

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO DE JOINVILLE
CURSO DE ENGENHARIA MECATRÔNICA

SARA CRISTINA RODRIGUES

MECAEDUCA: NÚMEROS E TECNOLOGIA NA SALA DE AULA
A INTEGRAÇÃO DA EDUCAÇÃO COM A ENGENHARIA MECATRÔNICA

Joinville
2024

SARA CRISTINA RODRIGUES

MECAEDUCA: NÚMEROS E TECNOLOGIA NA SALA DE AULA
A INTEGRAÇÃO DA EDUCAÇÃO COM A ENGENHARIA MECATRÔNICA

Trabalho apresentado como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Mecatrônica, no Curso de Engenharia Mecatrônica, do Centro Tecnológico de Joinville, da Universidade Federal de Santa Catarina.

Dr. Benjamin Grando Moreira

Joinville
2024

Dedico este trabalho a todos que acreditaram em mim, que estiveram ao meu lado nessa caminhada para concluir o curso de Engenharia Mecatrônica; a minha futura esposa, Cristine Galeano e aos nossos filhos de quatro patas, Teodoro Leonardo, Vicente Leonardo e Valentina Cristina. A Robert Vinícius dos Santos (in memoriam).

AGRADECIMENTOS

Finalizar o TCC é uma etapa necessária para a conclusão do curso, mas também é o símbolo do fim dessa que foi uma longa jornada. Sem o apoio de algumas pessoas, isso não teria sido possível.

Logo, meu primeiro agradecimento vai a mim mesma. Uma jovem de 17 anos que entrou no curso de Engenharia Mecatrônica contra a vontade dos pais, que precisou desde a maior idade contribuir financeiramente para sua própria renda para conseguir sobreviver, e por ser quem é sofreu violência física aos 19 anos. Que passou por uma depressão aguda, por uma separação de um casamento de quase 7 anos, que foi processada pelo pai, que perdeu um ente muito querido, que foi expulsa de casa pela mãe. Mas que nunca desistiu.

Inicio deixando meu agradecimento ao meu orientador, Professor Doutor Benjamin Grando Moreira, por me auxiliar durante o desenvolvimento desse trabalho. Agradeço também a Professora Doutora Tatiana Renata Garcia e a Professora Doutora Vanessa Aparecida Alves de Lima, por terem aceito o convite de compor a banca avaliadora deste TCC. Um agradecimento especial a Professora Doutora Vanessa, por me auxiliar no desenvolvimento e na escrita deste trabalho, e por ser um apoio emocional em momentos de dificuldade.

Agradeço também a todos os professores do meu curso e de todo o campus que de alguma forma contribuíram para a minha formação. Em especial, a Professora Doutora Talita Sauter Possamai e ao Professor Doutor Renato Oba, com quem trabalhei em bolsas de extensão, aprendi sobre a pesquisa acadêmica e que contribuíram para o meu desenvolvimento acadêmico, bem como foram inspiração durante a graduação.

Aos meus colegas de curso, Leonardo Henrique Tártari, Lucas Erickis Hames, Matheus Santana Carvalho e Vinicius Claudino, parceiros de muitas listas de exercícios, de muitos trabalhos e muitas revisões para provas, deixo meu agradecimento.

Aos amigos que a UFSC me deu, Acir Marconato Junior, Gabriella Narciso e Maria Helena de Oliveira Ferreira, que foram e ainda são peças fundamentais em minha vida, agradeço por tudo que já fizeram por mim, dentro e fora da universidade. Em tempos difíceis, foram vocês que me escutaram, me abraçaram, seguraram minha mão e não me deixaram desistir. Com toda certeza, sem todo o seu apoio, eu não teria chego até

o fim do curso, e por isso deixo meu agradecimento profundo.

Agradeço a minha mãe, Sonia Regina Rodrigues e a minha irmã, Raquel Carolina Rodrigues, por tudo que fizeram durante a minha graduação, e também por todo o apoio e suporte. Agradeço ao meu pai, Sidiney Rodrigues, pelo apoio financeiro obrigatório dado.

Agradeço a minha tia, Viviane Vieira dos Santos, ao meu tio, Odejalma dos Santos, e aos meus primos, Ramon Victor dos Santos e Letícia Vitória dos Santos, por nunca terem deixado de acreditar em mim, e por todo seu incentivo. Deixo aqui ao meu primo, Robert Vinícius dos Santos, um agradecimento por ter sido a pessoa que sempre apostou e confiou em mim, e que, enquanto em vida, nunca me deixou desistir.

Gostaria de agradecer também a Janes Carmeli Zamarchi e Mariano Galeano Florentin, meus sogros, por terem me dado amparo em um momento delicado e pelo seu auxílio integral para finalização do curso. Agradeço também a Mariana Galeano Vieira, por ter sido inspiração para este trabalho e pelo seu inabalável otimismo. Agradeço a Crislaine Galeano, Alejandro Galeano, e a família Zamarchi pelo seu acolhimento nos últimos 3 anos.

A minha noiva, Cristine Galeano, agradeço profundamente, com todo amor que tenho, por todo seu apoio e suporte. Por ter sido a pessoa que me incentivou, que acreditou em mim e no meu potencial, sem precedentes. Por ter sido meu porto seguro em momentos de dificuldade. Sem você, eu não teria chego até o fim e não teria entregue esse trabalho. Aos nossos filhos de quatro patas, Teodoro Leonardo Rodrigues, Vicente Leonardo Rodrigues e Valentina Cristina Rodrigues, agradeço por todos os lambejos dados, os carinhos trocados, os latidos de incentivo e seu amor incondicional.

Gostaria de agradecer aos técnicos dos laboratórios, administrativos, zeladores e seguranças e demais profissionais da Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico de Joinville. Agradeço por cada conversa, cada incentivo e apoio que recebi durante esses anos.

Por fim, agradeço a sociedade brasileira, por manter as instituições públicas em atividade, contribuindo para a expansão do conhecimento e desenvolvimento de novas tecnologias. Agradeço a UFSC, Campus Joinville, por todo conhecimento que obtive e por todo apoio que encontrei. Agradeço por terem proporcionado um ambiente seguro, onde sempre fui acolhida e respeitada como uma mulher pertencente ao grupo LGBTQIAP+, onde o corpo docente e os demais profissionais não me discriminaram,

mas pelo contrário, me mostraram como devo ser tratada primeiramente como ser humano, e depois como engenheira, fortalecendo assim a instituição pública como justa e igualitária para todos.

Existe apenas um bem, o conhecimento, e um mal, a ignorância.
(Sócrates).

RESUMO

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de uma ferramenta educativa voltada para professores e alunos, denominada de MecaEduca e destinada a estimar o nível de aprendizado de operações básicas de matemática, em alunos de 6 a 9 anos, de forma dinâmica e atrativa. A ferramenta integra um jogo digital e uma interface física chamada Tapete Matemático. A ferramenta é constituída de um hardware, composto por Arduino, sensores de presença PIR e teclas que simbolizam os algarismos de 0 a 3, permitindo que os alunos interajam com o jogo, respondendo a operações matemáticas de maneira lúdica. Além de visar despertar o interesse pela matemática, o trabalho ressalta a importância dos jogos educacionais como estratégia para promover o ensino da matemática na educação. O projeto envolveu o desenvolvimento do hardware, o software e a integração entre ambos, resultando em uma solução prática e pedagogicamente estimulante.

Palavras-chave: jogos educacionais; interface física; jogos digitais.

ABSTRACT

This work presents the development of an educational tool aimed at teachers and students, called MecaEduca, designed to dynamically and attractively estimate the learning level of basic mathematical operations in children aged 6 to 9 years. The tool integrates a digital game and a physical interface called the MathMagic Mat. The system consists of hardware, composed of Arduino, PIR motion sensors, and buttons representing the digits 0 to 3, allowing students to interact with the game by answering mathematical operations in a playful manner. In addition to fostering an interest in mathematics, the study highlights the importance of educational games as a strategy to promote mathematics teaching in education. The project involved the development of the hardware, software, and their integration, resulting in a practical and pedagogically stimulating solution.

Keywords: educational games; physical interface; digital games.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Arduino UNO	23
Figura 2 – Sensor Piroelétrico PIR - HCSR501	24
Figura 3 – Parte interna da tecla do Tapete Matemágico	24
Figura 4 – Sensor Piroelétrico PIR - HCSR501 sem lente de Fresnel	25
Figura 5 – LED azul	25
Figura 6 – Tela inicial do IGES do MecaEduca	26
Figura 7 – Tela para seleção do modo do MecaEduca	27
Figura 8 – MENU do Modo Espaço	28
Figura 9 – MENU do Modo Terra	28
Figura 10 – Tela: Selecione o Nível - Modo Terra	29
Figura 11 – Tela: Digite seu Nome - Modo Terra	30
Figura 12 – Tela: Jogo - Modo Terra	30
Figura 13 – Tela: Jogo com Resposta do Usuário - Modo Terra	31
Figura 14 – Configurações do Modo Terra	32
Figura 15 – Tela Níveis do Modo Terra	33
Figura 16 – Tela Tutorial do Modo Terra	34
Figura 17 – Parte interna da tecla do Tapete Matemágico	39
Figura 18 – Quatro Teclas - Modelo Conceitual	39
Figura 19 – Quatro Teclas - Versão Inicial do Tapete Matemágico	40
Figura 20 – Visão Superior da tecla e do Sensor PIR - Tapete Matemágico	41
Figura 21 – Visão Superior das quatro teclas - Tapete Matemágico	41
Figura 22 – Visão interna de uma tecla - Tapete Matemágico	42
Figura 23 – Uma tecla do Tapete Matemágico	43
Figura 24 – Tapete Matemágico Completo em 3D	43
Figura 25 – Tapete Matemágico Completo em 2D	44
Figura 26 – Formato do arquivo de saída	44
Figura 27 – Exemplo - arquivo de saída	45
Figura 28 – Exemplo - arquivo de comunicação entre hardware e software	45
Figura 29 – Arquivo Contas - formato .csv	46
Figura 30 – Arquivo Contas - planilha	46

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	OBJETIVOS	13
1.1.1	Objetivo Geral	13
1.1.2	Objetivos Específicos	13
2	OS JOGOS DIGITAIS E O ENSINO DA MATEMÁTICA	14
2.1	EDUCAÇÃO INFANTIL	14
2.2	ENSINO DA MATEMÁTICA	15
2.3	JOGOS EDUCACIONAIS	16
2.4	TRABALHOS RELACIONADOS	17
3	METODOLOGIA	21
3.1	ENTREVISTA COM O COLÉGIO UNIVILLE	21
3.2	COMPONENTES DO TAPETE MATEMÁTICO	22
3.2.1	Arduino UNO	22
3.2.2	Sensor de presença PIR - HC-SR501	23
3.2.3	LEDs	25
3.3	CODIFICAÇÃO DO ARDUINO	25
3.4	AMBIENTE DE JOGO INTEGRADO PARA ALUNOS - IGES	26
3.4.1	Botão - JOGAR	28
3.4.2	Botão - CONFIGURAÇÕES	31
3.4.3	Botão - SOM	32
3.4.4	Botão - NIVEIS	32
3.4.5	Botão - TUTORIAL	33
3.4.6	Botão - SAIR	34
3.5	CODIFICAÇÃO DO IGES	34
3.5.1	Tela: Selecione o Nível - Modo Terra	35
3.5.2	Tela: Jogo - Modo Terra	36
3.5.3	Codificação em Python para tratar a entrada do Arduino	36
3.6	AMBIENTE DE ANÁLISE INTEGRADO PARA PROFESSORES - IAET	37
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	38
4.1	DETECÇÃO DE MOVIMENTO COM O SENSOR PIR - HCSR501	38
4.2	TAPETE MATEMÁTICO	39
4.3	FUNCIONAMENTO DO JOGO DIGITAL DO MECAEDUCA	42
4.4	INTEGRAÇÃO DO TAPETE MATEMÁTICO COM A IGES	45

5	CONCLUSÕES	48
	REFERÊNCIAS	49

1 INTRODUÇÃO

A matemática é uma disciplina fundamental no ensino básico de um indivíduo, além de estar presente na vida da maioria das pessoas, direta ou indiretamente, em quase todos os momentos. Mesmo sendo utilizada em praticamente todas as áreas do conhecimento, mostrar aos alunos as aplicações da matemática é, muitas vezes, uma tarefa difícil, bem como conseguir despertar seu interesse (Paffrath; Zanlorenzi, 2016).

Segundo Araújo *et. al.* (2017), o problema no ensino e aprendizagem da matemática não se dá por ser uma ciência de difícil entendimento, mas sim, por um pré-conceito de que matemática é difícil, sendo apresentado aos alunos de forma descontextualizada da realidade e, por isso, causando um medo sem fundamento, um pré-conceito que vem sendo transmitido. Na verdade, falta demonstrar aos alunos que a matemática está em tudo, inclusive e principalmente nos jogos e brincadeiras da vida toda.

