

Aventuras Matemáticas: Jogo Educacional para Aprendizagem das Quatro Operações no Ensino Fundamental

Mathematical Adventures: Educational Game for Learning the Four Basic Operations in Elementary School

Adailton Costa¹, Osvaldo Junior², Marcela Pessoa³, Fernanda Pires⁴

¹Escola Superior de Tecnologia – Universidade do Estado do Amazonas (EST-UEA)

{acc.lic22,ojunior, fpires, mspessoa}@uea.edu.br

Abstract. Introduction: The basic operations in elementary education face challenges regarding engagement and abstraction, requiring strategies that connect content to students' prior knowledge. **Objective:** This research presents an experience report on the application of the educational game "Mathematical Adventures", aimed at supporting 5th-grade students in arithmetic learning. **Methodology or Steps:** Exploratory quantitative research grounded in Meaningful Learning Theory. Conducted in a school environment with 16 5th-grade students, it used a pre- and post-test experimental design to analyze arithmetic performance after game interaction. **Results:** Data showed statistically significant improvement in performance ($p=0.000232$), with 81.25% of the sample increasing their scores and reaching a state of flow. The paper discusses the approach's potential and limitations, providing parameters for method replicability.

Keywords Arithmetic, Performance, Engagement, Evaluation, Experimentation.

Resumo. Introdução: As operações básicas no Ensino Fundamental I (EF I) enfrentam desafios de engajamento e abstração, demandando estratégias que conectem o conteúdo ao repertório do aluno. **Objetivo:** Este trabalho apresenta um relato de experiência sobre a aplicação do jogo educacional "Aventuras Matemáticas", visando auxiliar estudantes do 5º ano na aprendizagem de aritmética. **Metodologia ou Etapas:** Pesquisa exploratória quantitativa fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa. Realizada em ambiente escolar com 16 estudantes do 5º ano (EF I), utilizou delineamento experimental de pré e pós-teste para analisar o desempenho aritmético após a interação com o jogo. **Resultados:** Os dados indicaram melhoria estatisticamente significativa no desempenho ($p=0,000232$), com aumento de notas para 81,25% da amostra e alcance do estado de flow. O artigo discute potencialidades e limitações da abordagem, provendo parâmetros para a replicabilidade do método.

Palavras-Chave Aritmética, Desempenho, Engajamento, Avaliação, Experimentação.

1. Introdução

No (EF I), as crianças se encontram na etapa de relacionar os conteúdos à sua realidade cotidiana, o que contribui para a compreensão e a relação com o mundo. Alguns estudos

apontam dificuldades na aprendizagem das quatro operações elementares, o que acaba gerando obstáculos para entender outros conteúdos matemáticos. [Silva Filho 2022].

Em 2022, o desempenho do Brasil no Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA), na área de Matemática, foi de 379 pontos, ficando abaixo da média dos países membros da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), estabelecida em 472 pontos. Esse resultado reflete um baixo rendimento acadêmico em Matemática por parte dos estudantes brasileiros, segundo os dados divulgados pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira [INEP 2022]. Matemática é uma área de aprendizagem abstrata e complexa e muito necessária para a compreensão e vivência dos indivíduos no mundo, é através do conhecimento dessa ciência que os indivíduos conseguem ter noção de valor, quantidade, intensidades, economia, distancias, tamanhos, proporções, ou seja uma base para a vida [Sujatha e Vinayakan 2023].

Pesquisas tem apresentado os jogos educacionais digitais como boas alternativas ao processo de aprendizagem. Graças às características lúdicas e à possibilidade de se resolver problemas de forma interativa, os jogos funcionam como artefatos capazes de gerar motivação e engajamento [Auta e Ströele 2024, Gee 2003].

Sousa et al. [2025] identificaram a matemática como área predominante na produção de jogos educacionais no Brasil, e destacaram o potencial dos jogos digitais como ferramentas de mediação, capazes de transformar a resolução de problemas em experiências engajadoras. Nesse contexto, e considerando as diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) que preconizam o desenvolvimento do raciocínio lógico e da cultura digital desde os anos iniciais, este trabalho parte da seguinte questão de pesquisa (QP): como o uso de um jogo educacional pode contribuir para facilitação da aprendizagem das quatro operações básicas da matemática em estudantes do (EF I)?.

O jogo "Aventuras Matemáticas" foi desenvolvido como um ambiente lúdico no qual o estudante assume o papel de protagonista em uma narrativa onde a raposa Calcom, guardiã do conhecimento numérico, está perdendo suas memórias. O objetivo central deste estudo é compreender como o uso deste jogo, aliado a uma mediação pedagógica planejada, contribui para a facilitação da aprendizagem das quatro operações básicas da matemática.

