

Jogo Sério de Realidade Virtual Baseado em *Escape room* com Minijogos para Promoção do Pensamento Computacional

Serious Virtual Reality Game Based on Escape Room with minigames to Promote Computational Thinking

Maria Adriana Vidigal Lima¹, Alexandre Cardoso², Renato de Aquino Lopes¹,
Rodrigo Godoy Domingues², Giovanna Lara C. Gaspar², Guilherme Duarte Toffoli¹,
Guilherme Henrique Andrade Otoni¹, Luis Arthur Rabelo Barbosa¹

¹Faculdade de Computação – Universidade Federal de Uberlândia (UFU)

²Faculdade de Engenharia Elétrica – Universidade Federal de Uberlândia (UFU)
Uberlândia – MG – Brasil

{maria.adriana, alexandre, ralopes, giovanna.gaspar, guilherme.toffoli,
guilherme.otoni, luis.rabelo}@ufu.br, rodrigod@hiperlogic.com.br

Abstract. *The present study proposes a serious virtual reality game, inspired by escape rooms, composed of minigames based on Bebras computational thinking challenge questions for basic education. The minigames are designed to enhance computational thinking skills, offering an immersive and interactive learning experience. By leveraging virtual reality technology and Bebras challenge questions, the game aims to support the promotion of computational thinking education. The article details the methodology used in the design and development of the game and its minigames.*

Keywords. *Serious Games, Virtual Reality, Computational Thinking, Minigames*

Resumo. *O presente trabalho propõe um jogo sério em realidade virtual, inspirado em escape room, composto de minijogos baseados em questões do desafio de pensamento computacional e informática Bebras, para alunos do ensino básico. Os minijogos têm o objetivo de aprimorar as habilidades de pensamento computacional, oferecendo uma experiência de aprendizado imersiva e interativa. Por meio da utilização da tecnologia de realidade virtual e das questões do desafio Bebras, o jogo tem como objetivo colaborar na promoção do ensino do pensamento computacional. O artigo detalha a metodologia utilizada no design e no desenvolvimento do jogo e seus minijogos.*

Palavras-chave. *Jogos Sérios, Realidade Virtual, Pensamento Computacional, Minijogos.*

1. Introdução

O Pensamento Computacional (PC) é uma maneira de resolver problemas utilizando os conceitos, habilidades e as práticas da Ciência da Computação [Wing 2006]. A promoção do pensamento computacional no ensino básico estimula a criatividade e tem o potencial de proporcionar aos alunos um aumento na capacidade na resolução de problemas, e de forma geral, no rendimento escolar. No Brasil, o parecer CNE/CEB de N°2/2022 aprova a inserção do ensino de Computação na Educação Básica, estabelecendo as normas e o complemento à Base Nacional Comum Curricular

(BNCC) [Ministério da Educação 2022]. As competências e habilidades específicas foram definidas em três eixos principais: Pensamento Computacional, Cultura Digital e Mundo Digital, incidindo sobre a educação infantil, o ensino fundamental e o ensino médio. Considerando o impacto futuro na educação e na sociedade, é importante o desenvolvimento de recursos para apoiar os profissionais nas transformações fomentadas por essa resolução [Balbino et al. 2023].

Diversos esforços têm sido empreendidos em definições, métodos de avaliação e iniciativas educacionais no âmbito do PC, como em [Tang et al. 2020, Ferreira et al. 2022, Vargas et al. 2022, Catojo e Nunes 2022, Garcia e Borges 2023]. Com o objetivo de melhorar a qualidade do aprendizado de programação e PC, diversos softwares educacionais têm sido desenvolvidos e testados [Silva et al. 2019, Kohler et al. 2022, Oliveira e Boff 2023, Nipo et al. 2023]. O software educacional visa dinamizar o aprendizado e, aliado aos princípios de jogos sérios, possibilita combinar elementos de entretenimento com aquisição de conhecimento em determinada área [Prensky e Yamagute 2021, Dörner et al. 2016]. Nesse cenário, a Realidade Virtual é uma tecnologia que permite criar ambientes imersivos e gerar cenas virtuais que não apenas proporcionam uma experiência envolvente, mas também transportam o estudante para um mundo alternativo em que a absorção do conhecimento pode se tornar uma vivência palpável [Afonso et al. 2020]. Assim, quando combinada aos jogos sérios, a realidade virtual tem o potencial de oferecer significativos benefícios educacionais, notadamente na área do PC.