Jogar e brincar são necessários para o desenvolvimento social, cultural e emocional de crianças, jovens e adultos, e utilizar jogos para o ensino da matemática é uma promissora metodologia, uma vez que busca-se através do lúdico que os alunos resgatem noções, princípios e procedimentos matemáticos (Rodrigues *et al.*, 2017). Os jogos matemáticos podem auxiliar pedagogicamente, pois, a junção de atividades lúdicas com a matemática desperta o interesse do aluno e, conseqüentemente, promovem a aprendizagem (Paffrath; Zanlorenzi, 2016).

Com isso, surgiu a motivação para o desenvolvimento de uma ferramenta que, utilizando jogos, auxilie o professor a envolver os alunos no interesse pelo aprendizado em matemática, assim como, indicar pontos críticos no processo de aprendizagem além de orientar uma possível tomada de decisão. Essa ferramenta envolve a engenharia mecatrônica, desde o desenvolvimento do protótipo físico até a coleta dos dados, tendo-se, então, um hardware. Também é utilizada a programação e suas estruturas para o desenvolvimento da interface gráfica, tendo-se, então, um software.

Dessa forma, apresenta-se nesse trabalho o desenvolvimento de uma plataforma de jogos para alunos e professores do ensino fundamental, denominada de MecaEduca, para avaliação da fixação do conteúdo de matemática aprendido em sala de aula, com foco na identificação dos números e realização das quatro operações fundamentais (soma, subtração, multiplicação e divisão), que seja dinâmica e atrativa. Para os alunos é apresentada uma interface gráfica em forma de jogo e um protótipo físico, denominado de Tapete Matemágico. Dessa forma, acredita-se que a ferramenta poderá vir a auxiliar os professores na identificação de pontos de melhoria(s) na(s) turma(s), bem como para os alunos de uma forma individual, a fim de que metodologias

e novas abordagens sejam aplicadas.

A interface gráfica em forma de jogo apresentada para os alunos é denominada de Ambiente de Jogo Integrado para Alunos (Integrated Gaming Environment for Students - IGES). A interface gráfica para os professores, que resume e apresenta as análises feitas, é denominada de Ambiente de Análise Integrado para Professores (Integrated Analysis Environment for Teachers - IAET). Da mesma forma que os termos MecaEduca e Tapete Matemágico são de criação da autora, IGES e IAET também são.

1.1 OBJETIVOS

A fim de auxiliar na realização de atividades pedagógicas nas escolas de ensino fundamental voltadas para a matemática, propõe-se os seguintes objetivos.

1.1.1 Objetivo Geral

Desenvolver um jogo educacional que reúna uma interface física e um jogo digital no computador.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Desenvolver uma estrutura física para detectar a ação do jogador;
- Apresentar um jogo digital em Python para os alunos que seja dinâmico e atrativo;
- Integrar as respostas vindas do microcontrolador com um jogo digital para os alunos.

2 OS JOGOS DIGITAIS E O ENSINO DA MATEMÁTICA

Jogos e brincadeiras configuram-se como instrumentos metodológicos capazes de estimular o desenvolvimento cognitivo, afetivo, social, moral, linguístico e físico-motor em crianças. Além disso, proporcionam oportunidades para a aquisição de aprendizagens curriculares específicas, consolidando-se como ferramentas essenciais no contexto educacional (Mafra, 2008).

No ensino da matemática nas séries iniciais, os jogos visam auxiliar no desenvolvimento infantil, proporcionando oportunidades para explorar e refletir sobre a realidade de forma lúdica. A inclusão dessas atividades no planejamento pedagógico contribui para uma abordagem mais interativa e dinâmica, essencial para o aprendizado nessa etapa escolar (Santos; Santos; Alves, 2022).

Segundo Santos *et. al.* (2022), além de facilitar o entendimento de conceitos matemáticos, os jogos promovem o desenvolvimento de habilidades como concentração, articulação de ideias e formulação de estratégias. Essas competências, fundamentais no contexto educacional, destacam-se como benefícios adicionais, ampliando o impacto positivo dessas ferramentas no processo de ensino-aprendizagem (Santos; Santos; Alves, 2022).

2.1 EDUCAÇÃO INFANTIL

As séries iniciais, conforme definido pelo Ministério da Educação (MEC) (Brasil, 2017), compreendem os primeiros cinco anos do Ensino Fundamental, integrando a Educação Básica no Brasil. Esse período abrange crianças de 6 a 10 anos e tem como objetivo garantir o desenvolvimento das competências fundamentais de leitura, escrita e matemática, bem como habilidades relacionadas às áreas de ciências humanas e naturais. De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2017), a Educação Básica, por sua vez, constitui a etapa obrigatória e gratuita do sistema educacional brasileiro, englobando a Educação Infantil, o Ensino Fundamental e o Ensino Médio, com foco na formação integral dos estudantes e na preparação para a cidadania e o trabalho.

A evasão escolar na educação infantil no Brasil apresentou variações significativas nos últimos anos. Entre 2019 e 2021 houve uma redução de 7,3% nas matrículas de crianças de até 5 anos, totalizando 653 mil crianças que deixaram de frequentar unidades de educação infantil. Essa queda foi mais acentuada nas creches, com uma redução de 9% no período (Matuoka, 2022). No entanto, dados recentes indicam uma recuperação nos índices de matrícula, aproximando-se dos níveis observados antes da pandemia de Covid-19. Em 2023, a frequência escolar de crianças

de 0 a 3 anos aumentou para 38,7%, enquanto para aquelas de 4 a 5 anos o índice subiu para 92,9% (Marques, 2024). Esses números refletem os esforços para universalizar a educação infantil no país, embora desafios ainda persistam, especialmente em relação à garantia de acesso e permanência das crianças na escola.

A educação infantil desempenha um papel crucial no desenvolvimento integral das crianças, estabelecendo as bases para competências cognitivas, emocionais e sociais que perduram na vida adulta. Essa etapa inicial é fundamental para a construção de habilidades essenciais, influenciando diretamente o desempenho acadêmico e a adaptação social em fases posteriores. Além disso, estudos apontam que experiências educacionais de qualidade na primeira infância estão associadas a melhores resultados em saúde, comportamento e realização profissional na vida adulta. Portanto, investir em uma educação infantil de excelência é determinante para o desenvolvimento humano pleno e para a formação de cidadãos preparados para os desafios futuros (Pacheco, 2022).

2.2 ENSINO DA MATEMÁTICA

O ensino da matemática na Educação Infantil no Brasil é orientado pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2017b), que estabelece o desenvolvimento do pensamento lógico-matemático e a construção de noções fundamentais para a compreensão de números, espaço, forma e medidas, a saber, respeitando uma progressão que visa garantir uma base sólida para o desenvolvimento do raciocínio matemático e a aplicação prática no cotidiano (Brasil, 2017b):

- 1) Na Educação Infantil, as crianças são introduzidas ao reconhecimento dos números, contagem e identificação de padrões;
- 2) No Ensino Fundamental – Anos Iniciais, as operações aritméticas básicas são gradualmente ensinadas:
 - a) no 1º ano, o foco está no reconhecimento e escrita dos números e na adição simples;
 - b) no 2º ano é introduzida a subtração junto com a ampliação da adição;
 - c) no 3º ano inicia-se o aprendizado da multiplicação;
 - d) no 4º ano abordada-se a divisão de forma introdutória;
 - e) no 5º ano essas operações são consolidadas, ampliando-se a compreensão de problemas e algoritmos matemáticos.

O ensino de matemática no Brasil enfrenta desafios significativos, refletidos em baixos índices de proficiência entre os estudantes. Dados do Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb) de 2021 apontam que apenas 5% dos alunos do 3º ano do Ensino Médio da rede pública alcançaram aprendizado adequado em matemática (Soares, 2021). Com uma metodologia tradicional, centrada na memorização e

aplicação mecânica de fórmulas, se tem uma contribuição para a desmotivação dos estudantes. Essa abordagem limita o desenvolvimento do pensamento crítico e a capacidade de resolução de problemas, essenciais para o aprendizado matemático (Pereira; Almeida, 2020).

A ansiedade matemática é outro obstáculo relevante. Segundo Santos e Ferreira (2020), 65,1% dos estudantes brasileiros se sentem ansiosos com a possibilidade de reprovar em matemática, o que afeta negativamente o desempenho e o engajamento nas aulas, e problemas como esse são evidenciados em avaliações internacionais. No Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA) de 2022, 73% dos alunos brasileiros de 15 anos ficaram abaixo do nível 2 em conhecimentos matemáticos, indicando dificuldades em resolver problemas simples (Mendonça, 2022). Para superar esses desafios, é fundamental investir na formação continuada dos professores, adotar metodologias de ensino mais interativas e contextualizadas e implementar políticas públicas que promovam a valorização do ensino de matemática no país (Oliveira; Castro, 2021).

De acordo com Laurent (2022), há uma ausência de práticas pedagógicas sistematizadas e intencionalmente planejadas para o uso de jogos na sala de aula, o que compromete a construção do conhecimento matemático pelos alunos. Sem uma abordagem estruturada, os jogos não alcançam seu potencial educativo, evidenciando a necessidade de um planejamento pedagógico que integre efetivamente os jogos ao ensino da matemática (Laurent, 2022).

2.3 JOGOS EDUCACIONAIS

Os jogos educacionais têm se consolidado como ferramentas eficazes no processo de ensino-aprendizagem, proporcionando um ambiente lúdico que facilita a assimilação de conteúdos complexos. A integração de jogos digitais no currículo escolar pode promover o engajamento dos estudantes e melhorar a compreensão de conceitos científicos (Barab; Gresalfi; Ingram-Goble, 2010). Além disso, os jogos educacionais auxiliam no desenvolvimento de habilidades cognitivas e sociais, contribuindo para uma formação holística dos alunos (Annetta *et al.*, 2009).

O MEC (Brasil, 2017), reconhece a importância dos jogos como ferramentas pedagógicas na Educação Básica, destacando seu papel no estímulo ao aprendizado de forma lúdica e significativa. Segundo a BNCC (Brasil, 2017a), os jogos contribuem para o desenvolvimento integral dos estudantes ao promoverem habilidades cognitivas, motoras, sociais e emocionais. Além disso, facilitam que o processo de ensino seja interativo e motivador, criando ambientes propícios para a construção do conhecimento e para o fortalecimento de competências essenciais, como a resolução de problemas e o trabalho colaborativo (Brasil, 2017b).

As brincadeiras e jogos não apenas contribuem para o desenvolvimento físico e intelectual, promovendo saúde e maior compreensão do esquema corporal, mas também desempenham papel fundamental no aprendizado de regras, limites, respeito à vez e aceitação de resultados. Essas competências, adquiridas por meio do jogo, são essenciais para o processo de aprendizagem em sala de aula, ampliando sua eficácia e significado (Sanches, 2014). No ensino da matemática, os jogos educacionais destacam-se como uma metodologia eficaz, promovendo o desenvolvimento do raciocínio lógico e tornando o processo de aprendizado agradável (Sanches, 2014).

2.4 TRABALHOS RELACIONADOS

A integração de jogos que combinam software e hardware no ensino de matemática para crianças tem sido amplamente estudada, destacando-se como uma abordagem eficaz para facilitar a aprendizagem. Pesquisas indicam que atividades lúdicas, como jogos digitais e físicos, promovem o engajamento dos alunos e auxiliam na compreensão de conceitos matemáticos. Por exemplo, o trabalho de Oliveira e Ribeiro (2021) enfatiza que brincadeiras e jogos na educação infantil contribuem significativamente para a motivação e o aprendizado em matemática (Oliveira; Ribeiro, 2022). Além disso, Santos (2017) desenvolveu um software gamificado para auxiliar o ensino de matemática, demonstrando resultados positivos na aprendizagem dos alunos (Santos, 2017).

O trabalho de Dilaanio da Silva Correia, intitulado *A Utilização de Jogos Matemáticos como Metodologia de Ensino-Aprendizagem no Ensino Fundamental*, apresenta uma revisão bibliográfica focada na relevância dos jogos no ambiente escolar. O estudo aborda o impacto das atividades lúdicas no aprendizado de matemática, considerando alunos dos anos iniciais e finais do ensino fundamental e analisando os benefícios pedagógicos dessa abordagem (Correia, 2024).

Correia (2024) analisou o impacto do desenvolvimento de jogos matemáticos na melhoria do ensino e aprendizado da disciplina, apresentando-se como uma ferramenta de apoio ao professor e ao progresso do aluno. A metodologia incluiu a utilização de jogos de tabuleiro, como Jogo da Velha 3D, Quoridor e Taças Russas, projetados para estimular o raciocínio lógico, desenvolver estratégias e promover decisões rápidas. Os resultados evidenciaram que a aplicação dos jogos aumentou o interesse e a motivação dos alunos, além de facilitar o aprendizado de matemática. O uso dessas ferramentas diversificou as estratégias pedagógicas, contribuindo para um ensino mais dinâmico e eficaz, com melhoria no desempenho acadêmico dos estudantes (Correia, 2024).

