

Manna-X: Projeto, Desenvolvimento e Avaliação de um Jogo Multidisciplinar para Ensino na Ciência da Computação

Marcos de Assumpção¹, Maurilio M. Campano Junior¹, Alan Salvany Felinto², Linnyer B. Ruiz Aylon¹

¹Grupo de Pesquisa Manna - Jogos
Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação (PCC)
Departamento de Informática (DIN)
Universidade Estadual de Maringá (UEM)
Maringá - PR - Brazil

²Universidade Estadual de Londrina (UEL)
Departamento de Computação
Londrina - PR - Brazil

assumpcao2000@yahoo.com.br, maurilio.campanojr@gmail.com,
alan@uel.br lbruiz@uem.br

Abstract. *Digital educational games are used as active methodologies, serving as a learning and engagement tool. In the area of Computer Architecture and Organization, few games are developed addressing such concepts. Thus, this work presents Manna-X, a game that incorporates concepts of binary numbering system, computer organization and graphic systems. In addition to the game, an evaluation based on two methodologies and with 95 students was carried out, indicating good acceptance of the game.*

Keywords: *educational games, evaluation of educational games, computer science*

Resumo. *Jogos educacionais digitais são usados como metodologias ativas, servindo de ferramenta de aprendizagem e engajamento. Na área da Arquitetura e Organização de Computadores, poucos jogos são desenvolvidos abordando tais conceitos. Assim, este trabalho apresenta o Manna-X, um jogo que incorpora conceitos de sistema de numeração binário, de organização de computadores e sistemas gráficos. Além do jogo, uma avaliação com base em duas metodologias e com 95 alunos foi realizada, indicando boa aceitação do jogo.*

Palavras-chave: *jogos educativos, avaliação de jogos educativos, ciência da computação*

1. Introdução

Um jogo educativo, ou também chamado de jogo sério pode ser caracterizado como uma atividade pedagógica, que visa informar e comunicar o jogador, utilizando-se de elementos lúdicos e divertidos [Meftah et al. 2019].

Este tipo de jogo favorece o desenvolvimento de diversas competências e habilidades nos jogadores, tais como memória, fantasia, resolução de problemas, pensamento estratégico, interação e adaptação ao conteúdo do aprendizado [Biagi and Loi 2013].

Grande parte dos jogos educativos na Ciência da Computação são voltados para áreas como Engenharia de *Software*, Programação, Redes de Computadores, Algoritmos e Segurança [Battistella and von Wangenheim 2016].

Assim, este trabalho tem como objetivo apresentar o projeto, desenvolvimento e avaliação do jogo educativo Manna-X, que aborda conceitos de Circuitos Digitais, Arquitetura e Organização de Computadores e Computação Gráfica. O jogo apresenta a história de um cadete do esquadrão Manna-X que retorna no tempo dos primórdios da computação, fugindo de um vírus alienígena que destruiu os dados e neutralizou os recursos computacionais do seu mundo. O cadete precisa então evoluir na história, adquirindo memória e artefatos computacionais até que consiga construir um antivírus e destruir o vírus alienígena, salvando o seu povo.

2. Fundamentação teórica

A utilização de jogos em sala de aula não pode ser considerada como suficiente para que os mesmos sejam caracterizados como jogos educativos. Fernandes e Silveira (2019) apresentam em seu artigo um mapa mental com algumas das características essenciais nos fundamentos de um jogo educativo, entre elas podemos citar: efeito motivador, desenvolvimento de habilidades cognitivas, socialização, imersão, aprendizagem através da descoberta e facilitador de aprendizagem.

O jogo digital como um ambiente de aprendizagem foi proposto em 2005 por Balasubramanian e Wilson (2005), os autores propuseram o jogo como “ambiente de aprendizagem interativo, envolvente, que cativa um jogador oferecendo desafios que exigem níveis crescentes de destreza e habilidades”.

Costa (2011) por sua vez, descreve o jogo como um caminho para as escolas conquistarem a integração dos alunos de forma criativa, produtiva e participativa, além disso, intensifica o uso de jogos na educação, visto que em meio à sociedade já se tornou habitual.

