

PipePuzzle: um jogo educacional alinhado ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6

Alex Kauan de Oliveira Lima
UFERSA

Pau dos Ferros, Brasil
alex.lima@alunos.ufersa.edu.br

Francisco Gerlano de Oliveira Souza
UFERSA

Pau dos Ferros, Brasil
francisco.souza97231@alunos.ufersa.edu.br

Nathan Cardoso Linhares
UFERSA

Pau dos Ferros, Brasil
nathan.linhares@alunos.ufersa.edu.br

Resumo—Os debates relacionados aos desafios ambientais, como as mudanças climáticas, o desmatamento e a escassez de recursos naturais, a Organização das Nações Unidas (ONU) instituiu a Agenda 2030, composta por 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Dentre esses objetivos, tem-se o ODS 6, que tem como finalidade assegurar a disponibilidade e a gestão sustentável da água potável e do saneamento para todos. Nesse contexto, surge o *PipePuzzle*, um jogo educacional digital que busca abordar a temática do uso eficiente da água por meio de uma abordagem lúdica e interativa diante um desafio em forma de quebra-cabeça baseado na conexão de tubulações, que possui sistema de níveis progressivos e aumento gradual de dificuldade. O jogo, busca agir diante a problemática que consiste na dificuldade de promover a conscientização sobre o uso responsável da água. Assim, a relevância deste trabalho está em apresentar o desenvolvimento e o funcionamento do *PipePuzzle*.

Index Terms—Desenvolvimento de jogos; Jogos educacionais; GameMaker; Objetivos de Desenvolvimento Sustentável;

I. INTRODUÇÃO

Mediane as últimas décadas, debates com a temática ambiental ganharam crescente relevância no que diz respeito ao cenário internacional, impulsionado pelos impactos provocados por mudanças climáticas, desmatamento, escassez de recursos naturais e da perda de biodiversidade [5].

Diante esse contexto, a Organização das Nações Unidas (ONU) consolidou, em 2015, a Agenda 2030, que é constituída por 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) [5]. Os ODS, tem-se como intuito, guiar os países rumo a um modelo de desenvolvimento mais justo, equilibrado e sustentável, sendo a dimensão ambiental um dos eixos centrais, logo, surgem diversos objetivos como água limpa, energia sustentável, combate às mudanças climáticas e proteção da vida terrestre e marinha [5].

Em relação aos 17 objetivos, em específico, o ODS 6, tem-se o objetivo de garantir a disponibilidade e a gestão sustentável da água potável e do saneamento para todos¹. [4] apresenta de forma detalhada as metas do ODS 6, que abrange garantir o acesso universal e equitativo à água potável e segura (6.1), assegurar o acesso universal ao saneamento e à higiene com atenção especial às mulheres, meninas e populações vulneráveis (6.2), melhorar a qualidade da água por meio da redução da poluição e do volume de efluentes não tratados (6.3), ampliar a reciclagem, a reutilização e a eficiência no uso da água para mitigar a escassez hídrica (6.4),

implementar a gestão integrada dos recursos hídricos (6.5), proteger e restaurar ecossistemas ligados à água (6.6) e fortalecer tanto a cooperação internacional quanto a participação das comunidades locais na gestão da água e do saneamento (6.a e 6.b) [4].

O jogo é uma atividade voluntária, de caráter não sério e com a presença de regras [8]. Logo, pode-se definir jogo como uma atividade livre de interesse material, presente em um espaço delimitado, seja material ou não [8].

Game, jogos digitais, jogos eletrônicos ou, de forma simplória, videogame, são termos direcionados para jogos em que há uma interação de uma pessoa, normalmente chamada de jogador, com o computador e seus periféricos [7].

Diante a grande variedade de gêneros de jogos eletrônicos, faz-se presente os jogos em que seu propósito está além do entretenimento, cujo objetivo se encontra na sua utilização para a educação e estratégia, tais jogos são denominados de Jogos Educacionais [1].