O trabalho de Aleido Lima Ferreira, intitulado *A Importância da Utilização de Jogos no Ensino da Matemática*, apresenta um estudo bibliográfico que evidencia a eficácia e o envolvimento promovidos pelo uso de jogos no ensino da disciplina. A

análise destaca como essa abordagem contribui para o desenvolvimento do raciocínio lógico e de habilidades voltadas à resolução de problemas. A pesquisa propõe uma seleção de jogos educativos e oferece um plano de aula estruturado para a aplicação dessa metodologia. A integração dos jogos ao contexto pedagógico busca facilitar a compreensão de conceitos matemáticos, promovendo um aprendizado mais dinâmico e interativo, com foco na melhoria do desempenho dos alunos (Ferrera, 2022).

Ferreira (2022) evidenciou a relevância dos jogos no ensino da Matemática, promovendo um aprendizado mais dinâmico e atrativo. A abordagem busca desenvolver habilidades como raciocínio lógico e criatividade, além de oferecer aos professores métodos inovadores para superar os desafios do ensino tradicional da disciplina. A metodologia consistiu na implementação de um plano de aula para alunos do 6º ano, utilizando jogos como Mancala, Quatro em Fila, Avançado com o Resto e Matix. Esses jogos foram escolhidos por sua capacidade de estimular o raciocínio lógico, a resolução de problemas, o cálculo mental e operações como multiplicação e divisão. Os resultados indicaram que o uso de jogos na Matemática melhora a interação em sala de aula, desenvolve competências cognitivas e torna o aprendizado mais atrativo. Quando planejada adequadamente, essa estratégia demonstrou contribuir significativamente para o engajamento dos alunos (Ferrera, 2022).

O trabalho de Joanna D'arc Bispo da Silva, intitulado *O Uso dos Jogos no Ensino da Matemática*, teve como objetivo demonstrar que a integração de jogos no ensino dessa disciplina torna o aprendizado mais dinâmico e eficaz. A pesquisa enfatiza o estímulo de habilidades como raciocínio lógico e concentração, contribuindo para uma experiência de ensino mais envolvente. Realizado com professores de Pernambuco, o estudo conclui que jogos educativos, quando planejados de forma criteriosa, representam ferramentas pedagógicas valiosas. A utilização desses recursos no contexto escolar potencializa o desenvolvimento cognitivo dos alunos e amplia as possibilidades metodológicas no ensino da Matemática (Silva, 2022).

Silva (2022) defendeu a importância do uso de jogos no ensino da Matemática para tornar o aprendizado mais atrativo, estimular habilidades como criatividade e resolução de problemas, além de incentivar o trabalho em grupo. A proposta busca transformar a rotina tradicional das aulas, despertando o interesse dos alunos e promovendo uma aprendizagem mais significativa e interativa. A metodologia adotada consistiu na aplicação de um plano de aula direcionado a alunos do 6º ano, utilizando jogos como Mancala, Quatro em Fila, Avançado com o Resto e Matix. Esses jogos foram selecionados por sua capacidade de auxiliar no desenvolvimento do raciocínio lógico, na resolução de problemas, no cálculo mental, bem como nas operações de multiplicação e divisão (Silva, 2022).

Silva (2022) concluiu que a utilização de jogos matemáticos como ferramenta didática é uma estratégia eficaz para o ensino da Matemática. Os resultados

demonstraram que esses recursos promovem uma melhor compreensão dos conteúdos, ampliam a interação em sala de aula e aumentam a motivação tanto dos alunos quanto dos professores. Além disso, os jogos mostraram-se fundamentais para o desenvolvimento de habilidades cognitivas e para a desconstrução de barreiras que frequentemente dificultam o aprendizado da Matemática. Esses achados reforçam a relevância dos jogos como uma estratégia educacional inovadora e eficiente no contexto pedagógico (Silva, 2022).

O trabalho de André Maximino da Costa Filho, intitulado *Jogos como Instrumento de Avaliação da Aprendizagem no Ensino da Matemática*, analisou o uso de jogos como ferramentas avaliativas no contexto educacional. O estudo destaca o potencial desses recursos para diagnosticar dificuldades de aprendizagem, além de engajar os alunos de maneira mais ativa e participativa no processo educacional. Embora os jogos representem uma inovação pedagógica promissora, a pesquisa observa que métodos tradicionais ainda prevalecem nas práticas docentes. A falta de incorporação dos jogos ao planejamento dos professores reflete um desafio na implementação dessa abordagem, limitando seu uso como ferramenta de avaliação e aprendizagem (COSTA FILHO, 2011) (Costa Filho, 2011).

Costa Filho (2011) ressaltou a relevância dos jogos como ferramentas avaliativas no ensino da Matemática, destacando seu papel na promoção de um aprendizado mais dinâmico e na identificação de dificuldades. Essa abordagem valoriza o processo de construção do conhecimento, enfatizando o desenvolvimento integral do aluno e utilizando a avaliação como instrumento de inclusão e melhoria pedagógica. A metodologia revelou que, embora professores de Matemática reconheçam o potencial de métodos inovadores, como os jogos, as práticas avaliativas permanecem focadas em notas e métodos tradicionais. Fatores como a falta de tempo e a descrença na eficácia dessa metodologia contribuem para essa resistência, criando uma desconexão que limita a incorporação de estratégias interativas no processo de ensino-aprendizagem (Costa Filho, 2011).

Costa Filho (2011) comprova que os jogos possuem um grande potencial como ferramentas avaliativas no ensino da Matemática, favorecendo tanto o diagnóstico de dificuldades quanto o aprendizado reflexivo. A pesquisa revelou que, apesar de reconhecerem a importância dos jogos, os professores enfrentam desafios significativos para integrá-los à prática pedagógica, sobretudo devido a limitações de tempo e recursos. Concluiu-se que é fundamental repensar as metodologias de avaliação, promovendo abordagens mais interativas e formativas. Essa mudança visa não apenas melhorar o processo de ensino-aprendizagem, mas também estimular a participação ativa dos alunos e ampliar as possibilidades de desenvolvimento cognitivo (Costa Filho, 2011).

O trabalho de Leandro Alves Ferreira Santos, intitulado *Software Gamificado*

para Auxílio ao Ensino e Aprendizagem de Matemática para Crianças, aborda a utilização de gamificação como estratégia pedagógica no ensino de Matemática. A pesquisa concentra-se no desenvolvimento de um software educativo que combina elementos de jogos, como desafios e recompensas, para engajar alunos e facilitar a compreensão de conceitos matemáticos. A proposta visa tornar o aprendizado mais atrativo, interativo e eficaz, utilizando a tecnologia como ferramenta para promover o raciocínio lógico e estimular habilidades essenciais na educação infantil (Santos, 2017).

Santos (2017) desenvolveu e avaliou um software gamificado que auxilie no ensino e na aprendizagem de matemática para crianças, proporcionando uma abordagem pedagógica mais atrativa e interativa. A proposta busca integrar elementos de jogos ao ambiente educacional, com o intuito de engajar os alunos no processo de aprendizagem, facilitar a compreensão de conceitos matemáticos e estimular o raciocínio lógico, promovendo uma experiência educativa inovadora e alinhada às demandas contemporâneas. A metodologia do estudo consistiu no desenvolvimento de um software educacional gamificado, projetado especificamente para o ensino de matemática a crianças. O processo incluiu a definição de elementos de gamificação, como desafios, recompensas e níveis de dificuldade progressivos, incorporados ao design do software para aumentar o engajamento dos alunos. Após o desenvolvimento, o software foi aplicado em ambientes educacionais, onde foram realizadas observações e coletas de dados sobre o desempenho dos alunos e suas interações com a ferramenta, visando avaliar sua eficácia como recurso pedagógico (Santos, 2017).

Os principais resultados encontrados por Santos (2017) indicaram que o uso do software gamificado no ensino de matemática contribuiu significativamente para o engajamento e a motivação dos alunos. A interação com os elementos de jogo proporcionou um ambiente de aprendizado mais dinâmico, favorecendo a compreensão de conceitos matemáticos e o desenvolvimento do raciocínio lógico. Os dados coletados mostraram melhorias no desempenho dos estudantes, evidenciando que a gamificação pode ser uma estratégia eficaz para superar barreiras no aprendizado da disciplina. Santos (2017) concluiu que o software desenvolvido não apenas ampliou as possibilidades pedagógicas, mas também demonstrou o potencial das tecnologias gamificadas como ferramentas educacionais. A pesquisa reforça a necessidade de incorporar abordagens inovadoras ao ensino de matemática, destacando que, quando bem planejadas, essas metodologias podem transformar a experiência de aprendizagem, tornando-a mais inclusiva, motivadora e eficaz (Santos, 2017).

3 METODOLOGIA

Nesse capítulo apresenta-se a metodologia para desenvolver o MecaEduca, considerando o Tapete Matemático, o Ambiente de Jogo Integrado para Alunos (Integrated Gaming Environment for Students - IGES) e o Ambiente de Análise Integrado para Professores (Integrated Analysis Environment for Teachers - IAET). O Tapete Matemático foi construído utilizando um microcontrolador e sensores de presença PIR HC-SR501.

Foi feita a integração do Tapete Matemático com a IGES, permitindo que o usuário interaja com o jogo de ambas as formas, física e virtual, gerando os dados que serão analisados e apresentados na IAET. Além disso, um sistema de LEDs com três cores para sinalização de espera de resposta, resposta certa e resposta errada foi colocado em cada tecla com o sensor de presença, para indicar visualmente o estado do sistema.

3.1 ENTREVISTA COM O COLÉGIO UNIVILLE

A fim de obter uma opinião de educadores do ensino fundamental sobre o MecaEduca, foi feita uma entrevista com a coordenadora pedagógica do Ensino Fundamental e do Ensino Médio do Colégio da Universidade da Região de Joinville (Univille), Margaret Schmockel de Ramos, e com a diretora do Colégio Univille, Nelci Marques Schuller. Essa entrevista aconteceu no dia 21/08/2024, às 09:00h da manhã, no Colégio Univille, Campus Joinville, situado na rua Paulo Malschitzki, número 10, na Zona Industrial Norte da cidade de Joinville, Santa Catarina. A mediação entre a autora e as entrevistadas se deu pela professora do curso de pedagogia da Univille, Luiza Corrêa Cunha de Souza, coordenadora pedagógica da educação infantil e anos iniciais do ensino fundamental do Colégio Univille.

Foi apresentado às duas entrevistadas a primeira versão do MecaEduca, que consistiria em ter a mesma IGES e a mesma IAET que terá agora, porém, a diferença estaria que ao invés do Tapete Matemático, o protótipo físico seria um teclado de mesa para a interação do usuário com o jogo. Após apresentação do projeto, as entrevistadas manifestaram suas observações, sendo essas positivas em relação ao MecaEduca. Porém, alguns pontos de melhora foram levantados:

- Desenvolver algo que tirasse os alunos da mesmice de uma interação homem-máquina tradicional;
- Na IGES, não mostrar para o usuário o tempo. Porém, contabilizar, registrar e analisar esse dado;
- Não penalizar um erro na pontuação do usuário;

- Refletir sobre como pontuar o usuário no caso em que ele acerte.

Essas observações foram importantes no processo de finalização da concepção do MecaEduca, levando em consideração que um dos objetivos era fazer com que o mesmo seja útil e eficiente para ambos os usuários, alunos e professores.

Com as observações coletadas, foi projetado o jogo formado por três componentes principais:

- Uma interface física que exige que o jogador se movimente para alcançar os objetivos do jogo;
- Um jogo que solicite a realização de operações aritméticas;
- Um processo que coleta dados sobre o desempenho durante o jogo, o qual poderá fornecer informação posterior ao educador sobre o desempenho de cada estudante, bem como da turma.

3.2 COMPONENTES DO TAPETE MATEMÁTICO

O tapete matemático, parte física do projeto, é um protótipo construído em uma estrutura confeccionada em papelão, equipada com um Arduino, sensores de presença Passive Infrared (PIR) e Light Emitting Diode (LED). Os sensores PIR detectam movimento sobre o tapete, enquanto os LEDs indicam a ativação desses sensores.

Essa configuração permite a criação de um sistema interativo, no qual o movimento é detectado e sinalizado visualmente. Combinando materiais acessíveis e tecnologia, o projeto exemplifica a aplicação prática de conceitos de eletrônica e programação em um contexto educacional ou lúdico.

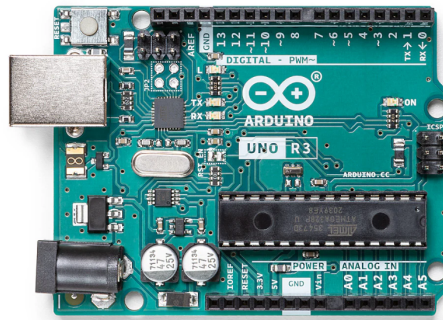
3.2.1 Arduino UNO

O Arduino é uma plataforma eletrônica de código aberto que combina hardware e software para processar entradas, como a luz de um sensor ou o acionamento de um botão, e convertê-las em saídas, como a ativação de um motor ou o acionamento de um LED. Essas operações são realizadas por meio de instruções enviadas ao microcontrolador da placa, utilizando uma linguagem de programação específica no ambiente de desenvolvimento Arduino IDE (Arduino, 2018).