2. Referencial Teórico e Trabalhos Relacionados

Baseado na Teoria da Aprendizagem Significativa [Ausubel 1963], o design do jogo integra três eixos: (i) ancoragem cognitiva: partindo de situações-problema contextualizadas; (ii) diferenciação progressiva: com modos de jogo (QuizMaster, Reino das Perguntas, Saber Prático) de complexidade crescente; e (iii) conciliação integrativa: através de *feedback* imediato que permite ao estudante corrigir concepções equivocadas [Moreira e Masini 2009].

Estudos recentes, como Hussein et al. [2022] e Santos e Silva [2023], confirmam que jogos educativos que integram *feedback* imediato, progressão de dificuldade e narrativas contextualizadas potencializam a retenção de conceitos aritméticos e facilitam a transferência do aprendizado para o cotidiano, em consonância

com a Aprendizagem Significativa. Sob a perspectiva psicológica, a ludicidade favorece o estado de *flow* [Csikszentmihalyi 1992], promovendo engajamento intrínseco. Considerando que estudantes frequentemente apresentam dificuldades nas operações básicas [Proença et al. 2022], os jogos educacionais emergem como uma estratégia lúdica capaz de mitigar tais lacunas cognitivas e elevar o envolvimento escolar.

Viana et al. [2024] propõem Floresta Matemática para estimular o cálculo mental e o pensamento computacional por meio de desafios integrados a narrativas lúdicas. Diferente dessa proposta, o Aventuras Matemáticas estende essa abordagem ao realizar uma validação empírica quantitativa com estudantes do 5º ano, mensurando o ganho de desempenho via pré e pós-testes. Miguel et al. [2024] desenvolveram o Vórtex Numérico para o Ensino Fundamental II, focando em pensamento computacional e resolução de problemas, com validação de especialistas. Com uma abordagem diferente de validação, o Aventuras Matemáticas apresenta uma validação empírica quantitativa com o público-alvo (5º ano), apresentando a evolução estatisticamente significativa do desempenho acadêmico dos alunos.

O “Fruitmath” [Santos et al. 2022] explora adições e subtrações via dispositivos móveis, com validação baseada em entrevistas, enquanto o Numéria [Pedrosa et al. 2024] foca em pensamento computacional e teorias narrativas. Apesar das contribuições do Numéria em mecânicas de *feedback*, esse estudo não realizou a validação com seu público-alvo (4º ano). De forma semelhante, Higa et al. [2024] desenvolveram o Mar de Cálculos para dispositivos móveis, focando no estímulo ao cálculo mental e ao raciocínio rápido. O jogo incentiva o aprendizado ativo e o desenvolvimento de habilidades cognitivas, oferecendo uma alternativa lúdica para o ensino das quatro operações básicas.

A Tabela 1 mostra o diferencial do jogo “Aventuras Matemáticas” em comparação com os trabalhos relacionados, considerando quatro critérios. Como pode ser visto, todos os trabalhos estão alinhados à (BNCC) e exploram o pensamento computacional. Enquanto as demais pesquisas focam na usabilidade ou em protótipos, este trabalho implementa testes pedagógicos (avaliação diagnóstica e rubrica de observação). Um grande diferencial deste estudo está na aplicação do jogo, que foi aplicado com o seu público-alvo e teve um resultado satisfatório.

Critério	Aventuras Matemáticas	Floresta Matemática	Vórtex Numérico	FruitMath	Mar de Cálculos	Numéria
Público-alvo definido	(5º ano EF1)	(EF1)	(6º-9º ano EF2)	(EF1)	(jovens adultos)	(4º ano EF1)
Aplicado com público-alvo real	Sim	Não	Não	Parcial	Não	Não
Testes pedagógicos	Sim	Não	Não	Não	Não	Não
Alinhamento com a BNCC	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Pensamento Computacional	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Análise Estatística	Sim	Não	Não	Não	Não	Não

Tabela 1. Análise comparativa dos jogos segundo critérios educacionais.

3. Game Design

“Aventuras Matemáticas” é um jogo desenvolvido na plataforma Unity, com linguagem C#. Na construção foram definidas etapas como criação dos *layouts*, inserção de elementos sonoros, implementação da mecânica de sistema de perguntas com o *feedback* imediato. O design do jogo foi estruturado de forma a integrar as ações do jogador com o desenvolvimento da aprendizagem. A dinâmica de coletar moedas para desbloquear

o “livro da sabedoria” e resolver desafios matemáticos promove o raciocínio lógico, o cálculo mental e a resolução de problemas, contribuindo para a compreensão das quatro operações básicas e sua aplicação em diferentes contextos.