Os jogos Educacionais, em sua maioria, possibilitam para quem joga, um aprendizado significativo em relação a seus conteúdos abordados nos mais diversos níveis de ensino [1].

Portanto, o presente estudo apresenta o desenvolvimento do **PipePuzzle**, um jogo educacional que aborda a temática dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, com foco no ODS 6. O **PipePuzzle** foi desenvolvido utilizando o GameMaker Studio 2 e sua linguagem nativa, a GameMaker Language (GML).

O jogo utiliza uma mecânica de quebra-cabeça baseada na conexão de tubulações, na qual o jogador deve organizar peças de cano para formar um sistema adequado de distribuição de água.

Essa proposta busca promover a conscientização sobre o uso eficiente e sustentável dos recursos hídricos, alinhando-se especialmente à meta 6.4 do ODS 6, que enfatiza a necessidade de ampliar a reutilização e a eficiência no consumo de água, como foi apresentado por [4].

Com isso, a partir dessa abordagem lúdica e interativa, o **PipePuzzle** se justifica em proporcionar ao usuário uma experiência que integra entretenimento e aprendizagem, favorecendo a internalização dos conceitos relacionados ao uso responsável da água.

Este estudo está estruturado da seguinte forma: a Seção II apresenta a fundamentação teórica que embasa o trabalho; a

Seção III descreve a metodologia adotada, bem como o desenvolvimento do jogo e o funcionamento de suas mecânicas; por fim, a Seção IV reúne as considerações finais e possíveis perspectivas de trabalhos futuros.

II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A. Linguagem de programação

Linguagem de Programação pode ser compreendida como a escrita de um conjunto de instruções e regras, na qual são usadas para escrever programas (software), que podem ser executados em dispositivos como computadores, smartphones e entre outros [6]. Existem diversas linguagens de programação, com propósitos distintos como desenvolver apps ou games [6].

Por meio dessas linguagens, os programas são construídos com base em algoritmos que, organizados em instruções e ações, orientam o computador na resolução de problemas ou na execução de tarefas específicas [6].

Assim, para o desenvolvimento do PipePuzzle , utilizou-se a linguagem de programação GameMaker Language, a qual é especificamente voltada para a criação de jogos na plataforma GameMaker Studio. Essa linguagem oferece recursos e estruturas próprias que facilitam a implementação de *scripts* para a criação de jogos.

B. Game Design

O Game Design corresponde ao processo de criar tanto o conteúdo quanto as regras que estruturam um jogo [2]. Conforme [2] discute em seu trabalho, um bom game design vai além dessa definição inicial, consistindo na criação de objetivos capazes de motivar o jogador, bem como de um conjunto de regras que orientem suas decisões significativas ao longo da experiência de jogo.

Logo, [2] enfatiza que o Game design dedica-se a projetar situações que permitam ao jogador realizar escolhas que influenciam diretamente o desenvolvimento da partida, como Tetris e Xadrez, por exemplo, conduzem o jogador a estados mentais específicos, mantendo-o constantemente engajado na avaliação de múltiplas possibilidades e na seleção do próximo movimento [2].

As abordagens referentes ao Game Design envolvem diversos processos, como a elaboração de documentação específica e métodos voltados a criação e ao planejamento do jogo [2]. Embora o presente trabalho não tenha adotado integralmente as abordagens metodológicas do Game Design, por tratar-se do desenvolvimento de um jogo, foram incorporados de forma intrínseca princípios semelhantes, tais como a definição de objetivos claros para motivar o jogador e o estabelecimento de regras que orientam suas ações e decisões ao longo da experiência de jogo.

C. Jogos educacionais digitais

Nos últimos anos, os Jogos Educacionais Digitais (JEDs) mostraram-se importantes recursos de apoio ao processo de ensino e aprendizagem em diferentes níveis de escolaridade

¹Todos os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável podem ser visualizados e estão disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>

[3]. Esses jogos com essa temática, tem-se como finalidade promover experiências de aprendizagem significativas, relacionadas aos conteúdos e temas abordados no contexto educacional [3].