Para avaliar o conhecimento e as habilidades dos alunos em PC, uma iniciativa relevante é o Desafio Internacional Bebras em Informática e Pensamento Computacional (*bebras.org*), criado em 2004 [Dagienė e Futschek 2008]. Os desafios consistem em questões de múltipla escolha, geralmente entre 15 e 24, todas acompanhadas por imagens de apoio, e não exigem nenhum conhecimento prévio de computação [Zapata-Cáceres et al. 2024]. Entre novembro de 2022 e abril de 2023 mais de 3 milhões de estudantes, de 59 países, participaram do desafio Bebras. O desafio é adaptado para cada país, considerando os diversos anos da educação básica.

Após realizados os desafios, as questões Bebras ficam disponíveis para serem utilizadas nos currículos escolares como ferramentas de treinamento do PC e resolução de problemas [Dagiene e Stupuriene 2016]. Considerando a possibilidade de utilizar tarefas Bebras para a concepção de jogos educativos virtuais, o trabalho de [Laisa e Henrique 2022] mostra que elas favorecem o processo criativo e aumentam a qualidade pedagógica do documento de *design* do jogo, já que são escolhidas em um evento anual e classificadas de acordo com o conhecimento em informática a ser avaliado e com as habilidades do PC a serem utilizadas na resolução do problema, além do nível de dificuldade e dos anos escolares recomendados [Dagienė et al. 2017].

O presente trabalho apresenta um jogo sério de realidade virtual que integra questões do Bebras no formato de minijogos organizados seguindo o modelo de *escape room*. Foram escolhidas questões de um desafio Bebras direcionado à alunos dos 7º e 8º anos, com o objetivo de testar a proposta em um minicurso de pensamento computacional, proposto para as referidas séries, em escola pública. Este artigo descreve a metodologia de design do jogo, os aspectos técnicos da implementação e apresenta as perspectivas para os trabalhos futuros, considerando a avaliação e o aprimoramento do jogo.

2. Trabalhos relacionados

Os autores [Agbo et al. 2023] descrevem a concepção, implementação e avaliação de minijogos baseados em realidade virtual, por meio de metodologia de pesquisa científica baseada em design, para apoiar o ensino do PC junto a universitários da Nigéria. Os resultados sugerem que o ensino do PC utilizando a aplicação desenvolvida (*iThinkSmart*) é mais eficiente se comparada as estratégias de ensino tradicionais. Em [Kohler et al. 2022], o ensino do PC também é feito por meio de minijogos que foram desenvolvidos utilizando o *framework* SSM (*System, Story, Mental Model*) e tem como público alvo crianças e adolescentes. A jogabilidade foi avaliada e foram descritos pontos positivos e negativos de cada jogo. No entanto, os autores concluem que os minijogos cumpriram as expectativas iniciais esperadas.

Um jogo educacional foi apresentado em [Oliveira e Boff 2023] para ensinar programação aos estudantes de disciplinas iniciais do ensino superior. O jogo foi planejado e desenvolvido com base em um método denominado SGDA (*Serious Game Design Assessment*). O jogo demonstrou-se viável como ferramenta de ensino podendo contribuir no ensino de PC. O jogo sério *Robo-think*, apresentado em [Nipo et al. 2023], propõe a resolução de desafios de PC usando blocos de comandos para controlar robôs no ambiente 3D. O público alvo da solução e a estratégia de desenvolvimento não foram informados. A análise feita, utilizando uma abordagem qualitativa através de um grupo focal, mostrou que o *Robo-think* cumpre seu objetivos de ensinar conceitos de PC.

Os trabalhos descritos nesta seção relatam as vantagens do ensino de PC e propõem a utilização de jogos digitais para auxiliar esta tarefa. Os dois principais diferenciais do trabalho aqui proposto estão na escolha do problemas a serem utilizados para a criação do jogos (Bebras) e na proposta de ter um conjunto de minijogos que podem ser acessados por meio de um mesmo ambiente, no qual o professor pode escolher os mais adequados e a ordem em que podem ser jogados. O uso de uma abordagem com realidade virtual permite criar um ambiente imersivo que captura completamente a atenção dos alunos, facilitando um foco maior nas tarefas e nos problemas apresentados. Pretende-se utilizar óculos do tipo Google Cardboard, em que um *smartphone* é acoplado, para aplicação em escolas públicas. Ainda, o ambiente tem potencial para ser um repositório de minijogos, devidamente classificados, com ferramentas para análises de dados de aprendizagem gerados pelo uso do jogo.