A trama do jogo se passa em um reino mágico, onde o personagem principal é uma raposa chamada Calcom, guardião de todo o conhecimento numérico da natureza. Com o passar do tempo, Calcom começa a esquecer esse saber, o que passa a representar uma ameaça para o inventário da floresta. A missão do jogador é auxiliar a raposa a recuperar esse conhecimento por meio da prática das quatro operações aritméticas.

A sequência didática do jogo inicia no modo Quiz Master, no qual o aluno realiza um treino inicial com perguntas aleatórias, podendo escolher a operação desejada. Em seguida, no modo Reino das Perguntas, o conteúdo é organizado em quatro fases (adição, subtração, multiplicação e divisão), nas quais o jogador coleta moedas para desbloquear o “livro da sabedoria” e resolver desafios matemáticos. Cada fase exige a coleta de 5 livros, com aumento gradual da quantidade de perguntas por livro, iniciando com 2 e chegando a 10, elevando a dificuldade de forma progressiva. Por fim, o modo Saber Prático segue a mesma mecânica e organização, porém com questões contextualizadas no cotidiano dos alunos, promovendo a aplicação dos conhecimentos adquiridos.

O jogo utiliza progressão, moedas e *feedback* imediato para sustentar o engajamento, com questões geradas por algoritmos de randomização para evitar repetições. A estrutura divide-se em três modos: (i) Quiz Master, focado em treino aritmético com respostas diretas; (ii) Reino das Perguntas, composto por quatro fases (operações básicas) com desafios numéricos; e (iii) Saber Prático, que integra as quatro operações em problemas contextualizados, exigindo interpretação de situações do cotidiano dos estudantes.

A Figura 1 mostra a fase 1 do jogo. À esquerda é apresentado o cenário onde o jogador precisa coletar moedas para abrir o livro da sabedoria. Caso não tenha moedas suficientes, uma mensagem informa o valor necessário. O livro da sabedoria desempenha o papel central de mediação do aprendizado, pois é por meio dele que o jogador acessa os desafios matemáticos. Após sua abertura, o jogador é direcionado para a tela de perguntas, apresentada à direita da figura.

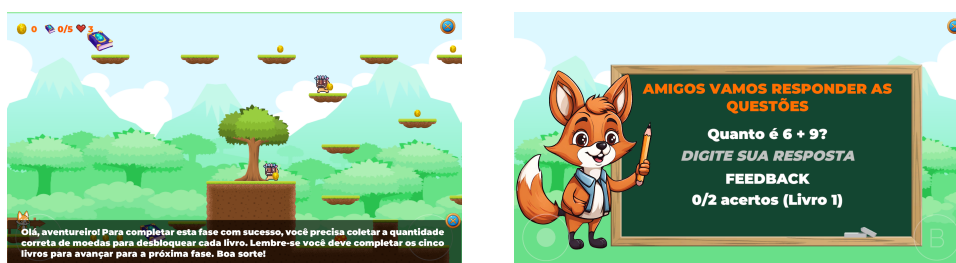


Figura 1. Fase 1: Cenário de missão e dinâmica de perguntas.

A aplicação da teoria de aprendizagem significativa no jogo está estruturada da seguinte forma: (i) O design pedagógico do jogo busca ancorar-se no contexto social e na realidade cotidiana do estudante, ativando seus conhecimentos prévios (subsunçores) de forma progressiva partindo de desafios puramente numéricos até a resolução de problemas contextualizados no modo Saber Prático; (ii) O jogo oferece dicas para o usuário entender

o que é preciso fazer nas missões; (iii) O jogo apresenta um design simples com poucos elementos visuais para evitar a sobrecarga de informação; e (iv) O jogo fornece aos usuários *feedback* visual imediato das ações, ajudando principalmente no entendimento dos acertos e na correção dos erros. Todos esses elementos e conceitos englobam a teoria da aprendizagem significativa no processo de aprendizagem.

4. Estudo para Validação do Jogo

A metodologia deste estudo caracteriza-se como uma pesquisa de natureza exploratória, com abordagem quantitativa, cujo objetivo é analisar o desempenho dos alunos na aprendizagem das quatro operações matemáticas por meio da utilização do jogo educacional. O estudo foi realizado em ambiente escolar com estudantes do 5º ano do (EF I), buscando observar possíveis melhorias no desempenho após a interação com o jogo.