A versatilidade do Arduino, ilustrado na Figura 1, permite que desenvolvedores e entusiastas criem projetos interativos com facilidade, integrando sensores, atuadores e outros componentes eletrônicos. Dessa forma, ele se tornou uma ferramenta essencial para prototipagem rápida e projetos educacionais (Arduino, 2018).

A escolha da placa Arduino foi motivada, em grande parte, pelo seu preço acessível em comparação com outras plataformas de microcontroladores. Além disso, o Arduino é multiplataforma, compatível com sistemas operacionais como Windows,

Figura 1 – Arduino UNO



Fonte: Arduino CC (2024).

macOS e Linux, o que amplia sua aplicabilidade. Outro fator relevante é a simplicidade do ambiente de programação Arduino IDE, que facilita o uso, especialmente para iniciantes. Por ser um software de código aberto, ele contribui para a disseminação e popularização de projetos, favorecendo a colaboração e o desenvolvimento de soluções inovadoras.

O principal componente da placa Arduino Uno é o microcontrolador ATMEGA328, um dispositivo de 8 bits da família AVR com arquitetura RISC avançada e encapsulamento DIP de 28 pinos. O microcontrolador possui 32KB de memória flash, 2KB de RAM e 1KB de EEPROM. Embora possa operar a até 20MHz, no Arduino Uno ele funciona a 16 MHz, graças a um cristal externo conectado aos pinos 9 e 10 do microcontrolador. A placa conta com 14 pinos configuráveis como entradas ou saídas digitais, que operam a 5 volts e podem fornecer ou receber até 40 mA por pino. Cada um desses pinos possui um resistor de pull-up interno, que pode ser ativado via software, oferecendo maior flexibilidade no desenvolvimento de circuitos e projetos (EMBARCADOS, 2013).

3.2.2 Sensor de presença PIR - HC-SR501

O HC-SR501 é um módulo de controle automático equipado com um sensor PIR (Passive Infra-Red). Ele detecta variações na luz infravermelha emitida por corpos humanos, com um alcance de até 7 metros. Vale destacar que o sensor identifica apenas o movimento, não a presença estática de um corpo no ambiente. Essa característica o torna útil em sistemas de automação, como alarmes e dispositivos de iluminação.

O módulo HC-SR501, ilustrado na Figura 2, opera com alimentação entre 5V e 20V e trabalha com uma corrente de operação inferior a 50mA. Seu cone de detecção tem um ângulo inferior a 100°, o que permite cobertura eficiente em áreas específicas. O dispositivo funciona em temperaturas entre -15°C e 70°C e possui dimensões de 32mm x 24mm x 18mm. Dois potenciômetros ajustam o tempo de retardo, variando

de 2 a 200 segundos, e a sensibilidade do alcance, que pode ser configurada entre 3 metros e 7 metros.

Figura 2 – Sensor Piroelétrico PIR - HCSR501



Fonte: Curto Circuito (2023)

O sensor foi utilizado para detectar o movimento sobre as teclas numéricas, sendo instalado na parte inferior de cada tecla, conforme mostrado na Figura 3. Para reduzir a sensibilidade e o alcance, a lente de Fresnel — a capa branca e semicircular que cobre o módulo — foi removida, e por isso, o sensor foi utilizado conforme a Figura 4. Essa modificação garantiu que o sensor captasse apenas o movimento diretamente acima dele.

Figura 3 – Parte interna da tecla do Tapete Matemático



Fonte: A autora (2024).

Figura 4 – Sensor Piroelétrico PIR - HCSR501 sem lente de Fresnel



Fonte: Curto Circuito (2023)

3.2.3 LEDs

Utilizou-se um LED azul, conforme Figura 5 em cada tecla para indicar a identificação dessa tecla pelo sensor. O objetivo é sinalizar ao usuário que a resposta foi lida e será processada. A confirmação visual facilita a interação com o sistema, reduzindo incertezas durante o uso. A implementação dessa sinalização contribui para uma experiência mais intuitiva e eficiente.

Figura 5 – LED azul



Fonte: Eletrogate (2022).

3.3 CODIFICAÇÃO DO ARDUINO

A codificação do hardware foi desenvolvida em linguagem C/C++ na plataforma IDE do Arduino, compatível com o Arduino Uno utilizado no projeto. Não foi necessária a inclusão de bibliotecas específicas para a implementação. O sistema utilizou oito entradas digitais, com cada par de entradas correspondendo a uma tecla. Em cada par, uma entrada controla o LED e a outra está associada ao sensor da tecla correspondente.

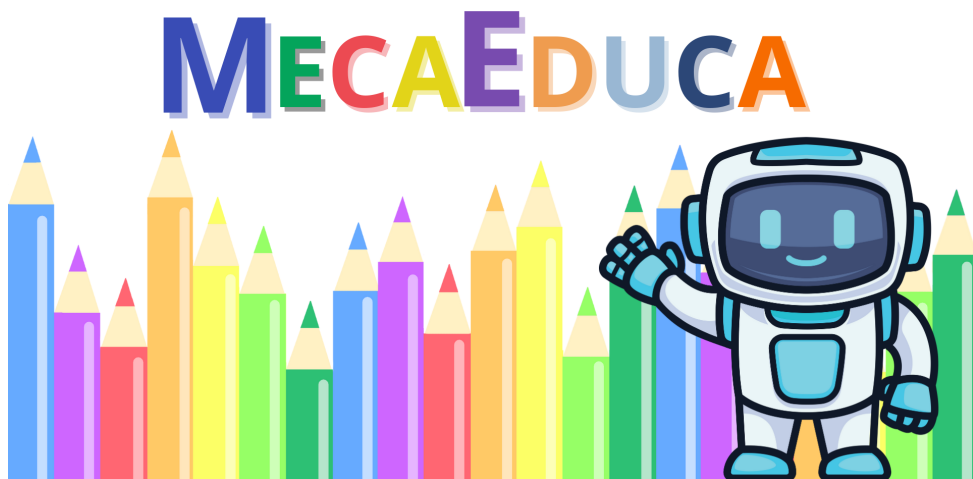
Após a inicialização, o circuito opera continuamente por meio da função void loop(), monitorando as entradas dos sensores. Quando uma entrada atinge nível alto, o sistema aciona o LED correspondente e envia uma mensagem para o Serial Monitor relacionada ao número da tecla pressionada. Neste projeto, foram implementadas quatro teclas, representando os números de 0 a 3.

3.4 AMBIENTE DE JOGO INTEGRADO PARA ALUNOS - IGES

Uma das partes integrantes do MecaEduca é o jogo digital propriamente dito, projetada para ser apresentada como um ambiente de jogo integrado destinado aos alunos - IGES. O desenvolvimento desse jogo digital teve como objetivo principal criar uma experiência lúdica, interessante e divertida, adaptada às necessidades do público-alvo, composto por crianças de 6 a 9 anos.

O projeto deu preferência à utilização de cores primárias, considerando sua atratividade e adequação ao público infantil. Além disso, foram escolhidas fontes que facilitassem a leitura, promovendo uma experiência acessível. A interface foi concebida para ser a mais clara possível, atendendo às necessidades visuais e cognitivas das crianças. A primeira tela que é apresentada ao usuário é mostrada na Figura 6.

Figura 6 – Tela inicial do IGES do MecaEduca



Fonte: A autora (2024).

O objetivo inicial do MecaEduca foi estabelecer-se como uma ferramenta de apoio aos professores, proporcionando simultaneamente uma experiência enriquecedora para os alunos. Na elaboração da identidade visual voltada ao público infantil, priorizou-se elementos que despertassem o interesse sem adotar características que pudessem ser interpretadas de forma pejorativa, considerando a faixa etária de 6 a 9 anos de idade desses usuários.

Os cenários foram projetados para serem visualmente equilibrados, evitando o excesso de informações que poderiam desviar a atenção das crianças do objetivo principal do jogo: a resolução das operações aritméticas. Simultaneamente, buscou-se criar um ambiente confortável e cativante. A escolha do personagem recaiu sobre um robô, concebido de forma lúdica e neutra em relação ao gênero, garantindo maior identificação e inclusão para o público infantil.

O nome MecaEduca reflete a união entre a Engenharia Mecatrônica e a Educação, sendo *Meca* uma referência à Mecatrônica e *Educa* à Educação. Essa nomenclatura reforça o objetivo principal da ferramenta: integrar conceitos da engenharia ao processo educativo, com foco específico nas séries iniciais, proporcionando um recurso inovador e alinhado às necessidades pedagógicas dessa faixa etária.

A segunda tela, mostrada na Figura 7, é exibida ao usuário e permite a seleção do modo de jogo, que define o cenário apresentado. O modo Terra simula uma paisagem diurna, com elementos que remetem a um ambiente natural e claro. Já o modo Espaço representa um cenário noturno, oferecendo uma ambientação mais escura e futurista, adaptada ao contexto do jogo.

Figura 7 – Tela para seleção do modo do MecaEduca



Fonte: A autora (2024).

A Figura 8 apresenta o menu correspondente ao modo Espaço, cuja interface é visivelmente mais complexa em comparação ao modo Terra. Essa diferença reflete o público-alvo específico dessa configuração, composta por usuários de 8 ou 9 anos, que possuem maior capacidade de compreensão e interação.

Ao selecionar o modo Terra, a Figura 9 é exibida, apresentando o menu correspondente a esse modo. A concepção do design inclui uma área em tom marrom escuro, inspirada no visual de uma calculadora, criando uma associação direta com a matemática e reforçando o propósito educacional do jogo.

O menu possui seis botões:

- JOGAR;
- CONFIGURAÇÕES - representado pelas três engrenagens;
- SOM - representado pelo alto-falante em vermelho;
- NIVEIS;

Figura 8 – MENU do Modo Espaço



Fonte: A autora (2024).

Figura 9 – MENU do Modo Terra



Fonte: A autora (2024).

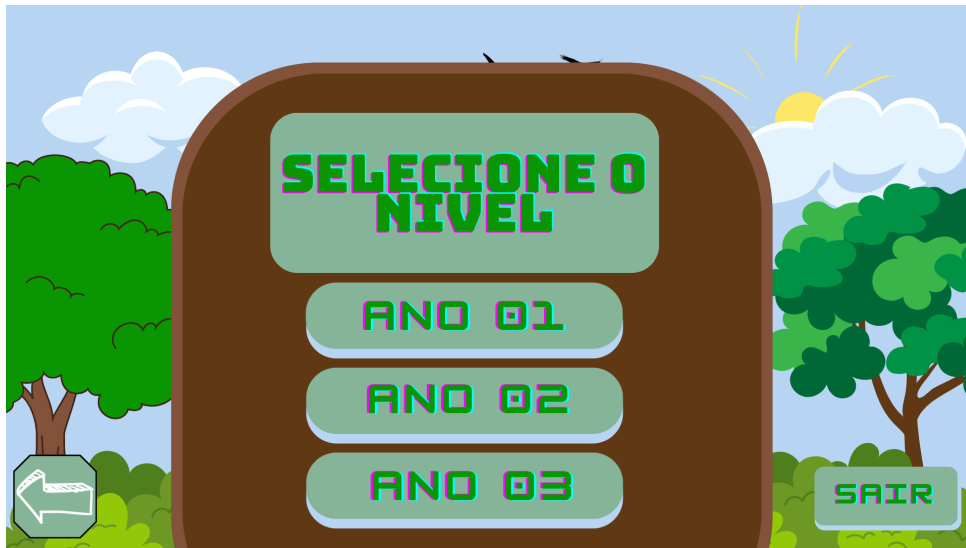
- TUTORIAL;
- SAIR.

3.4.1 Botão - JOGAR

Ao selecionar o botão de jogar, a primeira tela exibida é intitulada Selecione o Nível, onde são apresentadas três opções: Ano 01, Ano 02 e Ano 03, mostrada na Figura 10. Cada uma dessas opções corresponde a um nível de dificuldade, previamente descrito na tela de níveis disponível no menu. Essa organização busca orientar o usuário, nesse caso o professor ou tutor, na escolha adequada ao estágio de

aprendizado da turma ou grupo.

Figura 10 – Tela: Selecione o Nível - Modo Terra



Fonte: A autora (2024).

Além dos botões para selecionar o nível, a tela inclui um botão de seta que permite retornar à tela anterior e um botão de sair, que encerra o jogo completamente. Também foi implementada a funcionalidade da tecla ESC no teclado, que retorna à tela anterior em qualquer ponto do jogo, garantindo uma navegação rápida e intuitiva por toda a interface.

Após a seleção do nível, o sistema direciona o usuário para uma tela destinada à inserção do nome, mostrada na Figura 11, funcionalidade que se espera ser utilizada pelo professor ou tutor responsável pela supervisão do grupo. Essa etapa tem como objetivo principal permitir a identificação individual dos usuários, viabilizando a análise detalhada dos resultados obtidos. Dessa forma, torna-se possível avaliar os pontos fortes e as dificuldades de cada participante de maneira individualizada, bem como realizar uma análise consolidada do desempenho do grupo como um todo. Essa abordagem contribui para o planejamento de estratégias pedagógicas mais eficazes e personalizadas.