3. Seleção dos Desafios Bebras

Para a seleção dos desafios Bebras que integram a primeira versão do jogo, foram analisadas as questões disponíveis em língua portuguesa para os 7^{os} e 8^{os} anos de escolaridade que se enquadram no ensino de (i) algoritmos e programação, e (ii) estruturas de dados e suas representações, priorizando variedade e progressão de dificuldade. Esta seção apresenta três minijogos que foram escolhidos para compor uma sequência de treino ou avaliação do PC. São eles:

1. **Pontos de Costura:** baseia-se em uma Máquina de Estados Finitos (MEF) que define 4 tipos de pontos possíveis de costura. A MEF permite que o aluno analise e compreenda sequências válidas ou não de costuras. Esse desafio proporciona treinar ou avaliar a compreensão de que sistemas podem ser representados por um conjunto finito de estados, e que é possível transitar de um estado para outro, de

acordo com uma definição finita de ações. É considerada uma questão de fácil resolução, classifica-se no domínio das estruturas de dados e representações, e pode iniciar a sequência dos minijogos.

2. **Receita de Hambúrguer:** o raciocínio lógico deve ser empregado para resolver o problema de descobrir que ingredientes estão presentes numa sequência de sanduíches apresentados. Ao descobrir que ingredientes compõem cada um, deve-se montar o hambúrguer final. Os ingredientes são representados por letras, promovendo uma abstração que auxilia no processo de calcular interseção, uma das formas de resolver o problema. É uma questão de nível de dificuldade média, classificada no domínio dos Algoritmos e Programação e permite treinar ou avaliar o reconhecimento de padrões.
3. **A Colmeia:** o jogador deve descobrir qual a melhor posição da colmeia de modo que a soma das distâncias desde a colmeia até as flores seja mínima. O jogo é ambientado em um campo de 9 por 9 espaços, preenchidos por flores e locais possíveis para a colmeia. Neste caso, a decomposição do problema é a chave para a solução, pois o percurso inicia-se horizontalmente e após verticalmente (vice-versa). Esse exercício se encaixa em também no domínio dos Algoritmos e Programação, por promover o raciocínio de dividir e conquistar. A Colmeia é uma questão de nível de dificuldade alta.

Os minijogos selecionados são adaptados para que se encaixem no estilo *escape room* formando um conjunto de opções para que o professor possa criar uma sequência adequada ao conteúdo ensinado e às habilidades do PC necessárias. Para este fim, cada minijogo tem as seguintes associações: classificação de acordo com a categorização bidimensional Bebras [Dagiené et al. 2017], nível de dificuldade (fácil, médio, difícil) e nível de escolaridade. O modelo de *escape room* foi pensado para ser configurável em relação ao tempo e ao modo de jogo, que pode ser treinamento ou avaliação.

4. Desenvolvimento dos Minijogos

O projeto do jogo sério baseou-se em dois componentes principais para o design e desenvolvimento [Barbosa et al. 2014]: um ambiente principal com missões e um conjunto de fases de aprendizagem. Essas fases estão relacionadas com o jogo principal, mas são independentes e são compostas de minijogos jogados em paralelo, integrados ao ambiente principal. O jogo seguiu a temática de floresta e animais do campo, de forma a incluir o castor, personagem principal dos desafios Bebras, com a missão de coletar itens para a realização de um piquenique. As fases representam mecanismos de aprendizagem contendo sequências adequadas de minijogos e são definidas pelo professor. Elas também representam diferentes espaços dentro do ambiente de *escape room* de forma a organizar o fluxo do jogo. As classificações dos minijogos auxiliam na montagem das diversas fases.

A equipe de desenvolvimento dos jogos dividiu-se em duplas para o planejamento e implementação dos minijogos, construindo para cada um o respectivo *Game Design Document* e utilizando a *engine* Unity 3D e a linguagem C# para a codificação. A escolha da Unity 3D se deu pela sua versatilidade, vasta coleção de *assets* gratuitos e pela possibilidade de exportação do jogo para várias plataformas e dispositivos, sendo possível a exportação para WebGL. Durante a fase de integração, foram testados vários sistemas de controle de versões baseados em Git, e o GitLab foi o sistema que atendeu às demandas de armazenamento e integração do projeto.