A pesquisa de campo ocorreu em uma escola pública com uma turma de 34 estudantes, com idades entre 10 e 11 anos, de uma escola pública. No dia da aplicação, 21 estudantes estavam presentes, dos quais 16 aceitaram participar da pesquisa, constituindo a amostra final. A ausência de parte dos alunos e a recusa de alguns participantes podem representar um possível viés nos resultados, sendo essa limitação considerada na análise.

A coleta de dados foi organizada em três etapas: (i) aplicação de um pré-teste diagnóstico, com duração de 1 hora, para avaliar o conhecimento prévio dos estudantes; (ii) intervenção com o jogo educacional, realizada ao longo de 4 horas; e (iii) aplicação de um pós-teste diagnóstico, também com duração de 1 hora, com o objetivo de verificar possíveis avanços na aprendizagem. Para a análise dos dados, foram considerados apenas os 16 estudantes que participaram de todas as etapas do estudo, garantindo consistência na comparação entre os resultados do pré e do pós-teste.

4.1. Aspectos Éticos

Este estudo foi conduzido em conformidade com a Resolução nº 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde, que regulamenta pesquisas em Ciências Humanas e Sociais, sendo considerado isento de submissão ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), nos termos do Art. 1º, Parágrafo Único, da referida resolução, por tratar-se de pesquisa educacional com dados anonimizados. A pesquisa contou com anuência formal da instituição de ensino e dos professores regentes. Os responsáveis legais assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) após receberem documento explicativo, e os alunos o Termo de Assentimento. A participação foi voluntária, com garantia de desistência, confidencialidade e tratamento anonimizado dos dados, conforme princípios éticos.

4.2. Instrumentos de coleta de dados

Para a avaliação do jogo, foram utilizados três instrumentos de coleta de dados: (i) formulários no Google Forms^{1 2}, com o objetivo de analisar a percepção dos estudantes quanto à aprendizagem, engajamento e usabilidade do jogo, compostos por questões de múltipla escolha e afirmações em escala Likert de 5 pontos, escolhida por permitir

¹Disponível em: Questionário de Pré-Teste (texto clicável)

²Disponível em: Questionário de Pós-Teste (texto clicável)

medir o grau de concordância dos participantes de forma simples e quantitativa; (ii) uma avaliação diagnóstica³ em papel, aplicada antes e após a intervenção, contendo questões objetivas sobre as quatro operações matemáticas, com o objetivo de medir o desempenho dos estudantes; e (iii) observação dos professores durante a aplicação, realizada de forma livre (não estruturada), com foco em identificar possíveis melhorias no desempenho dos alunos ao longo das atividades e nas avaliações.

A Tabela 2 mostra os dados das perguntas que foram utilizados nos instrumentos de avaliação da aplicação durante a pesquisa. Os instrumentos foram elaborados pelo próprio pesquisador com base nos objetivos do estudo e revisados para garantir clareza e adequação ao público-alvo. A coleta de dados foi organizada em três momentos: (i) pré-teste, para identificar o conhecimento prévio dos estudantes; (ii) pós-teste, para avaliar possíveis avanços na aprendizagem; e (iii) teste de reação, para analisar a experiência do usuário, incluindo engajamento, compreensão do conteúdo e percepção sobre o jogo.

Teste	Qtd.	Tipo	Exemplo de Pergunta
Pré	7	Likert (1-5) + Múltipla	“Você gosta de matemática?” [Ver mais no link ¹]
Pós	4	Likert (1-5) + Múltipla	“O jogo ajudou você a entender melhor?” [Ver mais no link ²]
Reação	8	Likert (1-5)	“Eu jogaria novas missões desse jogo” [Ver mais no link ^{4,2}]

Tabela 2. Resumo dos instrumentos de coleta aplicados na pesquisa.

Após a coleta, os dados foram exportados em formato de Valores Separados por Vírgula CSV, do inglês *Comma-Separated Values* para o Google Colab, onde realizou-se a análise estatística descritiva focada na frequência das respostas e no cálculo de médias aritméticas. Essa abordagem permitiu correlacionar o nível de engajamento dos alunos com o desempenho quantitativo observado nas avaliações diagnósticas.

5. Resultados e Discussões

Os resultados indicam evolução no desempenho dos estudantes após o uso do jogo. No pré-teste, havia uma concentração expressiva no nível "insuficiente" (43,8%). Após a intervenção, ocorreu uma redistribuição positiva: o nível "excelente" saltou de 18,8% para 43,8%, enquanto o grupo de menor desempenho recuou para 12,5%. Esses dados sugerem um avanço no domínio das operações matemáticas básicas pelos participantes depois do uso do jogo, como pode ser observado na Figura 3.