Nos modelos de desenvolvimento e projeto de jogos, o MDA (*Mechanics, dynamics, Aesthetics* - Mecânicas, dinâmicas, estética) de Huinicke (2004) se destaca na qual o desenvolvedor precisa considerar a sequência de mecânica, dinâmica e estética no desenvolvimento, enquanto que o jogador analisa a estética, depois a dinâmica e por fim a mecânica do jogo durante a sua interação.

Zaffari (2014) aprimorou as ideias de Huinicke com a Teoria do Fluxo de Csikszentmihalyi, Abuhamdeh e Nakamura (1990), analisando que em um jogo com nível de dificuldade muito fácil o jogador pode ficar entediado, do mesmo modo que quando o nível de dificuldade está muito alto, o jogador pode se frustrar, saindo do fluxo do jogo.

Na área da Computação diversos jogos podem ser encontrados para complementar o aprendizado, Battistella e von Wangenheim (2016) em sua Revisão Sistemática da literatura citam que as áreas que mais concentram jogos são as de engenharia de software, programação, redes, algoritmos e segurança.

Em específico a área de Circuitos Digitais e Arquitetura e Organização de Computadores, alguns jogos podem ser encontrados na literatura: [Santos and da Silva Figueiredo 2016], [Dewantara et al. 2020] e [Oren et al. 2020], entre eles podemos destacar “*Circuit Scramble*” [Dewantara et al. 2020] que possui 135

fases no estilo simulador de circuitos digitais, a medida que o jogador avança nas fases, os circuitos vão ficando cada vez mais complexos e novas portas lógicas são apresentadas.

“*Planet K*” [Oren et al. 2020] é um jogo que também aborda circuitos digitais e lógica booleana (alinhado com o conteúdo do curso de introdução ao *design* de circuitos digitais), nele o jogador precisa fugir do planeta K (em referência aos mapas de *Karnaugh*), mas para isso precisa consertar algumas estruturas atuando sobre seus circuitos e poder acessar uma nave e fugir do planeta.

Já o *Computasseia* [Santos and da Silva Figueiredo 2016] por sua vez apresenta um jogo de cartas visando explorar conteúdos históricos da computação, bem como da evolução dos componentes. O jogo é composto então de cartas que abordam personalidades importantes na área, instituições relevantes e eventos históricos divididos nas categorias de *hardware*, *software*, teoria computacional e matemática, computação e sociedade, e gestão de dados.

Em relação aos dois primeiros jogos descritos acima, o *Manna-X* apresenta o diferencial de tratar de uma gama mais ampla de conceitos, relacionando-os e permitindo trabalhos inter e multi disciplinares envolvendo disciplinas de Circuitos Digitais e Arquitetura e Organização de Computadores, uma vez que o jogo aborda conceito de ambas.

Assim, da mesma forma que o *Computasseia* [Santos and da Silva Figueiredo 2016], procura-se apresentar a linha da evolução da história da computação, porém através de um jogo digital, com a evolução dos gráficos dentro da ordem cronológica e da capacidade dos próprios componentes explorados em cada fase, proporcionando uma imersão histórica e interativa.

3. *Manna-X*: Projeto e Desenvolvimento

Manna-X é um jogo que tem por objetivo ensinar alguns princípios básicos da computação de forma divertida. A narrativa do jogo conta que em um futuro distante um vírus alienígena destruiu todos os dados e neutralizou os artefatos de computação existentes.

Para salvar o mundo, um cadete do esquadrão *Manna-X* faz uma viagem no tempo e retorna para os primórdios da informática, período no qual o vírus alienígena não pode encontrá-lo. No formato de um *avatar* o jogador precisa evoluir de acordo com a tecnologia existente, e na medida que adquire memória e aprende novos conceitos, avança de fase e seu *avatar* e a interface do jogo evoluem também, até que o personagem consiga construir um computador poderoso o suficiente para criar um antivírus e retornar para salvar o seu povo.

Os conceitos de números binários, memória (*Byte*, KB), estruturas de armazenamento (cartão perfurado, fita magnética, disquetes), *bug*, arquitetura de Von Neumann e suas componentes, *pixel*, sistemas de cores RGB, portas lógicas e componentes de um computador serão apresentados gradativamente na evolução do jogo.