A Figura 1 apresenta quatro telas do jogo, correspondentes ao ambiente principal e aos minijogos apresentados na Seção 3. A primeira tela traz um caminho na floresta, que não só torna o ambiente de aprendizado mais envolvente, mas também contextualiza os minijogos, tornando a experiência de aprendizado mais lúdica e motivadora. O jogo tem estética de baixo polígono, com árvores, montanhas e vegetação simplificadas em formas geométricas básicas. O céu é azul claro, com algumas nuvens dispersas, contribuindo para um ambiente calmo e convidativo. A segunda tela mostra o playground onde acontece, ao final, o piquenique. Na terceira tela pode-se ver a pequena cabana do minijogo Pontos de Costura. A quarta tela mostra um momento do minijogo Receita de Hambúrguer, em que 4 sanduíches com diferentes ingredientes são apresentados ao jogador.

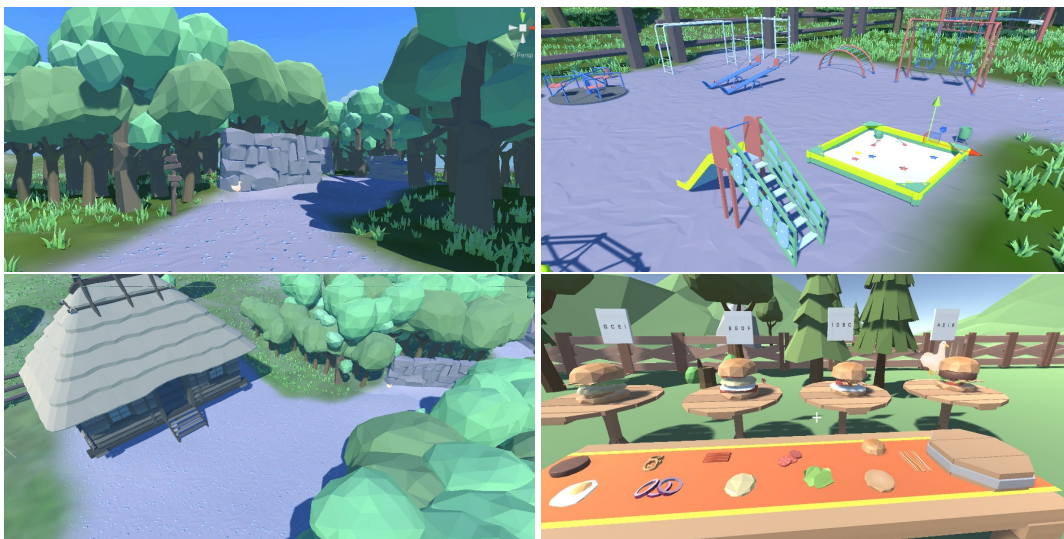


Figura 1. Caminho, Playground, Casa de Costura, Receita de Hambúrguer

5. Conclusão e Trabalhos Futuros

Conforme os objetivos estabelecidos para a fase inicial do projeto, utilizando a *engine* Unity 3D com linguagem de programação C#, foram concluídos três minijogos adequados ao ensino do PC nos 7º e 8º anos de escolaridade. Nesse sentido, mais adiante no projeto, o professor poderá montar e selecionar fases para usar como ferramenta de ensino do pensamento computacional no modo teste, assim como selecionar o modo avaliação para montar um percurso para o aluno realizar em determinado tempo. Além disso, o projeto foi desenvolvido de forma modular, permitindo a adição de novos minijogos, os quais serão modelados conforme os desafios do Bebras.

Portanto, espera-se dar continuidade ao projeto, adicionando novas ferramentas de ensino, de modo a permitir que os professores personalizem o conteúdo do jogo, selecionando minijogos relacionados com o conteúdo a ser ensinado ou avaliado. Além disso, pretende-se implementar um sistema de avaliação para aferir as habilidades do aluno a partir da captura de dados referentes às ações realizadas dentro de cada minijogo, bem como abrir a possibilidade de testes em escolas. Por fim, planeja-se incorporar novos minijogos baseados em outras questões da prova de forma a deixar o jogo mais atrativo ao público, aprimorando continuamente a experiência educacional oferecida.