A tela de inserção de nome apresenta duas opções de navegação: uma seta posicionada no lado esquerdo para retornar à tela anterior e outra localizada no lado direito para avançar diretamente ao jogo sem realizar a identificação. Embora essa funcionalidade permita maior flexibilidade ao usuário, é importante destacar que a ausência de identificação individual compromete o objetivo principal de rastrear o desempenho e realizar análises detalhadas. Essa etapa é essencial para que o professor ou tutor obtenha resultados mais precisos e assertivos, permitindo intervenções pedagógicas baseadas em dados confiáveis e personalizados.

Após a seleção do nível de dificuldade e a inserção da identificação do usuário,

Figura 11 – Tela: Digite seu Nome - Modo Terra



Fonte: A autora (2024).

o sistema direciona para a tela do jogo, onde ocorre a interação principal. A Figura 12 ilustra essa etapa, apresentando uma conta matemática exibida ao usuário e aguardando a resposta correspondente. A resposta é registrada quando o usuário interage por meio do tapete matemágico, integrando uma experiência lúdica e prática que reforça o aprendizado das operações matemáticas propostas.

Figura 12 – Tela: Jogo - Modo Terra



Fonte: A autora (2024).

Após a exibição da conta, a interface gráfica entra em estado de espera para receber a resposta do usuário, que será fornecida por meio da interação com o tapete matemágico, componente físico do sistema que integra o hardware ao software. A interação do usuário com o tapete resulta na transmissão da resposta ao sistema,

que, em tempo real, exibe o resultado na tela, conforme ilustrado na Figura 13. Esse processo estabelece uma conexão prática entre a interface digital e o dispositivo físico.

Figura 13 – Tela: Jogo com Resposta do Usuário - Modo Terra



Fonte: A autora (2024).

Aspectos como a gestão do tempo e a aplicação de pontuações apresentam-se como pontos críticos que requerem maior análise. Em conformidade com recomendações obtidas em entrevista com profissionais do Colégio da Univille, optou-se por não exibir essas informações diretamente ao usuário. A contagem do tempo foi implementada exclusivamente na programação, enquanto a questão da pontuação permaneceu sem uma definição conclusiva.

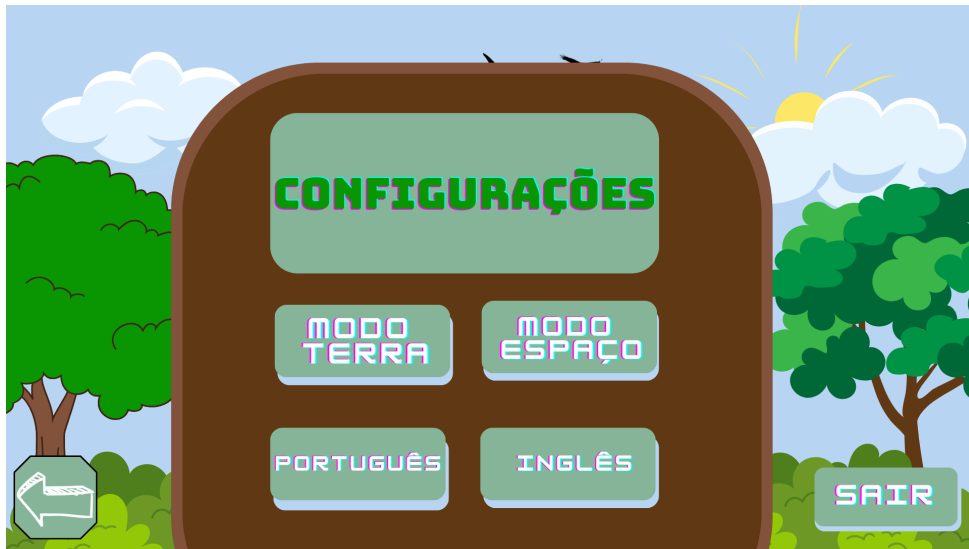
A ausência de um mecanismo de pontuação foi deliberada na versão atual do MecaEduca, considerando as implicações psicológicas para o público-alvo. Esse tema será retomado e aprofundado em trabalhos futuros, visando o desenvolvimento de uma abordagem segura e não traumática.

O objetivo é assegurar que a experiência da criança, enquanto usuária da ferramenta, seja positiva e livre de decepções. A definição de estratégias de avaliação será fundamentada em estudos detalhados, priorizando o bem-estar do usuário durante a interação com o sistema.

3.4.2 Botão - CONFIGURAÇÕES

O botão de configurações, representado por três engrenagens, abre uma tela que apresenta quatro opções distintas, apresentada na Figura 14. Entre elas, está a possibilidade de alterar o modo do jogo, permitindo ao usuário selecionar entre os cenários disponíveis, e a configuração de idioma, com a escolha entre português e inglês, adaptando a interface às preferências linguísticas do jogador.

Figura 14 – Configurações do Modo Terra



Fonte: A autora (2024).

A tela de configurações também inclui uma seta que permite ao usuário retornar ao menu principal. Além disso, possui a opção de sair, que, ao ser selecionada, encerra completamente o jogo, garantindo uma navegação intuitiva e funcional. A implementação da tela de configurações ainda não foi realizada e está planejada para ser desenvolvida em trabalhos futuros.

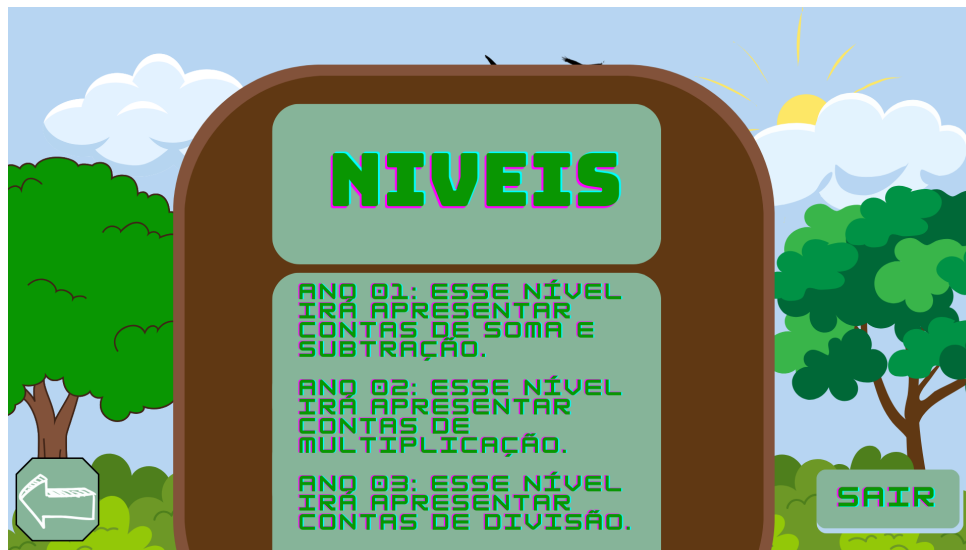
3.4.3 Botão - SOM

O botão de som, representado pelo ícone de um alto-falante vermelho, que pode ser visto na Figura 9, foi projetado para habilitar ou desabilitar os efeitos sonoros que serão integrados ao jogo. A implementação dessa funcionalidade, bem como a configuração completa do sistema de som, precisa ser implementada em trabalho futuro.

3.4.4 Botão - NIVEIS

O botão de níveis direciona o usuário a uma tela denominada *Níveis*, mostrada na Figura 15, cuja finalidade é detalhar as dificuldades de cada etapa do jogo. No Ano 01, as atividades serão limitadas a operações de soma e subtração, considerando o estágio inicial do aprendizado. No Ano 02, serão introduzidas operações de multiplicação, além de soma e subtração, em um formato cumulativo, pois se espera que os conceitos básicos já tenham sido assimilados. No Ano 03, as atividades incluirão operações de divisão, complementadas por soma, subtração e multiplicação, consolidando o aprendizado adquirido nas etapas anteriores.

Figura 15 – Tela Níveis do Modo Terra



Fonte: A autora (2024).

A tela de níveis foi inserida com o objetivo de esclarecer a razão por trás da seleção do nível realizada na etapa anterior ao início do jogo. Essa funcionalidade visa não apenas facilitar o entendimento do usuário, mas também permitir que professores, durante a aplicação do jogo em grupos de alunos, compreendam o conteúdo que será apresentado com base no nível selecionado. Essa abordagem considera a adequação do nível ao grupo e à série correspondente, garantindo alinhamento entre as características do jogo e o estágio de aprendizado dos estudantes.

3.4.5 Botão - TUTORIAL

O botão de tutorial direciona o usuário a uma tela intitulada Tutorial, ilustrada na Figura 16, cuja função é fornecer uma explicação geral sobre o funcionamento do jogo. Essa seção foi projetada para garantir que os usuários compreendam as principais mecânicas e funcionalidades antes de iniciar a experiência interativa.

A tela de tutorial foi desenvolvida com um enfoque voltado principalmente para o professor ou tutor responsável por acompanhar a turma ou grupo durante a utilização do jogo. A decisão de direcionar o tutorial para esses profissionais, em vez de diretamente para os usuários, deve-se à complexidade de explicar o funcionamento do jogo a crianças de 6 a 8 anos. Essa abordagem busca facilitar a mediação e o entendimento das dinâmicas do jogo por parte dos educadores, garantindo uma aplicação mais eficaz no contexto educacional.

Figura 16 – Tela Tutorial do Modo Terra



Fonte: A autora (2024).

3.4.6 Botão - SAIR

O botão de sair, que pode ser visto na Figura 9, permite ao usuário encerrar o jogo completamente. Ao optar por sair, o processo de reinício requer que o jogador percorra novamente as etapas iniciais, incluindo a seleção do modo, o cadastro do nome, a escolha do nível e, por fim, o retorno à área destinada à resolução das contas. Essa estrutura garante que todas as configurações sejam redefinidas ao reiniciar o jogo.

3.5 CODIFICAÇÃO DO IGES

A codificação do ambiente de jogo integrado para alunos (IGES) foi desenvolvida integralmente na linguagem Python, utilizando bibliotecas específicas para atender aos requisitos do projeto. A principal biblioteca empregada foi o Pygame, responsável por viabilizar o desenvolvimento da interface gráfica interativa. Além disso, foram utilizadas as bibliotecas CSV, para manipulação de arquivos, e Time, para controle temporal e sincronização de eventos.

O código implementado contempla aspectos cruciais relacionados ao tratamento de dados provenientes do hardware, bem como à interação com o usuário. Entre as funcionalidades destacam-se o recebimento das informações enviadas pelo Arduino e a coleta de entradas fornecidas pelo usuário, como a seleção do nível de dificuldade no ambiente de jogo. Esses aspectos serão detalhados nos próximos tópicos, abordando as soluções adotadas e os mecanismos utilizados para garantir a integração eficiente entre as partes do sistema.

3.5.1 Tela: Selecione o Nível - Modo Terra

Ao selecionar a opção de jogar no menu principal, o usuário é direcionado para a tela de seleção de nível, na qual são apresentados três níveis distintos: nível do ano 01, nível do ano 02 e nível do ano 03. Cada nível está associado à seleção de operações matemáticas específicas, que serão exibidas ou omitidas de acordo com o perfil do aluno ou grupo participante. Essa configuração visa adequar a experiência às necessidades pedagógicas, permitindo a personalização do conteúdo apresentado durante o jogo.

A escolha de posicionar a seleção de nível antes do cadastro do nome do usuário foi planejada para otimizar o fluxo de utilização. Por exemplo, se a turma que esta testando é do primeiro ano do ensino fundamental, todos os alunos compartilham o mesmo nível, correspondente ao ano 01. Após a seleção inicial do nível pelo professor ou tutor, torna-se desnecessário repetir essa configuração para cada novo usuário, agilizando o processo e garantindo maior praticidade na utilização do sistema.

As contas disponíveis para exibição ao usuário estão organizadas em um arquivo chamado `contas.csv`, que contém uma sequência previamente definida de operações matemáticas. A seleção dessas contas foi feita considerando critérios de lógica e consistência, evitando, por exemplo, operações de divisão por zero, cujas respostas são inexistentes. Além disso, foram selecionadas contas cujos resultados possuam dígitos compostos exclusivamente por zero, um, dois, três ou combinações desses números. Essa restrição foi estabelecida em razão do desenvolvimento inicial de apenas quatro teclas para o processamento das respostas no sistema.

As contas disponíveis no sistema foram organizadas com base nas quatro operações matemáticas fundamentais: adição, subtração, multiplicação e divisão, sendo distribuídas de forma cumulativa conforme o nível correspondente ao ano letivo. O ano 01 abrange exclusivamente as operações de soma e subtração, enquanto o ano 02 incorpora a multiplicação, além das operações do ano 01. Por fim, o ano 03 adiciona a divisão ao conjunto de operações, acumulando também as habilidades desenvolvidas nos anos anteriores. Essa estrutura progressiva visa alinhar o conteúdo à complexidade crescente, conforme o avanço dos alunos no sistema, e em sua evolução a cada ano no ensino escolar.