O jogo é dividido em 9 fases, nas quais o jogador tem que resolver uma missão específica em cada uma das fases, visando evoluir tecnologicamente e construir o antivírus para salvar o seu povo. A ideia geral de cada uma das fases é descrita a seguir.

Fase 1: A primeira fase exhibe uma tela minimalista, no formato “character mode”, exibindo o número ZERO a esquerda e o número UM a direita, e um cursor entre os dois.

Uma mensagem solicita que o jogador escolha um dos dois *bits* e um pequeno tutorial é iniciado, relatando o surgimento do sistema binário, sua utilidade e representatividade. Após terminar o tutorial, é dada a primeira missão (fase 2): Aumentar a memória do jogo coletando 64 *bits* que são equivalentes a 8 *Bytes*.

Fase 2: Um painel repleto de bits (zeros e uns) é apresentado, e o usuário precisa deslocar o cursor com o teclado para capturá-los, no estilo “come-come”. A medida que captura cada *bit*, no cabeçalho da tela, uma cadeia de caracteres vai se formando até completar o comprimento de 8 *bits*, e seu valor equivalente no sistema decimal é exibido e uma mensagem de que completou “um *Byte*” é disparada no topo da tela.

Fase 3: Com a capacidade de memória incrementada, a interface do jogo evolui na terceira fase, e o *avatar* do jogador que antes era representado pelo cursor, agora é representado pela letra P (em referência a palavra *player* ou jogador). Nesta fase então são apresentadas uma estrutura no estilo plataforma no modo caractere e o jogador tem que coletar os *Bytes* representados pela letra “B” e evitar tocar nas letras “E” que são posições de erro de memória e penalizam o jogador consumindo 1 *Byte* de memória.

Fase 4: Nessa fase, dotado de mais memória, o *avatar* do jogador evolui novamente, e adquire cabeça, pernas e braços, mas ainda no formato caractere. Nesta fase, ele encontra um rolo de fita magnética e precisa resolver um *bug* na unidade de controle de periféricos, na qual uma mariposa gigante provocou um curto-circuito. Após conseguir ler o conteúdo da fita ele adquire 512KB de memória e descobre o projeto da arquitetura de Von Neumann.

Fase 5: Já essa fase exhibe as componentes da arquitetura de Von Neumann e o jogador precisa encontrar alguns itens para completá-la, como um teclado para servir de unidade de entrada, um monitor para unidade de saída e um *chip* de memória de 512KB. Neste cenário o jogador tem que evitar tocar nas aranhas que roubam 1 *Byte* de memória do jogador.

Fase 6: Ao completar os itens da arquitetura de Von Neumann, o jogador adquire seu primeiro computador pessoal e a fase 6 tem início com a interface evoluída no modo *pixel art* monocromático, o *avatar* do jogador agora é uma pessoa com pequenos detalhes. Nesta fase a missão do jogador é encontrar as 3 componentes do sistema RGB para adquirir uma placa gráfica com suporte a 8 cores. Para acessar as 3 componentes o jogador precisará manipular uma sequência de *pixels* monocromáticos e ajustar o desenho de uma ponte e de uma parede.

Fase 7: Já na fase 7, uma nova evolução ocorre e agora o *avatar* e o cenário são construídos com 8 cores, enquanto que o sistema de cores RGB é apresentado ao jogador, na qual esse precisa encontrar dois *chips* de 64KB para evoluir sua placa gráfica. Nesta fase um quebra-cabeças envolvendo a manipulação dos bits RGB são apresentados ao jogador, que precisa acertar a cor desejada para liberar a passagem do personagem.

Fase 8: O cenário da fase 8 melhora sua diversidade de cores e o jogador precisa manipular portas lógicas para poder liberar o circuito que controla a abertura dos portões e encontrar um traje especial que lhe dará maior proteção no jogo.

Fase 9: Por fim, na fase 9, o *avatar* do jogador evolui novamente, vestindo o novo traje especial e o jogador tem como objetivo encontrar as peças (gabinete, fonte de energia,

placa mãe, placa de vídeo, processador, unidade de disco flexível e teclado) para montar um novo computador mais potente.