Referências

- Afonso, G. B., Martins, C. C., Katerberg, L. P., Becker, T. M., Santos, V. C. d., e Afonso, Y. B. (2020). Potencialidades e fragilidades da realidade virtual imersiva na educação. *Revista Intersaberes*, 15(34).
- Agbo, F. J., Oyelere, S. S., Suhonen, J., e Tukiainen, M. (2023). Design, development, and evaluation of a virtual reality game-based application to support computational thinking. *Educational technology research and development*, 71:505–537.
- Balbino, F., de Deus, W., e Barbosa, E. (2023). Recursos educacionais abertos para apoio ao ensino de computação na educação básica. In *Anais Estendidos do III Simpósio Brasileiro de Educação em Computação*, pages 48–49, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Barbosa, A., Pereira, P., Dias, J., e Silva, F. (2014). A new methodology of design and development of serious games. *International Journal of Computer Games Technology*, 2014:1–8.
- Catojo, A. e Nunes, M. A. S. N. (2022). Uso do pensamento computacional no ensino fundamental para o desenvolvimento de novas aprendizagens: Um mapeamento sistemático da literatura. In *Anais do I Workshop de Pensamento Computacional e Inclusão*, pages 86–95, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Dagienė, V. e Futschek, G. (2008). Bebras international contest on informatics and computer literacy: Criteria for good tasks. In *Informatics Education-Supporting Computational Thinking: Third International Conference on Informatics in Secondary Schools-Evolution and Perspectives, ISSEP 2008 Torun Poland, July 1-4, 2008 Proceedings 3*, pages 19–30. Springer.
- Dagienė, V., Sentance, S., e Stupurienė, G. (2017). Developing a two-dimensional categorization system for educational tasks in informatics. *Informatica*, 28(1):23–44.
- Dagiene, V. e Stupuriene, G. (2016). Bebras—a sustainable community building model for the concept based learning of informatics and computational thinking. *Informatics in Education*, 15(1):25–44.
- Dörner, R., Göbel, S., Effelsberg, W., e Wiemeyer, J. (2016). *Serious Games: Foundations, Concepts and Practice*. Springer International Publishing, Cham, Switzerland.
- Ferreira, R., Araújo, I., Silva, J., Ferreira, D., Carvalho, M., Maia, D., Martins, C., e Gomes, A. (2022). Formação de professores e a integração do pensamento computacional no currículo da educação básica. In *Anais do XXVIII Workshop de Informática na Escola*, pages 274–283, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Garcia, S. e Borges, M. (2023). Recomendações para grupos que fomentam o pensamento computacional. In *Anais do II Workshop de Pensamento Computacional e Inclusão*, pages 135–144, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Kohler, L., Reis, D., Lopes, M., Carvalho, G., Leonetti, U., Sila, L., Araujo, F., e Bizon, A. (2022). Minigames para o desenvolvimento do pensamento computacional. In *Anais Estendidos do XXI Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital*, pages 999–1008, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.

- Laisa, J. e Henrique, E. (2022). Computational thinking game design based on the bebras challenge: A controlled experiment. In *Anais do XXX Workshop sobre Educação em Computação*, pages 263–273, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Ministério da Educação (2022). Normas sobre computação na educação básica - complemento à Base Nacional Comum Curricular (BNCC). http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=235511-pceb002-22&category_slug=fevereiro-2022-pdf&Itemid=30192. Acesso em 10 de fevereiro de 2024.
- Nipo, D., Rodrigues, R., França, R., Nascimento, J., e Pereira, M. (2023). Robo-think: Um jogo de realidade virtual para o ensino de habilidades de pensamento computacional. In *Anais Estendidos do XXII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital*, pages 915–924, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Oliveira, G. e Boff, E. (2023). CODE_DUNGEON: um serious game para auxiliar no aprendizado de programação. In *Anais Estendidos do XXII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital*, pages 581–590, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Prensky, M. e Yamagute, E. (2021). *Aprendizagem baseada em jogos digitais*. Editora Senac São Paulo.
- Silva, D., Sobrinho, M., e Valentim, N. (2019). Criação de jogos educacionais para apoiar o ensino da matemática: um estudo de caso no contexto da educação 4.0. In *Anais do XXV Workshop de Informática na Escola*, pages 1179–1183, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Tang, X., Yin, Y., Lin, Q., Hadad, R., e Zhai, X. (2020). Assessing computational thinking: A systematic review of empirical studies. *Computers & Education*, 148.
- Vargas, K. D., da Silva, J. P., e Finger, A. (2022). Estratégias para o ensino de lógica matemática com pensamento computacional: Uma revisão sistemática da literatura. In *Anais do XXXIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, pages 1391–1403, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Wing, J. (2006). Computational Thinking. *Communications of the ACM*, 49:33–35.
- Zapata-Cáceres, M., Marcelino, P., El-Hamamsy, L., e Martín-Barroso, E. (2024). A bebras computational thinking (abc-thinking) program for primary school: Evaluation using the competent computational thinking test. *Education and Information Technologies*, pages 1–30.