lei-n-14.180-de-1-de-julho-de-2021-329472130>
- [3] P. M. F. Coelho and J. A. Valente, "O uso de games digitais como ferramenta pedagógica aplicada ao ensino de língua portuguesa e suas literaturas," *Veredas Revista Interdisciplinar de Humanidades*, vol. 4, no. 7, pp. 143–158, 2021.
- [4] F. M. Oliveira and H. R. Hildebrand, "Ludicidade, ensino e aprendizagem nos jogos digitais educacionais," *Informática na Educação: Teoria & Prática*, vol. 21, no. 1, pp. 106–120, 2018.
- [5] C. A. Paiva and R. Tori, "Jogos digitais no ensino: Processos cognitivos, benefícios e desafios," in *Proceedings of SBGames 2017*, 2017, pp. 1052—1055.
- [6] M. M. Campano Junior and H. C. de Souza, "Avaliação pedagógica com base na união dos componentes dos jogos educacionais e das teorias de aprendizagem," in *Proceedings of SBGames 2020*, 2020, pp. 551–558.
- [7] J. Hochsprung and D. M. Cruz, "Jogos digitais/eletrônicos em sala de aula: uma revisão sistemática," in *Proceedings of SBGames 2017*. SBC, 2017, pp. 1132–1135.
- [8] R. Rocha, I. Bittencourt, and S. Isotani, "Análise, projeto, desenvolvimento e avaliação de jogos sérios e afins: uma revisão de desafios e oportunidades," in *Anais do XXVI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2015)*, 2015, pp. 692–701.
- [9] B. Gros, "Digital games in education," *Journal of Research on Technology in Education*, vol. 40, no. 1, pp. 23–38, 2007.
- [10] C. A. Pimentel, M. L. Bergamo, and P. de Freitas Melo, "Levantamento de requisitos para jogos educativos infantis," in *Proceedings of SBGames 2019*, 2019, pp. 995–1004.
- [11] K. Battarbee, J. F. Suri, and S. G. Howard, "Empathy on the edge: Scaling and sustaining a human-centered approach in the evolving practice of design," *IDEO*, pp. 1–14, 2014, disponível em: <https://www.ideo.com/news/empathy-on-the-edge>.
- [12] W. O. dos Santos and S. Isotani, "Desenvolvimento de jogos educativos? desafios, oportunidades e direcionamentos de pesquisa," *RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação*, vol. 16, no. 2, pp. 180–189, 2018.
- [13] R. J. Nadolski, H. G. K. Hummel, H. J. van den Brink, R. E. Hoefakker, A. Sloodmaker, H. J. Kurvers, and J. Storm, "Emergo: A methodology and toolkit for developing serious games in higher education," *Simulation & Gaming*, vol. 39, no. 3, pp. 338–352, 2008.
- [14] R. V. Rocha, P. H. D. Valle, J. C. Maldonado, I. I. Bittencourt, and S. Isotani, "AIMED: Agile, Integrative and Open Method for Open Educational Resources Development," in *2017 IEEE 17th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)*, 2017, pp. 163–167.
- [15] A. F. S. Barbosa, P. N. M. Pereira, J. A. F. F. Dias, and F. G. M. Silva, "A New Methodology of Design and Development of Serious Games," *International Journal of Computer Games Technology*, vol. 2014, 2014.
- [16] D. S. Possamai, M. d. S. Hounsell, and I. Gasparini, "The ABCDE Methodology: Emphasizing Creativity in the Design of Serious Games," *iSys - Brazilian Journal of Information Systems*, vol. 14, no. 1, p. 24–55, May 2021.
- [17] B. R. Barricelli, F. Cassano, D. Fogli, and A. Piccinno, "End-user development, end-user programming and end-user software engineering: A systematic mapping study," *Journal of Systems and Software*, vol. 149, pp. 101–137, 2019.
- [18] Brasil. Base Nacional Comum Curricular (BNCC), Ministério da Educação. [Online]. Available: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase>
- [19] J. Moran, "Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda," in *Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática*, ser. Desafios da Educação, L. Bacich and J. Moran, Eds. Porto Alegre: Penso, 2018.
- [20] R. Ferguson, "Learning analytics: drivers, developments and challenges," *International Journal of Technology Enhanced Learning*, vol. 4, no. 5/6, pp. 304–317, 2012, also translated into Italian. Learning analytics: fattori trainanti, sviluppi e sfide TD Technologie Didattiche, 22(3), 138-147.
- [21] M. Freire, A. Serrano-Laguna, B. M. Iglesias, I. Martínez-Ortiz, P. Moreno-Ger, and B. Fernández-Manjón, *Game Learning Analytics: Learning Analytics for Serious Games*. Cham: Springer International Publishing, 2016, pp. 1–29.