O jogo foi construído no estilo plataforma 2D, utilizando a *engine* Unity (Versão 2020.3.13), *scripts* na linguagem C# e artefatos (*Sprites*, sons) gratuitos de domínio público e alguns *sprites* foram criados utilizando o editor de imagens "paint.net"(Versão 4.2.13).

A primeira versão foi criada para a plataforma *Windows* sem necessidade de *hardware* especial, considerando que ele deve ser popular e assim poderia ser executado em equipamentos com poucos recursos. O jogo pode ser acessado gratuitamente no site do Grupo Manna Team ¹.

O *design* remete o jogador aos recursos existentes nos primeiros jogos, para que o mesmo possa além de aprender, sentir a experiência de como eram os jogos antigos e associar a evolução dos itens apresentados com a melhoria da interface, portanto o jogo inicia-se em modo caractere e evolui até o formato plataforma 2D colorido.

Em algumas fases mais complexas, os jogadores que tiverem dificuldade de resolver o desafio, podem utilizar tecla "H" para exibir as áreas de contato do jogo na qual os eventos de resolução são disparados. Este recurso funciona como auxílio para resolução de problemas no jogo, indicando locais que podem ser úteis para o jogador na resolução do problema, fato que lhe permite escapar da área de "ansiedade" desanimadora de não achar a solução e voltar ao "canal de fluxo", descrito em Zaffari e Battaiola (2014).

4. O Jogo

O jogo Manna-X em sua tela inicial, visto na Figura 1, apresenta as opções de "Novo Jogo", a opção de "Continuar", que retorna a última fase salva, e uma opção para sair do jogo.

Ao selecionar a opção "Novo Jogo" inicia-se a fase 1, que apresenta um tutorial sobre os números binários, na qual o jogador pode interagir com o *bit* 0 ou 1, recebendo um *feedback* explicativo sobre o sistema de representação binário. Uma representação deste tutorial da fase 1 pode ser vista na Figura 1.

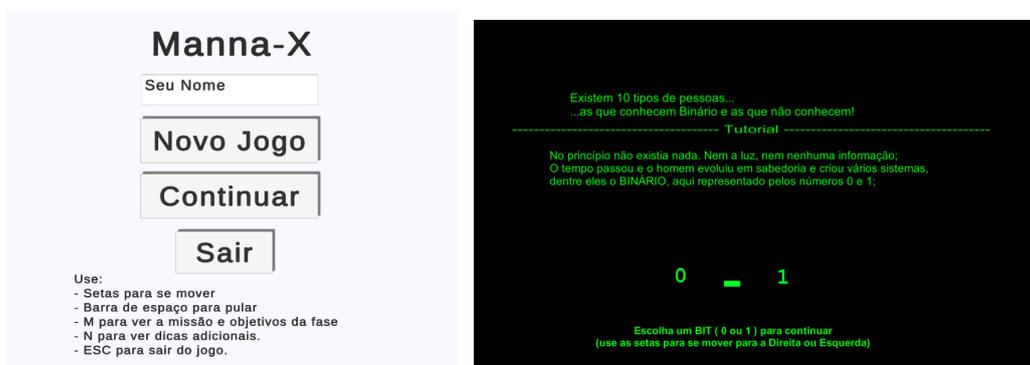


Figura 1. Imagens do Jogo Manna-X: Tela inicial do Jogo e Fase 1 - Tutorial

¹Manna - Jogos - <https://manna.team/vitrine/mannagames/>

A Figura 2 descreve a fase 2, na qual o jogador precisa coletar 8 *bits* para formar um *byte*, e para cada *byte* coletado, o valor correspondente em decimal é convertido em dinheiro que é utilizado para comprar memória para construir o computador no jogo. Os objetivos de aprendizagem da fase 2 incluem o conhecimento que uma memória é formada a partir de uma coleção de *bits* 0 e 1, e que a ordem dos *bits* influencia o valor correspondente em decimal.



Figura 2. Imagens do Jogo Manna-X: Objetivos e missão da Fase 2 e Tela da Fase 2 do jogo

Neste ponto do jogo não são abordados os conceitos de conversão entre sistemas e representação em decimal e binário, pois a matemática presente nesta operação poderia fazer com que o jogador perca o interesse no jogo e na diversão, saindo do Fluxo do Jogo.