[3] discute em seu trabalho que a utilização adequada dos Jogos Educacionais Digitais no contexto educacional proporciona momentos lúdicos e interativos que contribuem para o processo de aprendizagem, além de favorecer o desenvolvimento cognitivo dos estudantes [3].

Como o PipePuzzle aborda o ODS 6, em específico, ao apresentar a temática do uso eficiente da água por meio de uma interação lúdica baseada em mecânicas de jogo, o PipePuzzle caracteriza-se como um jogo educativo.

III. ABORDAGEM/METODOLOGIA

A. Funcionamento do Jogo

Primeiramente, para a execução do PipePuzzle, é necessário que o jogador disponha de um computador, uma vez que o jogo foi desenvolvido utilizando o GameMaker Studio 2. A partir dos recursos de compatibilidade oferecidos pela plataforma, a etapa de *build* gera um arquivo executável que pode ser executado em sistemas operacionais compatíveis, desde que estes possuam o interpretador do GameMaker instalado, garantindo assim o funcionamento adequado do jogo.

Iniciando pelo que se refere ao público alvo do PipePuzzle, o jogo foi concebido para atender jogadores de diferentes faixas etárias, considerando seu caráter educacional.

A proposta educacional do jogo, baseia-se em uma abordagem lúdica que estimula o uso consciente e correto da água, permitindo que o jogador desenvolva essa percepção por meio da resolução de desafios de quebra-cabeça. Por isso, Diante da Figura 1, observa-se a estrutura geral do jogo, na qual o jogador depara-se com um ponto inicial, representado por uma torneira, que simboliza a origem da água, e um ponto final ilustrado por uma casa, que representa o destino da água. Esse percurso deve ser construído pelo jogador para possibilitar a distribuição da água por meio das peças que representam as tubulações.

A dinâmica do jogo é estruturada em um sistema de níveis, no qual o jogador deve montar um percurso distinto a cada avanço de fase. Como forma de auxílio, no início de cada nível é apresentada uma indicação visual das conexões corretas dos canos, representada por um círculo azul, que sinaliza quando uma conexão está adequada, como é o exemplo da peça que está abaixo da torneira na Figura 1.

A partir disso, o jogador deve realizar a montagem progressiva das conexões entre as peças. O jogo valida, em tempo real, se cada peça está corretamente conectada ao caminho do nível atual. Quando a conexão está correta, o círculo azul é exibido novamente, caso contrário, o indicador não aparece, informando que a peça posicionada não corresponde a conexão correta.

Como apresentado na Figura 2, ao concluir corretamente o percurso entre a origem e o destino, no limite de tempo apresentado em cada fase, o jogo identifica a validação total das conexões e ativa o fluxo de água ao longo das tubulações



Figura 1. Estrutura do jogo

montadas. Além disso, é exibida na tela uma mensagem em destaque na cor verde com o texto NÍVEL COMPLETO, acompanhada da indicação de que o quebra-cabeça foi finalizado com sucesso. Nesse momento, o sistema informa ao jogador que deve pressionar a tecla *N* para avançar para o próximo nível. Essa sinalização visual reforça o progresso de fase e passa ao jogador o feedback positivo, indicando que o objetivo do nível foi alcançado.

