

Uma proposta de arquitetura computacional para autoria de jogos digitais educacionais com suporte a técnicas de analíticas de aprendizagem - STUDX

João Gabriel de Matos Dairel¹, Renan Gonçalves Cattelan¹ (coorientador),
Rafael Dias Araújo¹ (orientador)

¹Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação – Faculdade de Computação
Universidade Federal de Uberlândia (UFU) – Uberlândia – MG – Brasil

{jgmdairel, renan, rafael.araujo}@ufu.br

Abstract. *Basic Education teachers have sought strategies that go beyond traditional teaching methodologies. One possibility is using educational digital games. However, creating digital games is a difficult task and requires specialized technical teams, in addition to application domain specialists, such as Basic Education teachers. Thus, there is a temporal gap between the demand of domain specialists and the development and availability of these artifacts. Thus, this work proposes a software architecture project that allows the dynamic creation of stages of educational digital games with learning analytics features.*

Resumo. *Professores da Educação Básica têm buscado estratégias que vão além das metodologias tradicionais de ensino. Uma possibilidade é a utilização de jogos digitais educacionais. No entanto, criar jogos digitais é uma tarefa difícil e que demanda equipes técnicas especializadas, além dos especialistas do domínio de aplicação, como professores da Educação Básica. Assim, há uma lacuna temporal entre a demanda dos especialistas de domínio e o desenvolvimento e disponibilização desses artefatos. Dessa forma, este trabalho propõe uma arquitetura de software que permite a criação dinâmica de fases de jogos digitais educacionais com recursos de analíticas de aprendizagem.*

1. Introdução

Metodologias de aprendizagem são conjuntos de práticas e procedimentos que educadores, mentores e professores usam para auxiliar e enriquecer as jornadas de aprendizagem dos estudantes e os ajudam a atingir seus objetivos [McDowell and Sambell 1999]. Tradicionalmente, muitos professores adotam o modelo de aula expositiva em que o ensino acontece no formato de palestras que expõem o conteúdo de livros-texto. Aprender é um processo que deve produzir mudanças desejadas no comportamento dos estudantes. Conseqüentemente, as situações de aprendizagem utilizadas nas salas de aula são importantes para a compreensão dos conceitos ensinados. A aprendizagem ocorre quando um *insight* é obtido, e quando os processos são compreendidos, em suma, quando a interação ocorre entre o professor e os alunos e entre alunos e seus pares [McDowell and Sambell 1999].

Cada disciplina, sem dúvida, tem desafios únicos, bem como vantagens e oportunidades quando se trata de ensino inovador. O desenvolvimento do aprendizado

do aluno no contexto do ensino e aprendizagem é atualmente uma causa global de preocupação. O grande tamanho de turmas levaram a um movimento crescente no sentido de uma metodologia principalmente de palestras para o ensino que levou a muito menos interação entre estudantes e professores e a qualidade da aprendizagem fica assim comprometida [McDowell and Sambell 1999]. O que é necessário é um conceito centrado no estudante através da aquisição de habilidades de resolução de problemas em vez de uma sobrecarga de estudantes com apenas informações.

Um exemplo de recurso de aprendizagem que pode ser utilizado nesse contexto de aprendizagem ativa são os jogos sérios, que estão sendo cada vez mais utilizados na educação como ferramenta de ensino e aprendizagem [Bado 2022, Ullah et al. 2022]. Nesse contexto, os jogos educacionais são projetados para serem educativos, além do entretenimento, proporcionando aos estudantes oportunidades de aprender novos conceitos e habilidades, resolver problemas e tomar decisões em situações da vida real de uma maneira lúdica. No entanto, o desenvolvimento de jogos é um processo complexo e demorado que requer uma combinação de habilidades técnicas e criativas. Enquanto alguns desenvolvedores de jogos têm formação em ciência da computação ou programação, outros vêm de uma formação mais criativa e podem não ter o mesmo nível de conhecimento técnico para programar um jogo. Esse processo normalmente envolve vários estágios antes de ser lançado ao público, incluindo ideação, prototipagem, desenvolvimento, teste e implantação [Burroughs 2017]. Além disso, é importante que os dados produzidos por esses jogos sejam analisados do ponto de vista do percurso de aprendizagem e forneça feedback tanto para professores quanto para estudantes. Assim, técnicas de Game Learning Analytics (ou Analíticas de Aprendizagem em Jogos) surgem com métodos apropriados para entender o comportamento e as preferências do jogador em jogos digitais e fornecer informações valiosas sobre como os jogadores interagem com os jogos, permitindo que os desenvolvedores tomem decisões pontuais sobre o design do jogo e melhorem a experiência do jogador [Nielsen and Mathiasen 2013].