A próxima fase tem uma evolução no *avatar* do personagem, que é representado como um “P” e deve também coletar *bytes*, agora representados pela letra “B” e não encostando na letra “E” que representa um erro e faz com que o jogador perca um *byte* da sua pontuação. A Figura 3 abaixo representa a fase 3 do jogo.

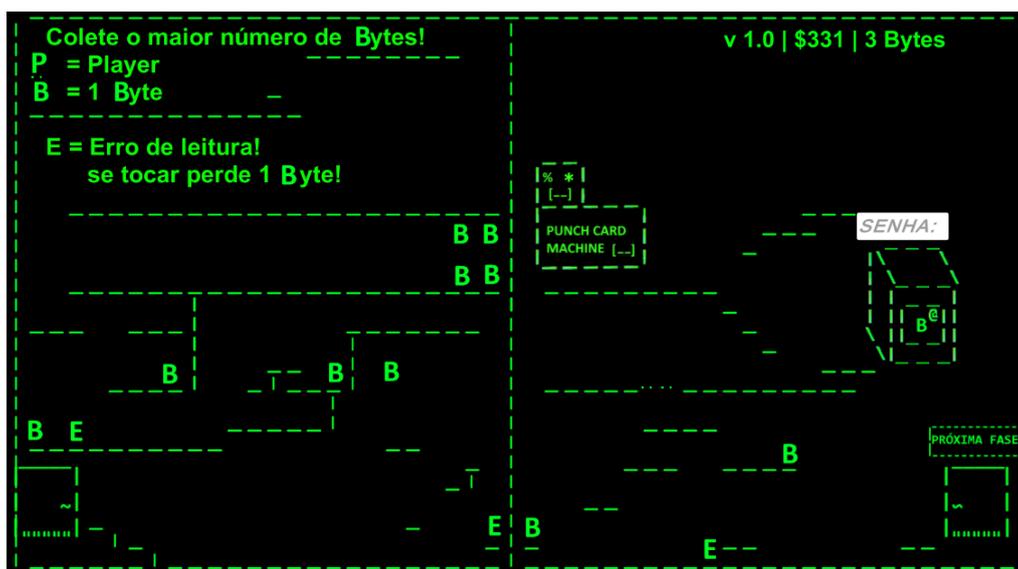


Figura 3. Imagem do Jogo Manna-X da Fase 3

As próximas fases apresentam também uma evolução na interface gráfica do jogo, à medida que o jogador consegue encontrar itens da arquitetura de um computador, e cons-

truí-lo com os componentes básicos do processador, memória e dispositivos de entrada e saída.

Na fase 4 um novo artefato de armazenamento é apresentado, a Fita magnética, além de abordar também o conceito de *Bug*, representando no *gameplay* a história do primeiro *bug* da computação. Além disso, a fase 4 utiliza a mariposa como um elemento de quebra-cabeça, sendo necessário uso dela para passar para a próxima fase, tornando a fase mais enigmática e com um toque de aventura e fantasia.

Já na fase 5 são apresentados os conceitos da Arquitetura de Von Neumann, e o jogador precisa encontrar 3 itens que compõem a arquitetura (teclado, monitor e memória) visando adquirir um novo computador. As fases 4 e 5 podem ser vistas na Figura 4.



Figura 4. Imagens do Jogo Manna-X: da Fase 4 e Fase 5

Com a arquitetura definida na 5ª fase o jogo evolui para uma nova interface na fase 6, utilizando *pixel art* monocromático, e o jogador agora tem como objetivo evoluir novamente o computador, encontrando os elementos para a placa de vídeo.

Novamente a interface de jogo é evoluída na fase 7, sendo representada em *pixel art* colorido com 8 cores, e o jogador deve liberar os portões por meio da utilização das cores RGB (*red*, *green* e *blue*, vermelho, verde e azul respectivamente), para conseguir mais memória para o computador. A representação das fases 6 e 7 podem ser vistas na Figura 5.