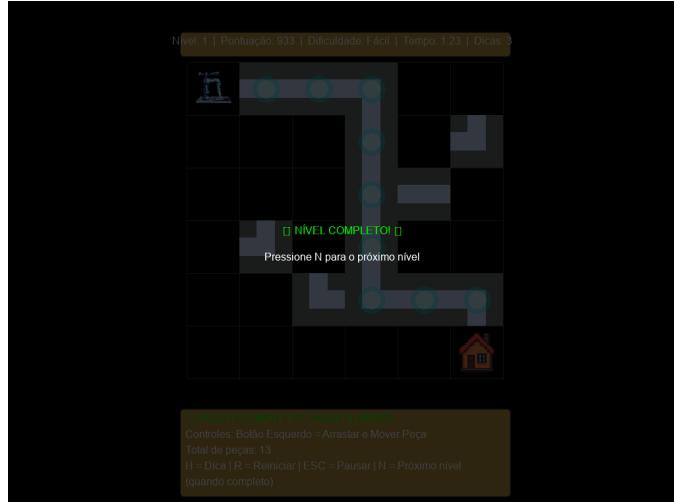


Figura 2. Nível 1 completado com sucesso

Todavia, caso o jogador não consiga concluir as conexões dentro do limite de tempo estabelecido, ele é impedido de progredir para a próxima fase, ocorrendo o estado de Game Over, que indica o encerramento da partida. A Figura 3 ilustra a tela de game over apresentada ao jogador quando o tempo máximo é atingido. Nessa tela, é exibido um indicativo visual de Game Over, juntamente com as opções disponíveis para os próximos passos que são: ao pressionar a tecla *Q*, o jogador abandona a partida e o jogo é encerrado; pressionar a tecla *R*,

o jogo é reiniciado, permitindo que o jogador retome a partida a partir do nível em que tinha parado.

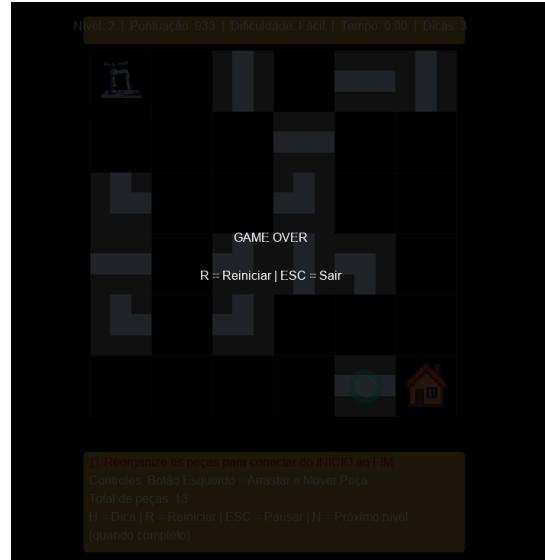


Figura 3. Tela de Game Over

Ao que diz respeito o sistema de níveis, o jogo é composto por estágios sequenciais, nos quais o jogador avança ao decorrer em que consegue montar corretamente o caminho entre a origem e o destino. Cada nível apresenta configurações específicas, como o tamanho da grade, o tempo limite disponível e o grau de dificuldade. Nos níveis iniciais, a grade possui dimensões reduzidas e o tempo limite é mais amplo, permitindo que o jogador comprehenda a mecânica do jogo. Na medida que o nível avança, a grade é ampliada, o tempo disponível é ajustado e a complexidade do percurso aumenta, exigindo maior planejamento e raciocínio lógico por parte do jogador.

A dificuldade do jogo também é escalonada conforme a progressão dos níveis, influenciando diretamente a geração do caminho correto, a quantidade de peças necessárias e a inserção de elementos adicionais, como peças extras, com o intuito de distrair o jogador como forma de obstáculos. Esses elementos têm como objetivo tornar o desafio mais dinâmico, evitando soluções triviais. A Tabela I sintetiza o sistema de progressão de dificuldade do jogo PipePuzzle.

Faixa de níveis	Largura do grid	Altura do grid	Dificuldade
1 – 3	6	6	Fácil
4 – 6	7	7	Fácil
7 – 9	8	8	Médio
10 – 12	8	8	Médio
≥ 13	9	9	Difícil

Tabela I
CONFIGURAÇÃO DOS NÍVEIS E DIFICULDADES DO JOGO

Em um comparativo, as Figuras 4 e 5 ilustram essa progressão na dificuldade. Na imagem referente ao nível 2, o jogador se depara com uma fase classificada como fácil, caracterizada por uma grade menor e uma quantidade reduzida de peças, o que torna a resolução do desafio mais simples e intuitiva. Em contraste, no nível 10 observa-se um aumento

significativo da complexidade, com uma grade maior, mais peças disponíveis e maior distância entre o ponto inicial e o final, além do jogo classificar a dificuldade como média.