Em termos de implementação, a lógica foi tratada por meio de uma variável denominada `nivel_ano`, que armazena o número correspondente ao nível selecionado pelo usuário. Quando o nível escolhido é o 01, a variável recebe o valor 1; para o nível 02, é atribuído o valor 2; e para o nível 03, o valor 3. Com base no valor armazenado em `nivel_ano`, os limites para o sorteio dos valores da variável responsável pela sequência de contas são definidos. Esse mecanismo assegura que as operações disponíveis para o sorteio estejam alinhadas ao nível selecionado, restringindo o conjunto de contas

conforme a progressão do usuário no sistema.

Quando o nível correspondente ao ano 01 é selecionado, a variável de sequência permite o sorteio de números entre 1 e 88, abrangendo exclusivamente as contas de soma e subtração. No caso do nível do ano 02, o intervalo de sorteio é ampliado para números entre 1 e 135, incluindo as contas de multiplicação além das operações do ano 01. Por fim, ao selecionar o nível do ano 03, o sorteio pode ocorrer entre os números 1 e 164, incorporando as operações de divisão às operações acumuladas dos níveis anteriores. Essa configuração assegura que o conjunto de contas sorteadas esteja em conformidade com o nível selecionado.

3.5.2 Tela: Jogo - Modo Terra

A mecânica do jogo baseia-se no sorteio de sequências previamente definidas, determinando qual operação será apresentada ao usuário. Esse processo segue o descrito na seção anterior, garantindo a aleatoriedade e a diversidade das interações. Após a seleção da sequência, a tela correspondente, previamente configurada, é exibida contendo a operação específica associada.

As respostas fornecidas pelos usuários são registradas em arquivo, acompanhadas de um diagnóstico que indica sua correção. Esse registro é essencial para análises futuras, permitindo a extração de métricas relevantes. Os dados coletados têm como objetivo identificar pontos fortes e fracos tanto da turma como um todo quanto de cada indivíduo.

Embora reconheça-se a importância de considerar o tempo que o usuário leva para responder, essa variável não foi contabilizada nesta primeira versão. A ausência de medições deve-se à necessidade de definir com precisão os elementos a serem avaliados, incluindo os intervalos fixos do sistema, como o tempo necessário para exibir as operações e fornecer o diagnóstico do resultado.

3.5.3 Codificação em Python para tratar a entrada do Arduino

A ideia inicial consistia na leitura direta dos dados do Arduino pelo código da interface gráfica. No entanto, problemas de comunicação surgiram, o que levou ao desenvolvimento de uma alternativa para integrar o tapete matemático ao ambiente de jogo, proporcionando uma experiência interativa para os alunos.

A solução adotada consistiu em receber as entradas do Arduino e registrá-las em um arquivo. Posteriormente, um segundo código foi elaborado para a interface gráfica, a qual acessa esse arquivo contendo as entradas, permitindo a continuidade do jogo.

O código responsável pelo tratamento das entradas do Arduino e pelo registro no arquivo intermediário faz uso da biblioteca serial do Python, que estabelece a

comunicação entre o Arduino e a linguagem Python. Dessa forma, um arquivo é criado em modo de escrita, e, sempre que o Arduino envia uma mensagem pelo monitor serial, essa mensagem é captada e armazenada no arquivo intermediário.

3.6 AMBIENTE DE ANÁLISE INTEGRADO PARA PROFESSORES - IAET

O trabalho tinha como um de seus objetivos o desenvolvimento de um ambiente de análise integrado destinado aos professores. A proposta era disponibilizar resultados de análises baseadas nas interações dos usuários com a ferramenta, facilitando a compreensão do desempenho dos estudantes.

Embora essa funcionalidade não tenha sido implementada nesta etapa, é necessário implementar em trabalho futuro. A criação desse ambiente será fundamental para oferecer suporte aos educadores, possibilitando uma visão detalhada e estratégica do progresso dos usuários.

O ambiente de análise planejado inclui funcionalidades que permitirão aos professores personalizar a experiência dos alunos, como a adição de novas operações matemáticas e desafios. Além disso, prevê-se a disponibilização de gráficos que retratem tanto o desempenho geral da turma quanto o individual de cada usuário.

Outro recurso importante será a inclusão de um histórico das interações, possibilitando análises de longo prazo. Caso a turma utilize a ferramenta mensalmente ao longo de um ano, por exemplo, o sistema deverá oferecer ao professor uma visão consolidada do desempenho anual, tanto coletivo quanto individual.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Considerando a detecção de movimento do Tapete e seu funcionamento, bem como o funcionamento do jogo digital, neste capítulo são apresentados os resultados obtidos com o uso do Tapete Matemático e do jogo digital desenvolvidos no projeto MecaEduca.

4.1 DETECÇÃO DE MOVIMENTO COM O SENSOR PIR - HCSR501

Inicialmente, as teclas foram projetadas com dimensões de 10 cm por 10 cm, com o sensor posicionado centralmente. Esse design resultava em uma área de detecção ampla, dificultando a precisão na identificação dos movimentos. Outro problema identificado com o tamanho reduzido das teclas, foi a de detectar o movimento em apenas uma tecla. Durante o movimento para alcançar, por exemplo, a tecla correspondente ao número zero, ocorria frequentemente o acionamento involuntário de outras teclas próximas, como a da tecla 1, devido ao contato acidental de partes do corpo com as áreas de detecção das outras teclas, gerando interferências no sistema e comprometendo a precisão na detecção das respostas.

Para mitigar os problemas identificados, concluiu-se que as teclas deveriam ter dimensões maiores, capazes de acomodar de forma adequada uma criança na faixa etária prevista pelo jogo. Dessa forma, as teclas foram redimensionadas para 30 cm por 25 cm, proporcionando maior precisão na detecção e minimizando interferências causadas por movimentos não intencionais.

O sensor foi enclausurado para reduzir sua área de detecção, conforme ilustrado na Figura 17. Essa modificação restringiu ainda mais o alcance da detecção, aumentando a precisão do sistema. Além disso, o sensor foi posicionado na parte mais baixa da tecla, uma estratégia adicional para limitar a área sensível e minimizar interferências externas.

Detecções acidentais podem ocorrer porque, ao estar ligado, o sistema registra movimentos independentemente do estágio do jogo. Por exemplo, durante o cadastro do usuário, como a inserção do nome ou a seleção do nível, o acionamento de uma tecla por uma criança que passe sobre ela poderá ativar o LED correspondente. No entanto, esses eventos não são contabilizados, já que o processamento dos sinais dos sensores é restrito exclusivamente à etapa do jogo dedicada à resolução das contas matemáticas.

Figura 17 – Parte interna da tecla do Tapete Matemágico

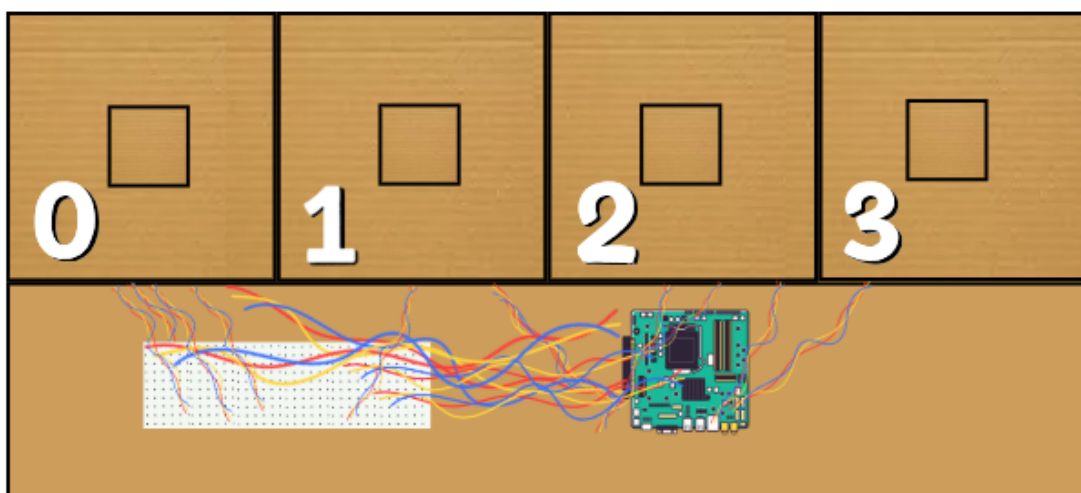


Fonte: A autora (2024).

4.2 TAPETE MATEMÁGICO

No estágio inicial do desenvolvimento, o Tapete Matemágico foi projetado com apenas quatro teclas, considerando-se a fase de testes e a necessidade de avaliar o design físico mais adequado para o usuário. A escolha dessa configuração limitada visou facilitar ajustes e refinamentos no protótipo, garantindo que a solução fosse funcional e prática antes de sua expansão. Conceitualmente, o objetivo era que o tapete apresentasse uma disposição simples e direta, conforme ilustrado na Figura 18.

Figura 18 – Quatro Teclas - Modelo Conceitual

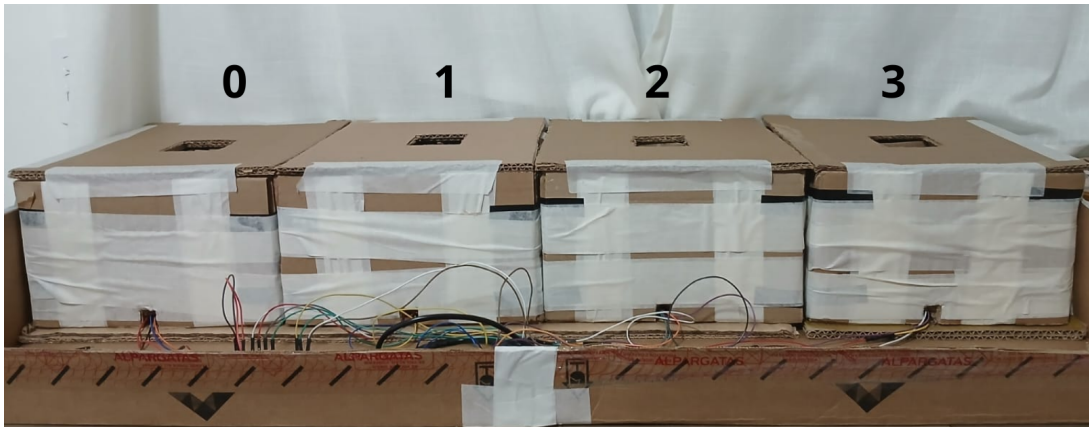


Fonte: A autora (2024).

A Figura 19 ilustra o resultado da construção do tapete matemágico, desenvolvido para a primeira versão do sistema MecaEduca. Observam-se as quatro teclas, representando os números 0, 1, 2 e 3, que fazem referência a organismos

relacionados ao funcionamento do sistema. A estrutura foi confeccionada em papelão, uma escolha que visou reduzir os custos do projeto e facilitar modificações durante as fases de teste. A ausência de uma estrutura mais rígida justificou-se pela incerteza em relação ao design final, que ainda depende de ajustes e avaliações baseadas nos resultados experimentais.

Figura 19 – Quatro Teclas - Versão Inicial do Tapete Matemágico



Fonte: A autora (2024).

O sensor de presença foi posicionado em uma área delimitada para restringir sua zona de detecção de movimento, assegurando maior precisão na captura de interações. Para atender a essa configuração, o sensor foi instalado na parte inferior da estrutura da caixa, o que exigiu ajustes específicos no design. Uma abertura foi feita na parte superior da tecla, como pode ser visto na Figura 20 permitindo que o usuário interaja diretamente com a área sensível ao pressionar essa região. Essa solução garantiu que os movimentos fossem detectados, preservando a funcionalidade do sistema dentro dos parâmetros estabelecidos para o protótipo.

Um problema inicial identificado foi o acionamento indesejado de teclas adjacentes devido ao tamanho reduzido das mesmas e à proximidade entre elas. Essa configuração ocasionava sobreposição de movimentos quando o usuário se deslocava para ativar uma tecla específica, comprometendo a precisão do sistema. Para resolver essa questão, as dimensões das teclas foram ampliadas para 30 cm por 25 cm, como ilustrado na Figura 21. Essa modificação considerou as proporções médias de crianças de 6 a 9 anos, permitindo que o usuário pudesse se posicionar completamente sobre a tecla desejada, eliminando a ativação acidental de outras teclas.