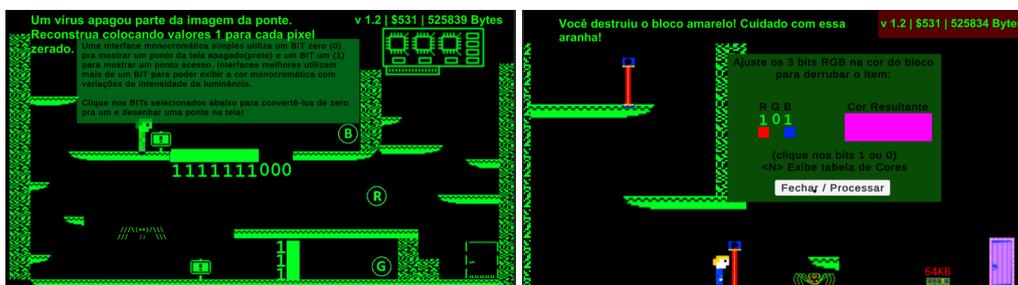


Figura 5. Imagens do Jogo Manna-X: Fase 6 e Fase 7

Por fim, a fase 8 apresenta os conceitos de portas lógicas. Nesta fase o jogador deve passar por um portão que está bloqueado e só pode ser liberado com a entrada correta do circuito lógico, tal como representado na Figura 6.

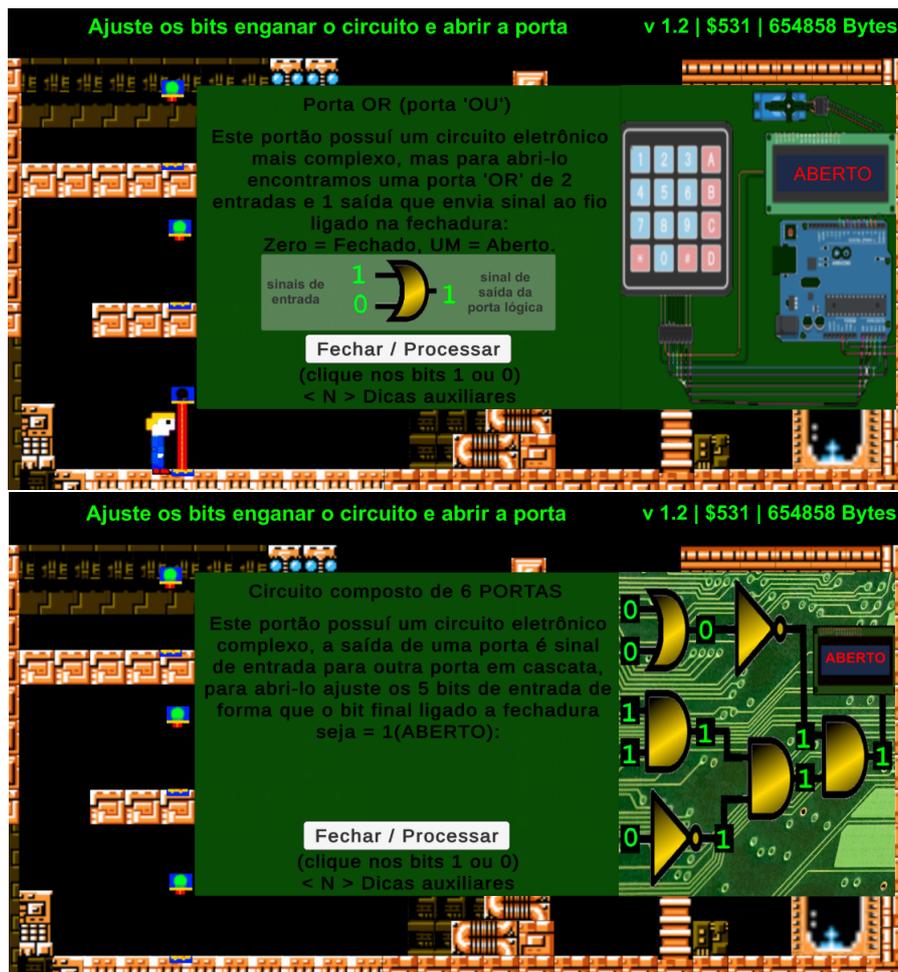


Figura 6. Fase 8 do Jogo Manna-X: Circuito porta *OR* e Circuito com 6 portas lógicas

Na última fase, o jogador precisa coletar as peças para montar um novo computador mais potente (gabinete, placa-mãe, processador, fonte de energia, módulos de memória, unidade de disquete, placa gráfica, monitor, teclado).