Nesse contexto, há um problema de escalabilidade do desenvolvimento dos jogos, visto que há uma forte dependência de pessoas que possuem formação/*background* de programação. Pessoas não desenvolvedoras (sem essa formação) podem não estar familiarizados com algum software de autoria e as ferramentas usadas no desenvolvimento de jogos, ou podem não ter as habilidades técnicas para criar e programar jogos complexos. Isso pode levar a dificuldades na criação de jogos digitais educacionais para um domínio específico. À medida que o processo de desenvolvimento do jogo se torna mais complexo, os não desenvolvedores podem ter dificuldades para gerenciar as muitas tarefas e responsabilidades envolvidas na criação de um jogo. Por exemplo, eles podem não conseguir se comunicar efetivamente com a equipe de desenvolvimento, levando a falhas de comunicação e atrasos, além da necessidade de recursos financeiros para contratá-los, o que pode afetar negativamente a qualidade e a escalabilidade do jogo [Basawapatna et al. 2010].

Dessa forma, esta pesquisa visa responder as seguintes questões: **QP1** - Quais requisitos são necessários para a criação dinâmica de jogos digitais educacionais Web com suporte a *Learning Analytics*? e **QP2** - Qual a percepção de professores acerca de uma ferramenta de autoria dinâmica de jogos digitais educacionais com suporte a *Learning Analytics*?

2. Motivação

De acordo com o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), no ano de 2021, foram registradas 46,7 milhões de matrículas nas 178,4 mil escolas de educação básica no Brasil. Já no ano de 2022 foram registradas 35,9 milhões de matrículas nas escolas de educação básica brasileiras, representando 23,13% de queda no número de matrículas em relação ao ano de 2021 [INEP 2022]. A falta de recursos financeiros e tecnológicos nas escolas públicas brasileiras é uma barreira significativa para a implementação de métodos digitais e mais interativos de ensino. Muitas escolas sofrem com a falta de equipamentos básicos tais como computadores, projetores, e até mesmo acesso à Internet, o que torna muito complexo, senão inviável, com que professores adotem tais métodos de ensino em suas disciplinas. Além da falta de recursos financeiros e tecnológicos, uma pequena parcela dos professores se adéquam a meios digitais, para que possam efetivamente integrar tecnologia ao ensino, motivado principalmente pela falta de incentivo e recursos [Romero et al. 2019].

Estudos indicam que aproximadamente 75% das escolas públicas no Brasil não possuem acesso à Internet de qualidade e apenas 40% possuem laboratórios de informática, o que dificulta a utilização de plataformas digitais [Seade 2019]. Além disso, muitos professores enfrentam dificuldades para se adaptar às novas tecnologias, principalmente aqueles com mais idade e menos experiência em informática. A falta de treinamento adequado dificulta a utilização eficiente dessas ferramentas, prejudicando a qualidade do ensino. No entanto, a inclusão de tecnologias digitais na educação pode trazer muitos benefícios, como aumentar a motivação dos estudantes, melhorar a interação entre alunos e professores e oferecer mais recursos para o ensino. Por isso, é importante que as escolas públicas e os professores tenham acesso a treinamento e recursos tecnológicos para aproveitar ao máximo as possibilidades da tecnologia no ensino. Investimentos em infraestrutura e capacitação de professores são essenciais para garantir uma educação de qualidade para todos.

Em um trabalho de conclusão de curso de graduação realizado anteriormente, foi criada uma proposta inicial que permite a criação dinâmica de fases de jogos digitais Web para o contexto da disciplina de Química [Dairol 2021]. A dinamicidade ocorria a partir da junção de módulos previamente definidos para compor uma fase de jogo. A Figura 1 mostra um exemplo com um módulo de obstáculo de balões (esquerda) e um módulo de questão de múltipla-escolha (direita) adicionado ao final da fase de jogo. A ideia é continuar o trabalho de forma a detalhar melhor a arquitetura, desenvolver os componentes e validá-los com professores de outros domínios do conhecimento.

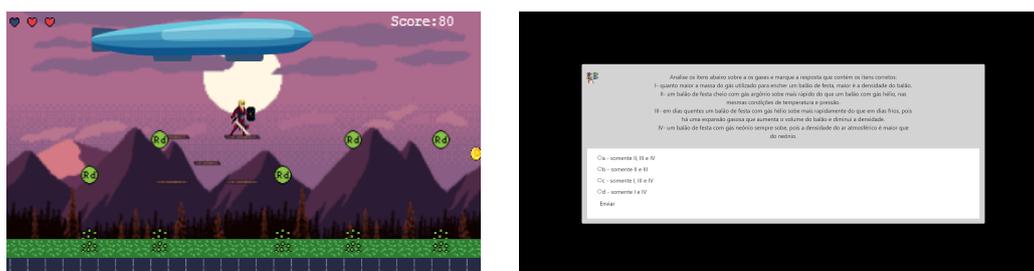


Figura 1. Captura de tela com imagem de um trecho de uma fase de jogo (esquerda) e do módulo de quiz.