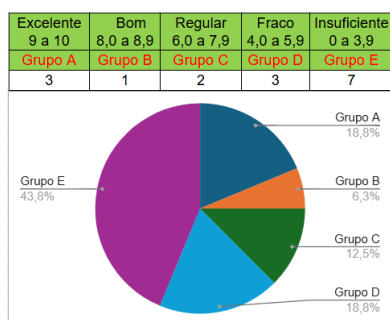


Figura 2. Pré-teste.

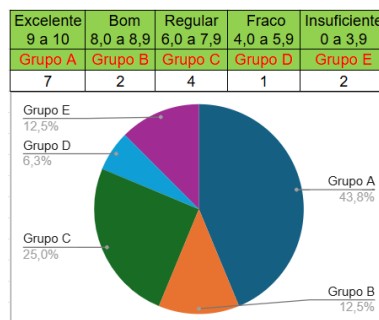


Figura 3. Pós-teste

³Disponível em: Prova Diagnóstica (texto clicável)

A análise estatística reforça essa tendência. O teste de normalidade de Shapiro-Wilk indicou que os dados seguem distribuição normal ($p = 0,5869$), possibilitando a aplicação do teste t de Student. Os resultados do teste t apontaram diferença estatisticamente significativa entre os desempenhos no pré e pós-teste ($p = 0,000232$), evidenciando que houve variação relevante nas notas após a intervenção. Ainda que esses resultados indiquem melhora no desempenho, ressalta-se que, devido à ausência de grupo controle, não é possível atribuir causalidade exclusiva ao uso do jogo.

No que se refere ao tempo de execução das fases, os resultados mostraram relativa estabilidade entre as etapas do jogo, sem diferenças estatisticamente significativas (Análise de Variância ANOVA, do inglês *Analysis of Variance*, $p = 0,9359$). Esse comportamento pode indicar uma progressão equilibrada da dificuldade, mantendo um ritmo constante de interação ao longo da atividade, embora o leve aumento no tempo da fase final possa estar associado à maior complexidade das tarefas ou à fadiga cognitiva, como pode ser observado na Figura 4.

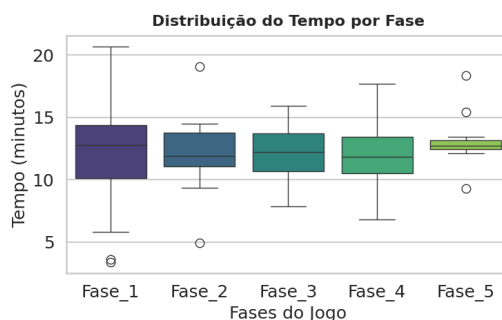


Figura 4. Distribuição do tempo por fase.

A Figura 5 apresenta os resultados da observação sistemática registrada via Painel de "Acompanhamento"⁴, uma rubrica estruturada em escala Likert (1–5) sobre quatro eixos: (i) desempenho por operação; (ii) competências cognitivas (precisão, compreensão e autonomia); (iii) resposta ao *feedback*; e (iv) engajamento (motivação, persistência e interação). Nessa abordagem, acompanhou-se individualmente cada estudante em cinco desafios no modo "Reino das Perguntas".

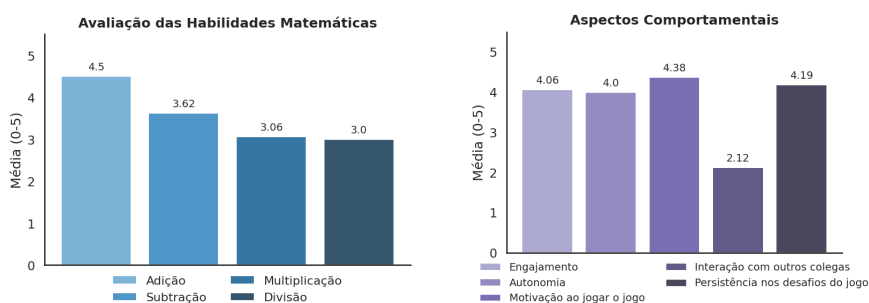


Figura 5. Avaliação das habilidades e os aspectos comportamentais.