Ao construir o novo computador, é então criado um antivírus, e nesse momento o vírus alienígena aparece no cenário, e rouba os dados do computador e sem perceber consome junto o código do antivírus. O código do antivírus entra em execução zerando todos os *bits* do vírus alienígena que é então destruído e o jogo finalizado.

5. Avaliação

Como forma de avaliar o jogo desenvolvido, duas abordagens foram utilizadas, a proposta por Coutinho (2017) com o IAQJEd (Instrumento da Avaliação da Qualidade de Jogos Educativos) e a proposta por Campano Junior, Souza e Felinto (2020), que avalia os componentes dos jogos tais como *feedback*, narrativa, desafios, mecânica, entre outros. Além dessas metodologias, os alunos foram submetidos a um pré teste e um pós teste sobre os conhecimentos que envolvem o jogo, tal como descrito em Oliveira et al. .

O jogo foi avaliado por 95 alunos do primeiro semestre do curso de Engenharia

de Software. O pré e pós teste foi elaborado em conjunto com um professor da disciplina de Circuitos Digitais e Arquitetura e Organização de Computadores e é formado por 9 questões de múltipla escolha abordando os conceitos de: sistema de numeração binária, arquitetura de Von Neumann, componentes do computador, sistema de cores e circuitos digitais.

Os resultados do pré teste indicaram uma quantidade de acerto de 47% e no pós teste um acerto de 51%, apresentando uma evolução média do conhecimento de 5%.

Em relação ao IAQJEd proposto por Coutinho, a média das avaliações dos alunos por cada uma das dimensões pode ser vista na Tabela 1.

Tabela 1. Resultados da avaliação do MANNA-X com o IAQJEd [Coutinho 2017]

Usabilidade	Experiência do usuário	Princípios de aprendizagem	Total
25	23	24	72

Conforme apresentado na Tabela acima, a avaliação de cada uma das dimensões atingiu valores de 23 a 25, totalizando 72 pontos que classifica o jogo como “boa qualidade para finalidade educativa”.

Já na avaliação proposta por Campano Junior, Souza e Felinto (2020), cada um dos componentes dos jogos foram avaliados e os resultados podem ser vistos na Tabela 2.

Tabela 2. Resultado da avaliação do jogo MANNA-X pelo Guia de Avaliação proposto por Campano Junior, Souza e Felinto (2020).

Componentes dos jogos	Média
Narrativa	4.1
Interação social	3.3
<i>Feedback</i>	4.2
Desafios	4.2
Pontuações e <i>status</i>	4.1
Mecânica do jogo	4.0
Habilidade do jogador	4.0

Entre os componentes avaliados podemos destacar os desafios e o *feedback*, indicando que o jogo desafia o usuário a resolver os enigmas e auxiliando-o quando esse tem dificuldade. Pontuações e *status*, mecânica e habilidade do jogador também obtiveram notas boas.

Na avaliação da interação social (3.3) podemos analisar que o jogo não é *multi-player*, assim não há interações com outros jogadores, fato esse que contribui para a nota baixa.

Além das questões do IAQJEd e do Guia de Avaliação dos Componentes, uma questão adicional sobre a avaliação geral do jogo foi adicionada e resultou em uma média de 4.4, indicando também uma boa aceitação do jogo.

6. Conclusão

O jogo Manna-X introduz de maneira interativa e criativa os conceitos relacionados a números binários, *pixels* gráficos, sistema de cores, portas lógicas, e os componentes dos computadores, abordando as matérias de Computação Gráfica, Circuitos Digitais e Arquitetura e Organização de Computadores.

O enredo do jogo aborda os conceitos básicos da computação na medida em que eles são importantes e significantes para a evolução da própria interface do jogo, desta forma ele evolui conforme o personagem coleta mais memória e descobre novos conceitos (como sistema de cores) e novos artefatos (*chips* de memória, placas gráficas e demais *hardwares*) que permitem construir novos computadores mais potentes e com mais recursos.