3. Objetivos

O objetivo geral desta proposta de dissertação é desenvolver um **modelo arquitetural** que permita a **criação dinâmica** de jogos digitais educacionais para plataformas Web com suporte a técnicas de **analíticas de aprendizagem**. A partir do objetivo geral, pode-se definir os seguintes objetivos específicos:

- Entender o funcionamento de *frameworks* específicos para desenvolvimento de jogos na Web;
- Identificar de requisitos necessários para implementação de técnicas de analíticas de aprendizagem em jogos digitais;
- Criar um repositório de recursos para criação de jogos digitais educacionais com suporte à analíticas de aprendizagem utilizando tecnologias da Web;
- Realizar um estudo de caso utilizando o modelo proposto.

4. Metodologia

Esta proposta de dissertação de mestrado está pautada em uma metodologia que envolve pesquisa aplicada exploratória. O caráter exploratório acontecerá com o estudo da literatura para levantamento de requisitos para a modelagem da arquitetura, complementado com uma sessão de design participativo com professores da educação básica. O caráter experimental acontecerá com a validação da prova de conceito construída, por meio de workshops, também com professores e profissionais de desenvolvimento de jogos, com a coleta de percepções por entrevistas e questionários.

O trabalho será conduzido em várias etapas para atingir o objetivo proposto. Inicialmente, será realizada a idealização do projeto, que envolverá a definição clara dos objetivos, escopo e requisitos arquiteturais para criação dinâmica de jogos. Em seguida, será conduzida uma extensa pesquisa bibliográfica para explorar as melhores práticas, técnicas e abordagens utilizadas na área de criação de jogos e arquitetura de software. Será realizado um *workshop* com professores da educação básica como etapa de refinamento dos requisitos. Nesse contexto, uma possibilidade é o uso do método de design chamado de *Speed Dating* que visa explorar e comparar conceitos de *design* antes da implementação da tecnologia em si [Davidoff et al. 2007].

Após a revisão da literatura, serão modelados diagramas para projetar, visualizar e documentar a arquitetura proposta, incluindo a identificação dos componentes-chave e as interações entre eles. Em seguida, será implementada uma prova de conceito para permitir a validação dos requisitos levantados e avaliar a viabilidade da proposta, permitindo a identificação de possíveis melhorias e ajustes necessários. Além disso, para obter *insights* e *feedback* mais aprofundados, será realizado um workshop com professores da educação básica de diferentes domínios de atuação. Serão aplicados questionários para mapeamento do perfil dos participantes e coleta de dados quantitativos. Esses instrumentos ainda serão selecionados/construídos durante a etapa de revisão da literatura. Uma possibilidade é o uso do instrumento Technology Acceptance Model (TAM) para avaliar percepções quanto a utilidade, facilidade de uso e aceitação [Davis 1989].

O *design* participativo é uma abordagem fundamental na concepção de projetos e soluções que buscam atender às necessidades e desejos das pessoas envolvidas. Essa abordagem propõe um processo colaborativo, no qual os usuários finais são ativamente

envolvidos desde as fases iniciais do projeto [Preece et al. 2019]. Essa abordagem visa garantir que as soluções desenvolvidas sejam verdadeiramente relevantes, eficazes e satisfatórias para aqueles que as utilizarão. Ao permitir que os usuários expressem suas opiniões, compartilhem suas experiências e participem ativamente na definição de requisitos e na tomada de decisões, o design participativo promove a inclusão, a empatia e a co-criação. Com a participação dos usuários ao longo de todo o processo, desde a identificação do problema até a implementação da solução, o design participativo busca construir produtos e serviços que atendam às necessidades reais das pessoas, contribuindo para uma experiência mais significativa e impactante.

4.1. Atividades Realizadas

Este trabalho se encontra com aproximadamente 16 meses desde o ingresso no Programa de Pós-Graduação. Apesar de avançado no prazo regular, planeja-se solicitar uma extensão de prazo, ou seja, com término previsto para meados de 2024. Além da conclusão dos créditos referentes às disciplinas do curso, foi conduzida uma revisão bibliográfica acerca do tema e a escrita de um capítulo de livro que resultou em uma publicação no livro “*Grand Research Challenges in Games and Entertainment Computing in Brazil - GrandGamesBR 2020–2030*” [de Matos Dairiel et al. 2023]. Ainda, está sendo escrito um projeto para submissão ao Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Uberlândia para autorização da coleta de dados junto aos professores da educação básica. Planeja-se identificar os requisitos, modelar a proposta e desenvolver uma prova de conceito até o início de 2024, como resposta à QP1. Na sequência, serão realizadas as entrevistas com professores para responder à QP2. Os dados coletados serão analisados para escrita de artigos científicos e da dissertação de mestrado.