No primeiro gráfico, nota-se uma progressão decrescente na facilidade das operações: adição ($M=4,5$), subtração ($M=3,62$), multiplicação ($M=3,06$) e divisão

⁴Disponível em: Painel de acompanhamento (texto clicável)

($M=3,0$), corroborando a literatura sobre a maior complexidade cognitiva da divisão no Ensino Fundamental [Silva Filho 2022]. No segundo gráfico, os indicadores revelam altos níveis de persistência ($M=4,19$), motivação ($M=4,38$) e engajamento ($M=4,06$), sugerindo que o design favoreceu o estado de *flow* [Csikszentmihalyi 1992]. A autonomia também se destacou ($M=4,0$), enquanto a baixa interação entre pares ($M=2,12$) reforça o caráter individual da experiência atual, sinalizando oportunidades para futuras versões colaborativas. Análise do comportamento dos estudantes durante a atividade indica níveis elevados de engajamento, motivação e persistência, com médias superiores a 4 em escala Likert. Esses achados são coerentes com a proposta de usar jogos para favorecer o envolvimento cognitivo, como o estado de *flow* [Csikszentmihalyi 1992], transformando o erro em parte do processo de aprendizagem.

As médias foram calculadas da mesma forma, soma das respostas dividida pela quantidade de participantes. O instrumento completo, com todas as perguntas e instruções de aplicação, está disponível em material complementar no link⁵.

A Figura 6 exibe a matriz de correlação de Pearson entre as variáveis do estudo. Notou-se correlação perfeita entre motivação e persistência ($r=1,000$), ambas associadas fortemente à precisão dos cálculos ($r=0,7016$), o que vincula o engajamento emocional ao desempenho matemático. O tempo de execução na Fase 1 apresentou correlações negativas fortes com motivação ($r=-0,6892$), persistência ($r=-0,6892$) e precisão ($r=-0,6071$), indicando que maior engajamento e acerto resultaram em maior agilidade. Tais achados corroboram a teoria de *flow* [Csikszentmihalyi 1992], onde o equilíbrio entre desafio e habilidade favorece a eficiência. Contudo, ressalta-se que correlação não implica causalidade, e o tamanho da amostra limita a generalização dos coeficientes.

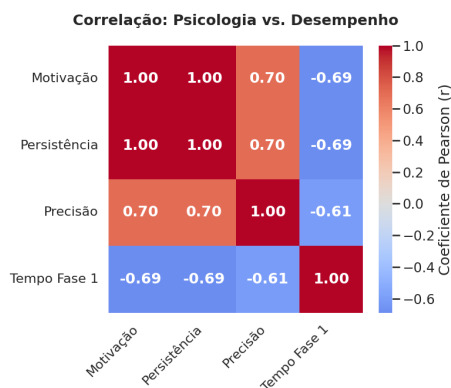


Figura 6. Correlação entre variáveis psicológicas e desempenho.

A Figura 7 compara a percepção de dificuldade nas operações matemáticas antes e depois da aplicação do jogo ($N=16$). No pré-teste, a divisão foi apontada como principal dificuldade por 50,0% ($n=8$) dos estudantes, seguida por ausência de dificuldades 25,0% ($n=4$), multiplicação 18,8% ($n=3$) e dificuldade simultânea em ambas 6,2% ($n=1$). No pós-teste, ao relatarem em quais operações sentiram maior melhoria, os estudantes indicaram: divisão 37,5% ($n=6$), multiplicação 31,3% ($n=5$) e progresso em ambas 31,3% ($n=5$). A convergência entre as operações mais difíceis no pré-teste e as de maior

⁵Disponível em: Protocolo de teste (texto clicável)

percepção de melhoria no pós-teste sugere que o jogo favoreceu a superação de obstáculos específicos, especialmente na divisão operação associada a maior complexidade cognitiva no Ensino Fundamental [Silva Filho 2022]. Esses achados alinham-se aos princípios de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa da Teoria da Aprendizagem Significativa [Ausubel 1963] e [Moreira e Masini 2009].

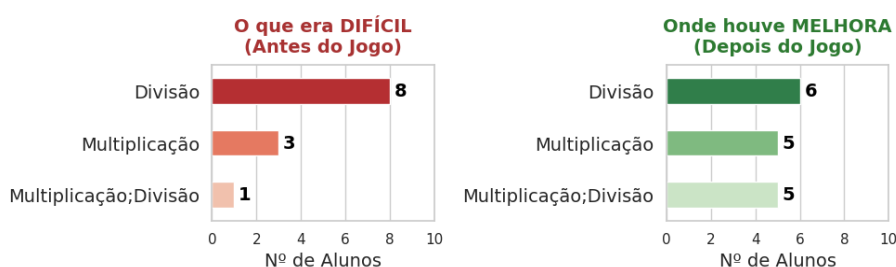


Figura 7. Percepção dos alunos sobre dificuldades e ganhos na aritmética

A Figura 8 apresenta o sentimento dos estudantes ao realizar cálculos matemáticos e a confiança na aprendizagem por meio de jogos, antes e depois da aplicação. No sentimento, a média evoluiu de 3,81 no pré-teste para 4,38 no pós-teste, indicando que os estudantes passaram de uma percepção neutra para uma avaliação positiva sobre a realização de cálculos. Na confiança, as médias também apresentaram crescimento, passando de 4,38 para 4,56, reforçando que os estudantes já possuíam uma visão favorável sobre o uso de jogos para aprendizagem e que essa percepção se manteve após a experiência. Os resultados sugerem que o jogo contribuiu para reduzir resistências iniciais e fortalecer a disposição dos estudantes em relação à matemática.