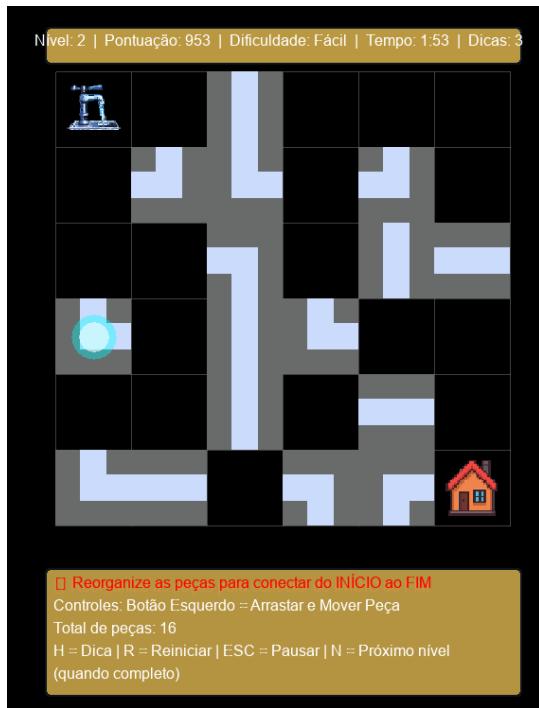


Figura 4. Nível 2 do jogo PipePuzzle



Figura 5. Nível 10 do jogo PipePuzzle

O sistema de pontuação está associado ao desempenho do jogador durante cada nível, considerando fatores como a conclusão correta do percurso e o tempo gasto para resolver o desafio. Na qual, ganha mais pontos conforme a velocidade em resolver o desafio. Dessa forma, o jogo recompensa execuções eficientes, estimulando o jogador a buscar soluções mais rápidas.

Ademais, a jogabilidade do jogo foi projetada de forma para que sua utilização fosse simples. Para isso, o jogo contém indicativos visuais que informam ao jogador quais teclas estão disponíveis e suas respectivas funções. Para movimentar as peças, o jogador deve clicar com o botão esquerdo do mouse e arrastá-las até a posição desejada na grade, reorganizando o caminho necessário para conduzir as tubulações do ponto inicial ao ponto final. A progressão para o próximo nível ocorre por meio da tecla N, porém apenas quando a fase atual é concluída com sucesso. Durante a partida, o jogador pode pausar o jogo a qualquer momento pressionando a tecla ESC. Caso deseje reiniciar a fase, incluindo a reinicialização do tempo limite, basta pressionar a tecla R. Além disso, ao pressionar a tecla H, o jogador ativa o sistema de dicas, que auxilia na identificação de conexões corretas entre as peças.

Por fim, todas essas informações estão contidas na própria tela do jogo, juntamente com a pontuação, o tempo restante, a quantidade de dicas disponíveis, o nível da fase em andamento e o grau de dificuldade correspondente.

B. Desenvolvimento do jogo

Para o desenvolvimento do **PipePuzzle**, não foi adotada uma metodologia ágil convencional de desenvolvimento de software e nenhum modelo específico de desenvolvimento de jogos, como o *Game Design*. Ainda assim, o processo de desenvolvimento foi conduzido de forma incremental, com a implementação progressiva de funcionalidades e melhorias ao longo do tempo.