Como trabalhos futuros, a ideia é expandir o jogo, adicionando novas fases sobre os seguintes conteúdos e conceitos dos componentes básicos de eletrônica (diodo, resistor, led), portas lógicas *XOR* e *NAND*, formas de armazenamento como disco rígido, *pen drive*, disco de estado sólido (SSD) e armazenamento em nuvem, diferentes modelos de processadores e conceitos de redes e protocolos de comunicação, conceitos de segurança como criptografia e redundância, além da evolução da interface em 3D para a última fase.

Os resultados das avaliações indicam que os alunos gostaram do jogo, com alguns componentes a serem melhor trabalhados em novas versões.

O aprendizado com jogos pode estimular alunos à uma interação maior, e consequentemente à um aprendizado mais efetivo, assim espera-se que o jogo Manna-X possa contribuir com o ensino de Ciência da Computação, propondo uma atividade desafiadora, lúdica e divertida.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio do CNPq, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - Bolsista do CNPq - Brasil (311685/2017-0) e da Fundação Araucária (17.633.124-0).

Referências

- Balasubramanian, N. and Wilson, B. G. (2006). Games and simulations. In *Society for information technology and teacher education international conference*, volume 1. Citeseer.
- Battistella, P. and von Wangenheim, C. G. (2016). Games for teaching computing in higher education—a systematic review. *IEEE Technology and Engineering Education*, 9(1):8–30.
- Biagi, F. and Loi, M. (2013). Measuring ict use and learning outcomes: evidence from recent econometric studies. *European Journal of Education*, 48(1):28–42.
- Campano Junior, M. M., de Souza, H. C., and Felinto, A. S. (2020). Avaliação pedagógica com base na uniao dos componentes dos jogos educacionais e das teorias de aprendizagem. In *Proceedings of XIX SBGames - Simpósio Brasileiro de Jogos de Computador e Entretenimento Digital - Education Track*, pages 551–558.

- Costa, O. V. C. d. (2011). *O Jogo didático como estratégia de aprendizagem*. PhD thesis, Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, Universidade Nova de Lisboa.
- Coutinho, I. D. J. (2017). Avaliação da qualidade de jogos digitais educativos: trajetórias no desenvolvimento de um instrumento avaliativo. *Tese (Doutorado) - Universidade do Estado da Bahia*.
- Csikszentmihalyi, M., Abuhamdeh, S., and Nakamura, J. (2014). *Flow*, pages 227–238. Springer Netherlands, Dordrecht.
- Dewantara, D., Wati, M., Misbah, M., Mahtari, S., and Haryandi, S. (2020). The effectiveness of game based learning on the logic gate topics. In *Journal of Physics: Conference Series*, volume 1491, page 012045. IOP Publishing.
- Fernandes, J. C. N. and Silveira, I. F. (2019). Jogos digitais educacionais, práticas interdisciplinares e pensamento computacional: relações possíveis. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, 10(4):116–136.
- Hunicke, R., Leblanc, M., and Zubek, R. (2004). Mda: A formal approach to game design and game research. *AAAI Workshop - Technical Report*, 1.
- Meftah, C., Retbi, A., Bennani, S., and Idrissi, M. (2019). Evaluation of user experience in the context of mobile serious game. In *2019 International Conference on Intelligent Systems and Advanced Computing Sciences (ISACS)*, pages 1–5.
- Oliveira, R., Belarmino, G., Rodriguez, C., Goya, D., Venero, M. F., Júnior, A. O., and da Rocha, R. V. (2019). Avaliações em jogos educacionais: instrumentos de avaliação da reação, aprendizagem e comparação de jogos. In *Brazilian Symposium on Computers in Education*, volume 30, page 972.
- Oren, M., Pedersen, S., and Butler-Purry, K. L. (2020). Teaching digital circuit design with a 3-d video game: The impact of using in-game tools on students' performance. *IEEE Transactions on Education*, 64(1):24–31.
- Santos, J. C. O. and da Silva Figueiredo, K. (2016). Computasseia: Um jogo para o ensino de história da computação. In *Anais do XXIV workshop sobre educação em computação*, pages 2026–2035. SBC.
- Zaffari, G. and Battaiola, A. (2014). Mapeamento do mda e habilidades do jogador no gráfico da teoria do fluxo. In *11º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design*, pages 362–373.