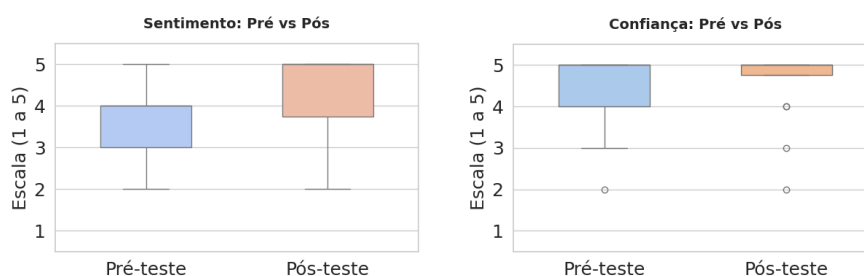


Figura 8. Sentimento e confiança no pré e pós teste.

Para o teste de Reação, os jogadores responderam a seis perguntas em escala Likert (1–5), onde 1=“discordo totalmente” e 5=“concordo totalmente”. Em Q1 – Houve momentos em que eu queria desistir do jogo?, a nota 1 foi a mais escolhida (6 estudantes), indicando que a maioria não quis desistir. Em Q2 – Eu alcancei rapidamente os objetivos do jogo?, as notas 3 e 4 foram as mais frequentes (4 e 5 estudantes), sugerindo percepção moderada de progresso. Em Q3 – Eu jogaria novas missões desse jogo?, a nota 5 foi majoritária (11 estudantes), refletindo alto engajamento. Em Q4 – Fiquei torcendo pelo jogo acabar logo?, a nota 1 concentrou 12 respostas, reforçando que os estudantes desejavam continuar jogando. Em Q5 – O jogo foi mais difícil de entender do que eu gostaria?, as notas 1 e 2 somaram 12 respostas, indicando que a mecânica foi compreendida. Em Q6 – O design da interface do jogo é atraente?, a nota 5 predominou

(11 estudantes), evidenciando interface bem avaliada. No conjunto, os dados sugerem que o jogo gerou engajamento, usabilidade adequada e satisfação junto ao público-alvo.

5.1. Limitações do Estudo

Este estudo apresenta limitações que conferem caráter exploratório aos achados: (i) amostra reduzida ($N = 16$), impedindo generalizações amplas; (ii) flutuações de frequência e participação da turma ao longo das etapas das atividades, embora a análise estatística tenha focado estritamente nos 16 estudantes assíduos que concluíram todo o ciclo, mitigando vieses de seleção; (iii) ausência de grupo controle, o que limita a atribuição dos ganhos exclusivamente ao jogo devido a fatores como o efeito novidade [Rodrigues et al. 2022]; e (iv) intervenção breve, impossibilitando medir a retenção a longo prazo. Trabalhos futuros devem expandir a amostra e incluir modos cooperativos ou *multiplayer* para permitir a troca de estratégias em tempo real.

6. Conclusão

Este estudo investigou o uso do jogo educacional “Aventuras Matemáticas” como estratégia de apoio à aprendizagem das quatro operações básicas no (EF I). Os resultados obtidos indicam uma melhoria no desempenho dos estudantes após a intervenção, bem como níveis elevados de engajamento e motivação durante a atividade, sugerindo o potencial do uso de jogos digitais como recurso pedagógico complementar para aprendizagem de matemática.

Do ponto de vista científico, a principal contribuição deste trabalho reside na apresentação de evidências empíricas, ainda que exploratórias, sobre a aplicação de um jogo educacional em contexto real de sala de aula, associadas a um delineamento quantitativo com análise estatística. O estudo propõe uma articulação entre princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa e elementos de design de jogos, oferecendo possibilidades de replicação da abordagem por outros pesquisadores e professores. Os achados reforçam o potencial de jogos educacionais para promover maior envolvimento dos estudantes e apoiar a aprendizagem de conteúdos matemáticos, especialmente quando associados a estratégias de feedback imediato e contextualização de problemas. Para futuras pesquisas, recomenda-se ampliar o estudo incluindo uma amostra de estudantes maiores e de diferentes escolas com o intuito de verificar os dados de diferentes contextos escolares. Por fim, pretendemos desenvolver uma versão web que possa ser testada em celulares e notebooks, dessa forma podem ser adaptados para a educação a distância e ambientes que dispõem de poucos recursos tecnológicos.