Inicialmente, realizou-se a etapa de levantamento de requisitos, na qual estes foram identificados, documentados, avaliados e validados, servindo como base para a concepção do jogo. Em seguida, ocorreu o processo de modelagem do sistema, com a elaboração de diagramas de caso de uso e de classes, além da definição de um plano de especificações formais, responsável por detalhar os conceitos, regras e comportamentos que seriam empregados no desenvolvimento do jogo.

Com a finalização da documentação e dos diagramas, baseando-se nos artefatos produzidos, deu-se início à implementação do jogo. Paralelamente ao desenvolvimento, foram realizados testes exploratórios das funcionalidades implementadas, com o objetivo de identificar e corrigir possíveis bugs.

IV. CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou o desenvolvimento do **PipePuzzle**, um jogo educacional digital voltado para conscientização sobre o uso consciente e sustentável da água, alinhado aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, com ênfase no ODS 6. A proposta do jogo baseia-se em uma abordagem lúdica, utilizando mecânicas de quebra-cabeça que incentivam o raciocínio lógico e a tomada de decisões estratégicas por parte do jogador.

Ao longo do desenvolvimento, foram implementados as funcionalidades de progressão por níveis, aumento gradual de dificuldade, controle de tempo, pontuação e dicas. Todas as funcionalidades foram pensadas para tornar o jogo acessível

para todas as idades e proporcionando uma experiência desafiadora. Além disso, a utilização do GameMaker Studio 2 e da linguagem GameMaker Language mostrou-se adequada para a implementação do jogo.

Convém ressaltar que o jogo foi desenvolvido no âmbito acadêmico, o que resultou em um número reduzido de usuários para a realização de testes, o que limitou o trabalho quanto a realização de avaliações com um número considerável de participantes, impedindo a obtenção de resultados que são relacionados a acessibilidade, aprendizado e jogabilidade do jogo.

Portanto, como uma perspectiva de trabalhos futuros, sugere-se a realização de avaliações com um número significativo de usuários para analisar o impacto do jogo no processo de aprendizagem, acessibilidade e jogabilidade, bem como a ampliação do jogo com novos níveis, mecânicas adicionais e adaptação para outras plataformas, como dispositivos móveis ou torná-lo um jogo WEB. Também é possível explorar a inclusão de outros Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, ampliando o escopo educacional da proposta.

REFERÊNCIAS

- [1] BARBOSA, T. M., BURLAMAQUI, A. A. R. S. D. S., AND BURLAMAQUI, A. M. F. B. Formação de professores para a construção de jogos educacionais digitais: uma revisão sistemática da literatura.
- [2] FROELICH, I. S. Game design: empatia através de jogos digitais.
- [3] GENESIO, N. O. S., DE OLIVEIRA, A. M., OLIVEIRA, E. W., AND VALLE, P. H. D. Panorama de estudos sobre jogos educacionais digitais em educação em computação. In *Workshop sobre Educação em Computação (WEI)* (2024), SBC, pp. 737–749.
- [4] JACOBI, P., FREY, K., RAMOS, R. F., AND CÔRTES, P. Ods 6–água potável e saneamento. *Objetivos do Desenvolvimento Sustentável* (2020), 117.
- [5] JUNIOR, A. L. B., SURUAGY, M. V. T., MOURA, V. M., PEREIRA, V. V., DE OLIVEIRA, M. D. S., PINHEIRO, M. D. S. S., DE SOUZA, D. V., MANGONI, S. S., DE GIORGE CERQUEIRA, H., CORRÊA, R. B., ET AL. Objetivos de desenvolvimento sustentável (ods) e a preservação ambiental no brasil. *Revista DCS* 22, 81 (2025), e3136–e3136.
- [6] LIMA, B. A. D., ET AL. Contribuições dos jogos digitais para o ensino de programação no fundamental i.
- [7] SAUNIER, T. G. M., ET AL. Jogos digitais como ferramenta de apoio pedagógico para as disciplinas de linguagem de programação. *Igapó* 15, 2 (2021).
- [8] TAVARES, L. M. *Serious games*. Editora Intersaberes, 2021.