5. Resultados Esperados

O principal resultado esperado é a criação de uma arquitetura de software que permita a criação dinâmica de jogos educacionais Web por pessoas sem experiência em desenvolvimento de jogos. Isso implica projetar um arcabouço computacional para não desenvolvedores, fornecendo ferramentas e recursos que permitam a criação, personalização e modificação de jogos de forma flexível e interativa.

Baseado na ideia de que a arquitetura de software deve possibilitar a seleção de elementos de jogo, como personagens, cenários, mecânicas e objetivos, espera-se criar um repositório de recursos digitais estruturados para permitir opções de personalização para adaptar o jogo de acordo com as preferências e necessidades dos criadores. Além disso, a arquitetura deve ser capaz de lidar com a complexidade inerente à criação de jogos, fornecendo suporte e orientação aos não desenvolvedores ao longo do processo de criação, facilitando a geração de jogos de qualidade e promovendo a expressão criativa. Também espera-se integrar requisitos mínimos relevantes de analíticas de aprendizagem em jogos para permitir que os professores possam acompanhar o aprendizado dos estudantes nos jogos criados.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, e do PPGCO/FACOM/UFU.

Referências

- Bado, N. (2022). Game-based learning pedagogy: a review of the literature. *Interactive Learning Environments*, 30(5):936–948.
- Basawapatna, A. R., Koh, K. H., and Repenning, A. (2010). Using scalable game design to teach computer science from middle school to graduate school. In *Proceedings of the Fifteenth ITiCSE, ITiCSE '10*, page 224–228, New York, NY, USA. ACM.
- Burroughs, J. (2017). A working theory of game design. Disponível em: <https://tinyurl.com/4ss9a3a5>. Acessado em: 15 jun 2023.
- Dairel, J. G. M. (2021). Uma proposta para gerenciamento de fases de jogos educacionais desenvolvidos com phaser.js para não desenvolvedores no contexto de química. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Sistemas de Informação) – Universidade Federal de Uberlândia.
- Davidoff, S., Lee, M. K., Dey, A. K., and Zimmerman, J. (2007). Rapidly exploring application design through speed dating. In Krumm, J., Abowd, G. D., Seneviratne, A., and Strang, T., editors, *UbiComp 2007*, pages 429–446. Springer Berlin Heidelberg.
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3):319–340.
- de Matos Dairel, J. G., Gasparini, I., and Araújo, R. D. (2023). Strategies to promote stakeholders' autonomy while creating educational digital games. In Santos, R. P. d. and Hounsell, M. d. S., editors, *Grand Research Challenges in Games and Entertainment Computing in Brazil - GrandGamesBR 2020–2030*, pages 255–273, Cham. Springer Nature Switzerland.
- INEP (2022). Censo Escolar da Educação Básica 2022. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Disponível em: <https://tinyurl.com/2e9stwrw>. Acesso em: 04 de abril de 2023.
- McDowell, L. and Sambell, K. (1999). The experience of innovative assessment: student perspectives. In Brown, S. and Glasner, A., editors, *Assessment matters in higher education : choosing and using diverse approaches*, pages 71–82. SRHE.
- Nielsen, J. and Mathiasen, M. P. (2013). Game analytics: Maximizing the value of player data. In Nielsen, J. and Mathiasen, M. P., editors, *Understanding video games: The essential introduction*, pages 271–294. Routledge, New York.
- Preece, J., Sharp, H., and Rogers, Y. (2019). *Interaction Design: Beyond Human-Computer Interaction*. John Wiley & Sons, Chichester, UK, 5th edition edition.
- Romero, R., Plaza, I. R., and Orfali, C. H. (2019). Barriers in teacher perception about the use of technology for evaluation in higher education. *Digital Education Review*, (35):170–185.
- Seade (2019). Acesso à tecnologia na educação: Um desafio para as escolas públicas. *Revista Eletrônica de Políticas Públicas*, 5(1):42–57.
- Ullah, M., Amin, S. U., Munsif, M., Safaev, U., Khan, H., Khan, S., and Ullah, H. (2022). Serious games in science education. a systematic literature review. *Virtual Reality & Intelligent Hardware*, 4(3):189–209. Advances in Wireless Sensor Networks under AI-SG for Augmented Reality Special Issue.