Como contribuição prática, o artigo disponibiliza: (i) a *build* do jogo⁶; (ii) um roteiro metodológico⁷ para mediação docente; e (iii) o modelo de avaliação multidimensional detalhado na Seção 4. Este modelo integra testes diagnósticos (pré e pós-teste) para ganho cognitivo, rubricas de desempenho para raciocínio matemático e observação sistemática para validar o engajamento e o estado de *flow*. Tais recursos visam facilitar a replicabilidade e a adaptação desta experiência por outros pesquisadores e professores.

⁶*Build* do Jogo

⁷Protocolo de Aplicação

Referências

- Ausubel, D. P. (1963). *The Psychology of Meaningful Verbal Learning*. Grune & Stratton.
- Auta, M. e Ströele, V. (2024). Jogos educativos digitais e a aprendizagem na escola. *Lynx*, 3:1–8.
- Csikszentmihalyi, M. (1992). *Flow: The Psychology of Optimal Experience*. Harper and Row.
- Gee, J. P. (2003). What video games have to teach us about learning and literacy. *Computers in entertainment (CIE)*, 1(1):20–20.
- Higa, H., Bragança, I., Pires, J., Inocêncio, P., Meira, G. C., da Silva Rodrigues, B., e Azevedo, V. L. A. (2024). Mar de cálculos-aplicação para ensino da matemática. In *Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames)*, pages 292–296. SBC.
- Hussein, M. H. et al. (2022). Digital game-based learning in k-12 mathematics education: A systematic literature review. *Education and Information Technologies*, 27(2):2859–2891.
- INEP (2022). Resultados do pisa 2022. Technical report, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep).
- Miguel, J., Honda, F., Pessoa, M., e Pires, F. (2024). Vórtex numérico: Um jogo educacional para exercitar operações básicas e pensamento computacional. In *Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames)*, pages 1082–1093. SBC.
- Moreira, M. A. e Masini, E. A. F. S. (2009). *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. Centauro, São Paulo.
- Pedrosa, C., Macena, J., Pires, F., e Pessoa, M. (2024). Numéria: Um jogo educacional para exercitar as operações matemáticas básicas e pensamento computacional. In *Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE)*, pages 229–232. SBC.
- Proença, M. C. d., Maia-Afonso, É. J., Mendes, L. O. R., e Travassos, W. B. (2022). Dificuldades de alunos na resolução de problemas: análise a partir de propostas de ensino em dissertações. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 36(72):262–285.
- Rodrigues, L., Pereira, F., Toda, A., Palomino, P., Pessoa, M., Galvão, L., Fernandes, D., Oliveira, E., Cristea, A., e Isotani, S. (2022). Gamification suffers from the novelty effect but benefits from the familiarization effect: Findings from a longitudinal study. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 19(1):13–13.
- Santos, A. P. e Silva, C. E. (2023). Jogos digitais e aprendizagem significativa em matemática: uma revisão integrativa. In *Congresso Brasileiro de Informática na Educação*.
- Santos, A. R., de Oliveira, C. D., de Lima, J. R. S., Almeida, G. K. F. C., Magalhães, Y. C., e Almeida, W. R. M. (2022). Jogo digital para aprendizagem dos números e das operações básicas de matemática para os anos iniciais do ensino fundamental digital game for learning numbers and basic mathematics operations for the early years of elementary school. *Brazilian Journal of Development*, 8(6):46226–46244.

- Silva Filho, J. P. d. (2022). *Contribuições da teoria semiocognitiva de aprendizagem matemática de Raymond Duval para a análise da produção discente com discalculia do desenvolvimento*. PhD thesis, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- Sousa, M. C., Seabra, R. D., e Lima, P. (2025). Educational games for teaching the essentials of exact sciences in brazil: A ten-year systematic mapping study. *Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames)*, pages 1108–1125.
- Sujatha, S. e Vinayakan, K. (2023). Integrating math and real-world applications: A review of practical approaches to teaching. *International Journal of Computational Research and Development*, 8(2):55–60.
- Viana, T. d. C., Duarte, J. C., Pessoa, M., e Pires, F. (2024). Floresta matematica: uma proposta para exercitar o cálculo mental. In *Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE)*, pages 225–228. SBC.