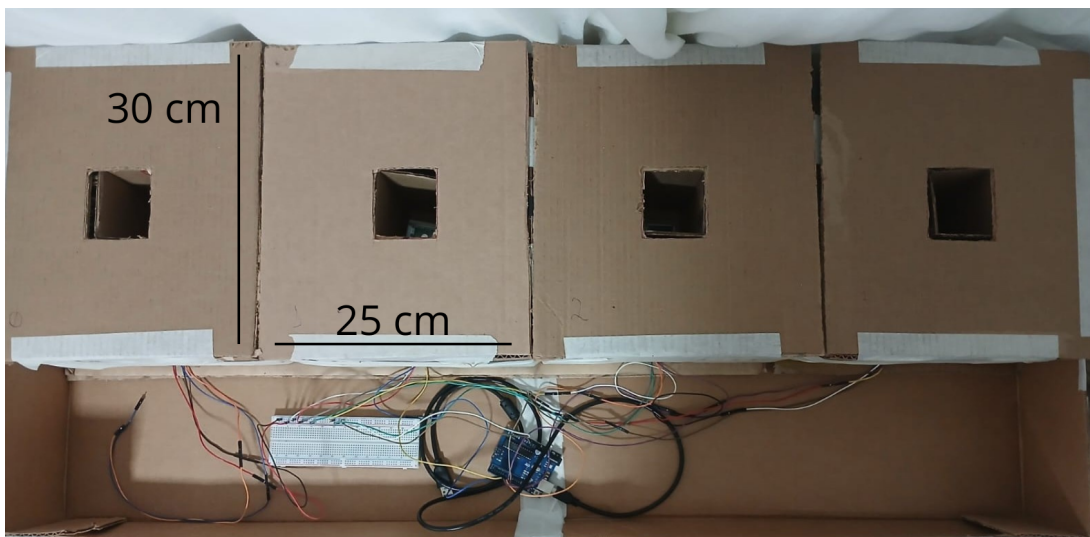
Para reduzir os custos de construção do protótipo inicial, toda a estrutura foi confeccionada em papelão. Para evitar que as teclas afundassem ou fossem danificadas durante o uso, reforços internos de papelão foram posicionados estrategicamente para sustentar o peso, conforme mostrado na Figura 22. Além disso, os componentes eletrônicos necessários para o funcionamento do sistema também foram integrados à

Figura 20 – Visão Superior da tecla e do Sensor PIR - Tapete Matemágico



Fonte: A autora (2024).

Figura 21 – Visão Superior das quatro teclas - Tapete Matemágico



Fonte: A autora (2024).

estrutura. O protoboard, responsável por conectar o Arduino às teclas, foi inserido no interior de cada tecla, garantindo proteção e organização dos circuitos.

A Figura 23 exibe uma tecla, destacando tanto sua parte interna quanto a tampa. A tampa foi fixada utilizando fita adesiva, permitindo fácil abertura para ajustes no circuito durante os testes. Essa solução prática garantiu acesso rápido aos

Figura 22 – Visão interna de uma tecla - Tapete Matemágico



Fonte: A autora (2024).

componentes internos, facilitando modificações e correções necessárias ao longo do processo de desenvolvimento.

A próxima etapa no desenvolvimento do projeto envolve a construção de uma estrutura em madeira, escolhida por sua maior rigidez e segurança em comparação ao papelão utilizado no protótipo inicial. Conforme mostrado na Figura 25, a nova configuração contará com sete teclas superiores e sete teclas inferiores, mantendo as dimensões de 30 cm por 25 cm e uma altura de 15 cm, previamente definidas para atender às necessidades do público infantil. Adicionalmente, o espaço central destinado ao uso do MecaEduca será rebaixado, permitindo que a criança possa circular livremente enquanto interage com o jogo. Essa adaptação busca proporcionar maior conforto e acessibilidade.

4.3 FUNCIONAMENTO DO JOGO DIGITAL DO MECAEDUCA

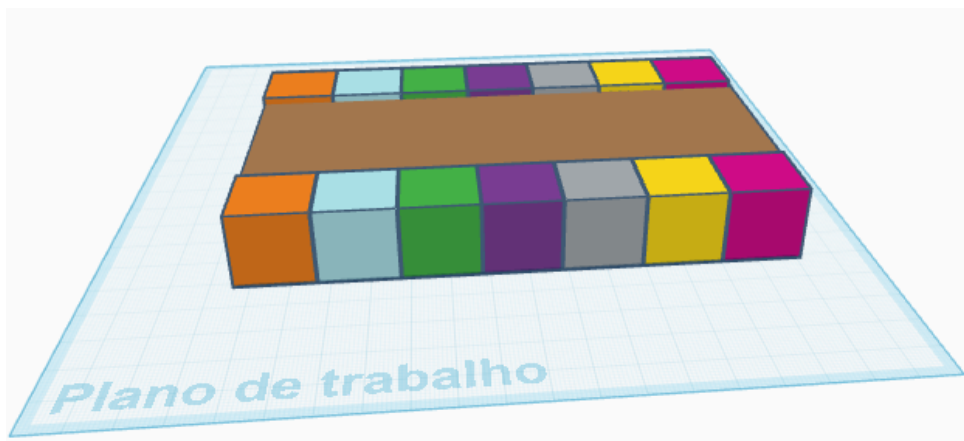
Ao iniciar o jogo, um arquivo é automaticamente gerado, contendo a data e o horário da execução, como ilustrado na Figura 26. Essa funcionalidade garante que, a cada nova inicialização, seja criado um arquivo distinto, permitindo um registro individualizado de cada vez que o jogo digital é inicializado. Os arquivos armazenam os resultados das interações de todos os usuários, representando os dados coletados dos

Figura 23 – Uma tecla do Tapete Matemático



Fonte: A autora (2024).

Figura 24 – Tapete Matemático Completo em 3D

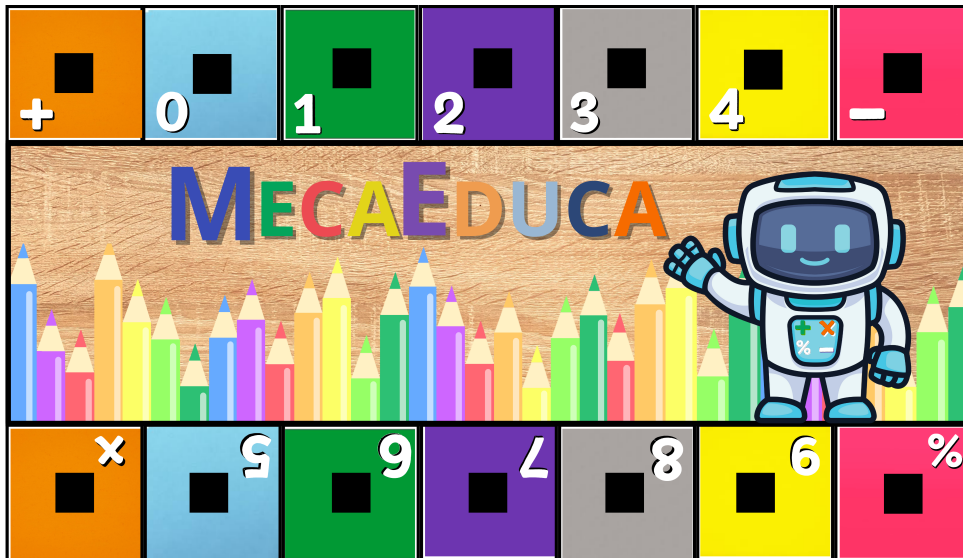


Fonte: A autora (2024).

alunos de uma turma específica. Essa abordagem tem como objetivo facilitar análises futuras, proporcionando informações detalhadas para os professores. Essas análises poderão auxiliar na avaliação do desempenho dos alunos e no aprimoramento do ensino.

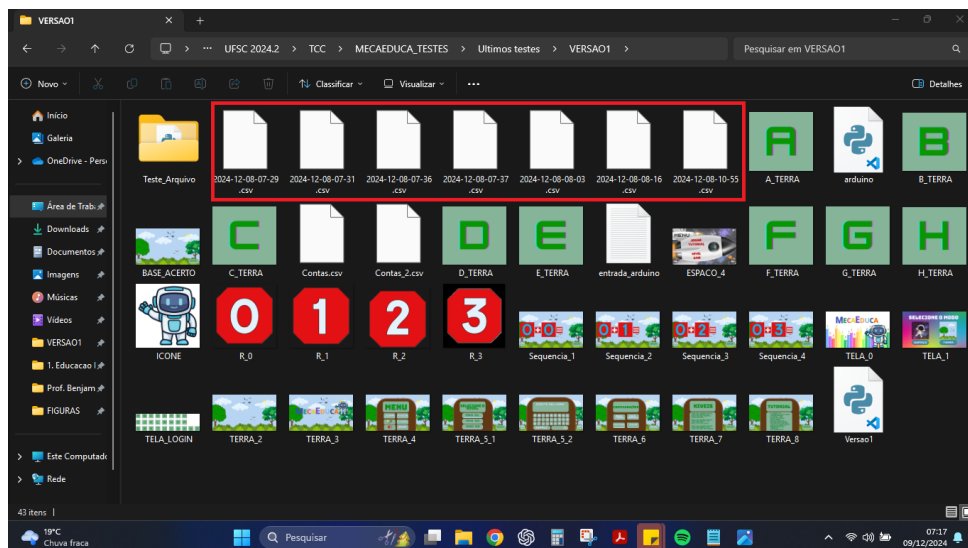
O arquivo de saída gerado pelo jogo contém as linhas sorteadas e os resultados fornecidos pelos usuários durante as interações, conforme pode ser visto na Figura

Figura 25 – Tapete Matemático Completo em 2D



Fonte: A autora .

Figura 26 – Formato do arquivo de saída

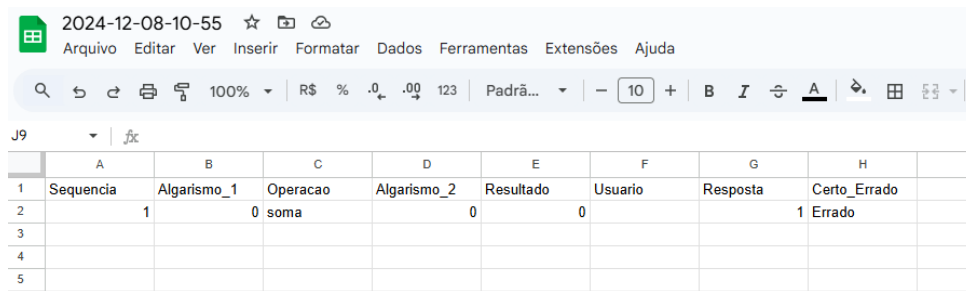


Fonte: A autora (2024).

27. As informações são organizadas em colunas, incluindo o nome do usuário, a resposta fornecida e a indicação se essa resposta está correta ou incorreta. Por exemplo, caso a sequência "1" seja sorteada e o usuário responda "1", o sistema registrará o resultado como incorreto. No mesmo contexto, caso o usuário opte por não inserir seu nome na tela inicial, o arquivo refletirá essa decisão, mantendo o campo correspondente vazio. Essa estrutura de registro permite um acompanhamento detalhado das interações, independentemente da identificação dos usuários, garantindo a coleta de dados relevantes para futuras análises.

O arquivo utilizado para realizar a comunicação entre o hardware e o software é exibido na Figura 28. Trata-se de um arquivo no formato .txt, cuja função é registrar

Figura 27 – Exemplo - arquivo de saída

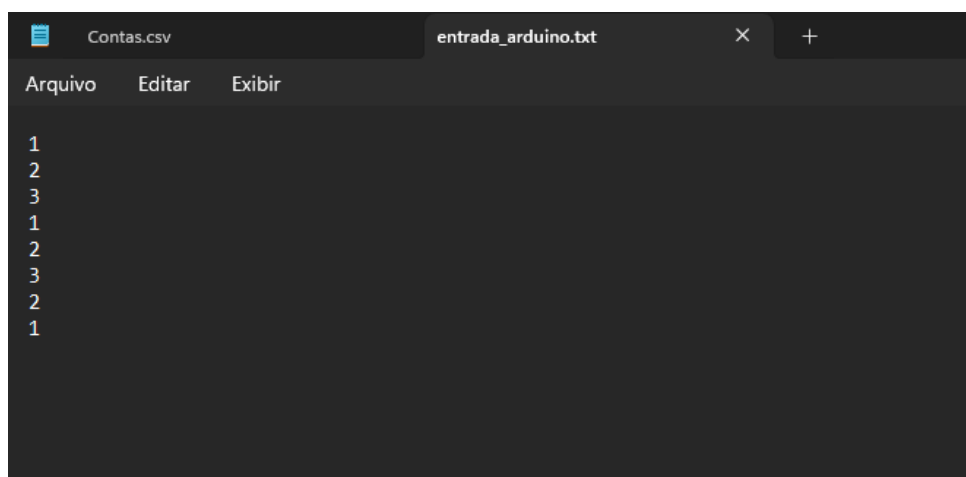


	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Sequencia	Algarismo_1	Operacao	Algarismo_2	Resultado	Usuario	Resposta	Certo_Errado	
2		1	0 soma	0	0			1 Errado	
3									
4									
5									

Fonte: A autora (2024).

os numerais correspondentes às entradas captadas pelo Arduino durante a execução do sistema. Esse arquivo atua como um intermediário, permitindo que os dados provenientes do hardware sejam armazenados de forma organizada e acessíveis para processamento no software. A utilização desse recurso facilita o monitoramento e a análise das interações.

Figura 28 – Exemplo - arquivo de comunicação entre hardware e software



```

Arquivo  Editar  Exibir

1
2
3
1
2
3
2
1

```

Fonte: A autora (2024).

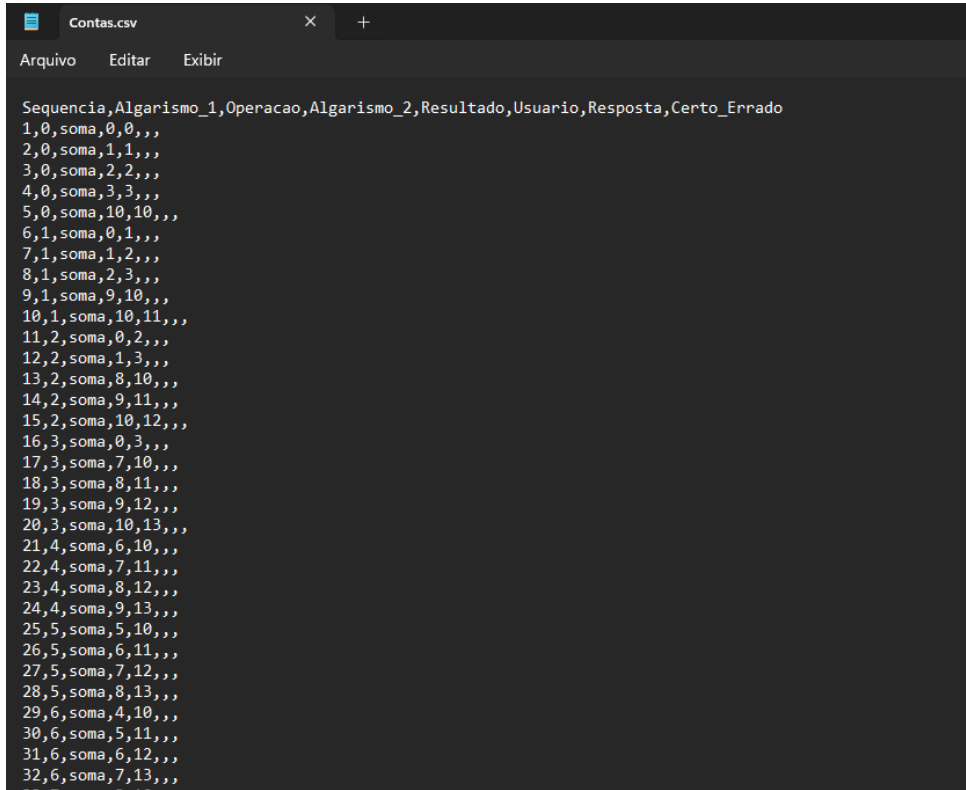
4.4 INTEGRAÇÃO DO TAPETE MATEMÁTICO COM A IGES

Inicialmente, tentou-se processar diretamente as entradas do Arduino na programação do jogo digital em Python. No entanto, foram identificados problemas relacionados à detecção e à sincronização dos dados. Para solucionar essa limitação, foi desenvolvido um arquivo intermediário, responsável por armazenar as entradas do Arduino antes de sua integração com o sistema do jogo.

O arquivo de contas utilizado na primeira versão do MecaEduca contém um total de 165 operações. Essas operações foram desenvolvidas considerando exclusivamente as quatro teclas disponíveis nessa versão inicial, correspondentes aos números 0, 1, 2 e 3. A Figura 29 mostra o arquivo Contas.csv em seu formato .csv

aberto em um bloco de notas, e a Figura 30 mostra como ele é mostrado em um leitor de planilhas.

Figura 29 – Arquivo Contas - formato .csv



Fonte: A autora (2024).

Figura 30 – Arquivo Contas - planilha

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Sequencia	Algarismo_1	Operacao	Algarismo_2	Resultado	Usuario	Resposta	Certo_Errado
2	1	0	soma	0	0			
3	2	0	soma	1	1			
4	3	0	soma	2	2			
5	4	0	soma	3	3			
6	5	0	soma	10	10			
7	6	1	soma	0	1			
8	7	1	soma	1	2			
9	8	1	soma	2	3			
10	9	1	soma	9	10			
11	10	1	soma	10	11			
12	11	2	soma	0	2			
13	12	2	soma	1	3			
14	13	2	soma	8	10			
15	14	2	soma	9	11			
16	15	2	soma	10	12			
17	16	3	soma	0	3			
18	17	3	soma	7	10			
19	18	3	soma	8	11			

Fonte: A autora (2024).

Nesta primeira versão, não foi implementado o suporte para respostas com

dois ou mais algarismos, devido à limitação na variedade de respostas possíveis. Essa restrição decorre da ausência de teclas suficientes para representar todos os números e operações, o que impede a inclusão de contas mais complexas e completas no sistema.

Em trabalhos futuros, planeja-se adicionar mais LEDs ao sistema para melhorar a interação com o usuário, indicando diferentes estados do jogo. Atualmente, na primeira versão, utiliza-se apenas um LED azul para sinalizar a detecção de uma resposta. No futuro, propõe-se que um LED branco seja usado para indicar que o sistema está aguardando uma resposta, enquanto um LED azul representaria uma resposta correta, e um LED amarelo indicaria uma resposta incorreta. Caso a resposta esteja errada, espera-se que o sistema oriente o jogador a acionar a tecla correta, sinalizada pelo LED azul.

Outro objetivo para trabalhos futuros é definir, em colaboração com especialistas nas áreas de educação infantil e psicologia, como será implementado o sistema de pontuação para os usuários. Após essa definição, será desenvolvida uma tela dedicada ao tratamento das decisões tomadas por esses profissionais em conjunto com a autora. A intenção é que, ao ser testado com crianças, o jogo proporcione uma experiência atrativa e agradável, evitando qualquer possibilidade de gerar desconforto ou impacto negativo para os usuários.

5 CONCLUSÕES

Os resultados dos testes realizados demonstraram que o jogo possibilita a realização e a resolução de operações aritméticas utilizando o Tapete Matemágico, conforme o nível selecionado. Assim, conclui-se que a proposta inicial do projeto foi devidamente atendida, validando sua funcionalidade e objetivos previstos.

Foi observado que a detecção de movimento utilizando sensores de presença requer uma área considerável, o que impacta diretamente no tamanho final do tapete. Caso o tapete venha a ser produzido em trabalhos futuros, prevê-se que ele terá uma estrutura relativamente grande, devido à necessidade de teclas amplas. Essa dimensão é fundamental para reduzir erros na detecção dos movimentos das crianças e garantir a precisão do sistema, dado esse tipo de método utilizado para detectar o movimento, ou seja, a resposta do usuário.

Conclui-se que o método de detecção de movimento com sensores de presença é funcional, porém apresenta limitações que o tornam menos eficiente. Uma alternativa potencialmente mais adequada seria o uso de um sistema de monitoramento por câmera, aliado a uma inteligência artificial capaz de identificar se a criança está na tecla correta e determinar qual tecla foi acionada. Essa abordagem será explorada em trabalhos futuros pela autora, com o objetivo de avaliar não apenas a viabilidade técnica, mas também o potencial comercial do jogo MecaEduca.

É fundamental a realização de testes para avaliar a aceitação do MecaEduca pelas crianças para mensurar a qualidade da experiência proporcionada. A implementação de um ou mais grupos para experimentação futura vai permitir identificar melhorias necessárias tanto no jogo digital quanto na interação com o usuário com o Tapete Matemágico. Por exemplo, a quantidade de jogadas por usuário ainda não foi definida nesta versão inicial, ficando a critério do professor responsável. Contudo, a delimitação ou não desse aspecto é uma questão que será respondida com base nos resultados obtidos durante os testes e na revisão do projeto como um todo.

REFERÊNCIAS

ANNETTA, L. A. *et al.* Investigating the impact of video games on high school students' engagement and learning about genetics. *Computers Education*, v. 53, n. 1, p. 74–85, 2009.

BARAB, S. A.; GRESALFI, M.; INGRAM-GOBLE, A. Transformational play: using games to position person, content, and context. *Educational Researcher*, v. 39, n. 7, p. 525–536, 2010.

BRASIL. Ministério da educação. base nacional comum curricular. 2017a. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acessado em: 08 dez. 2024, 2017a.

BRASIL. Ministério da educação. base nacional comum curricular. *Matemática no Ensino Fundamental – Anos Iniciais: unidades temáticas, objetos de conhecimento e habilidades.*, Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/fundamental/matematica-no-ensino-fundamental-anos-iniciais-unidades-tematicas-objetos-de-conhecimento-e-habilidades>. Acessado em: 08 dez. 2024, 2017b.

CORREIA, D. S. *A Utilização de jogos matemáticos como metodologia de ensino aprendizagem no ensino fundamental.* 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Matemática) — Instituto Federal Paraiba, Cajazeiras, 2024.

COSTA FILHO, A. M. D. *Jogos como instrumento de avaliação da aprendizagem no ensino da matemática.* 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Matemática) — Centro de Ciências Aplicadas e Educação, Universidade Federal da Paraiba, Campus IV (Litoral Norte), Rio Tinto, Paraíba, 2011.

EMBARCADOS. *Arduino UNO - Conheça o hardware da placa Arduino em detalhes.* 2013. Disponível em: <https://embarcados.com.br/arduino-uno/#Arduino-UNO>. Acesso em: 05 dez. 2024.

FERRERA, A. L. *A Importância da utilização de jogos no ensino da matemática.* 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura Plena em Matemática) — Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Federal do Pará, Abaetetuba, 2022.

LAURENT, A. A. V. K. *O Lugar do jogo na aprendizagem da matemática na educação infantil.* 2022. Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina. — Universidade Federal de Santa Catarina, Trindade, 2022.

MAFRA, S. R. C. O lúdico e o desenvolvimento da criança deficiente intelectual. Secretaria de Estado da Educação/Superintendência da Educação/Diretoria de Políticas e Programas Educacionais/Programa de Desenvolvimento Educacional, Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/2444-6.pdf>. Acessado em: 08 dez. 2024, 2008.

MARQUES, J. *Educação infantil no Brasil cresce em 2023 e alcança níveis pré-pandemia, revela IBGE.* 2024. Disponível em: <https://www.oliberal.com/brasil/>

educacao-infantil-no-brasil-cresce-em-2023-e-alcanca-niveis-pre-pandemia-revela-ibge-1.894367?utm_source=chatgpt.com. Acesso em: 08 dez. 2024.

MATUOKA, I. *Censo Escolar: mais de 650 mil crianças deixaram a Educação Infantil em dois anos*. 2022. Disponível em: https://educacaointegral.org.br/reportagens/censo-escolar-mais-de-650-mil-criancas-deixaram-educacao-infantil-em-dois-anos/?utm_source=chatgpt.com. Acesso em: 08 dez. 2024.

OLIVEIRA, M. X. S.; RIBEIRO, L. N. *Jogos e brincadeiras no ensino da matemática na educação infantil*. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Matemática) — Instituto Federal Goiano, 2022.

OLIVEIRA, V. S.; CASTRO, T. M. Políticas públicas e formação docente na educação matemática no Brasil. *Cadernos de Políticas Educacionais*, v. 14, n. 1, p. 77–92, 2021.

PACHECO, M. R. S. *A Educação infantil e sua importância no desenvolvimento e a aprendizagem da criança*. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Licenciatura em Pedagogia e Educação Profissional e Tecnológica) — Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Urutaí, 2022.

PAFFRATH, A.; ZANLORENZI, M. A. O jogo como recurso metodológico no ensino das quatro operações no conjunto dos números naturais na vida diária de alunos com síndrome de asperger. *Cadernos PDE, os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE. Os desafios da Escola Pública Paranaense na perspectiva do professor PDE*, Cadernos PDE, 2016.

PEREIRA, F. T.; ALMEIDA, J. S. Metodologias ativas no ensino da matemática: uma revisão crítica. *Revista Pedagógica*, v. 15, n. 2, p. 98–112, 2020.

RODRIGUES, C. I. *et al.* *Aprendo com jogos: conexões e educação matemática*. Autêntica, 2017.

SANCHES, M. A. *Jogos e brincadeiras como método de ensino nas séries iniciais*. 2014. Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista na Pós Graduação em Educação: Métodos e Técnicas de Ensino — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2014.

SANTOS, J. S. G.; SANTOS, P. S. S.; ALVES, V. B. *Jogos e brincadeiras, para o ensino da matemática nas séries iniciais: uma perspectiva lúdico-pedagógico*. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura em Pedagogia) — Centro Universitário Brasileiro, UNIBRA, 2022.

SANTOS, L. A. F. *Software gamificado para auxílio no ensino e aprendizagem de matemática para crianças*. 2017. Monografia submetida ao curso de graduação em (Engenharia de Software) — Universidade de Brasília, UnB, 2017.

SILVA, J. D. B. D. *O Uso dos jogos no ensino da matemática*. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Pedagogia) — Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2022.

SOARES, M. C. A educação matemática no Brasil: desafios e perspectivas na avaliação escolar. *Revista Brasileira de Educação Matemática*, v. 9, n. 1, p. 45–60, 2021.