

APLICAÇÃO DA GAMIFICAÇÃO NO ENSINO DE OPERAÇÕES MATEMÁTICAS BÁSICAS PARA O ENSINO FUNDAMENTAL

APPLICATION OF GAMIFICATION IN THE TEACHING OF BASIC MATHEMATICAL OPERATIONS IN ELEMENTARY SCHOOL

APLICACIÓN DE LA GAMIFICACIÓN EN LA ENSEÑANZA DE OPERACIONES MATEMÁTICAS BÁSICAS EN LA EDUCACIÓN PRIMARIA

Caio Augusto Poletto Gonçalves¹

André Luiz da Silva²

Fabiana Florian³

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo desenvolver uma aplicação gamificada para apoiar o ensino das operações matemáticas básicas nos anos iniciais do Ensino Fundamental, composta por um jogo educacional tridimensional e uma plataforma web de acompanhamento docente, integrados por uma interface de programação de aplicações. O jogo foi desenvolvido no motor gráfico Unity, com a linguagem C#, e a plataforma web em React. Quanto ao método, realizou-se pesquisa de abordagem qualitativa, com levantamento bibliográfico sobre aprendizagem matemática, tecnologias digitais e gamificação, seguido do desenvolvimento da solução e de sua avaliação por meio de estudo de viabilidade em uma turma de 1º ano, com seis participantes, em sessão única, com pré-teste e pós-teste em papel e observação direta durante o uso do jogo. Os participantes utilizaram o sistema de forma autônoma, e o desempenho no jogo alcançou 88,3% de acertos, e o tempo de resposta e as estratégias de resolução observadas mostraram diferenças de fluência que os testes escritos não captaram. Conclui-se que a aplicação é viável, técnica e operacionalmente, em ambiente escolar real, como recurso complementar às atividades do professor, embora os dados não permitam inferir efeito sobre a aprendizagem, o que fundamenta estudos futuros com grupo de comparação.

1

Palavras-chave: Gamificação. Jogos educacionais. Operações matemáticas básicas. Ensino Fundamental. Plataforma web.

ABSTRACT: This study aimed to develop a gamified application to support the teaching of basic mathematical operations in the early years of elementary school, composed of a three-dimensional educational game and a web platform for teacher monitoring, integrated through an application programming interface. The game was developed in the Unity engine using the C# language, and the web platform in React. Regarding the method, a qualitative study was conducted, including a literature review on mathematics learning, digital technologies and gamification, followed by the development of the solution and its evaluation through a feasibility study in a first-grade class with six participants, in a single session, using paper-based pre-tests and post-tests and direct observation during gameplay. The participants used the system autonomously, and performance in the game reached 88.3% correct answers, with response time and observed solving strategies revealing fluency differences not captured by the written instruments. It is concluded that the application is technically and operationally feasible

¹ Discente do curso de Sistemas de Informação da Universidade de Araraquara (UNIARA), Araraquara-SP.

² Orientador. Doutor e Mestre em Educação Escolar pela Universidade Estadual Paulista (UNESP), MBA em Gestão de Projetos, Bacharel em Informática e Engenheiro de Computação. Docente dos cursos de Sistemas de Informação, Engenharia de Computação e do Mestrado Profissional em Engenharia de Produção da Universidade de Araraquara (UNIARA), Araraquara-SP. Head de Dados e Arquitetura na Serasa Experian.

³ Coorientadora. Doutora em Alimentos e Nutrição pela Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Araraquara (FCFAr/UNESP), Mestre em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente pela Universidade de Araraquara (UNIARA), Economista e Bacharel em Direito. Docente do curso de Sistemas de Informação da Universidade de Araraquara (UNIARA), Araraquara-SP.

in a real school setting as a complementary resource to the teacher's activities, although the data do not allow inferences about its effect on learning, which supports future studies with a comparison group.

Keywords: Gamification. Educational games. Basic mathematical operations. Elementary school. Web platform.

RESUMEN: Este trabajo tuvo como objetivo desarrollar una aplicación gamificada para apoyar la enseñanza de las operaciones matemáticas básicas en los primeros años de la educación primaria, compuesta por un juego educativo tridimensional y una plataforma web de seguimiento docente, integrados mediante una interfaz de programación de aplicaciones. El juego se desarrolló en el motor gráfico Unity, con el lenguaje C#, y la plataforma web en React. En cuanto al método, se realizó una investigación de enfoque cualitativo, con revisión bibliográfica sobre aprendizaje matemático, tecnologías digitales y gamificación, seguida del desarrollo de la solución y de su evaluación mediante un estudio de viabilidad en un grupo de primer año, con seis participantes, en una única sesión, mediante pretest y postest en papel y observación directa durante el uso del juego. Los participantes utilizaron el sistema de forma autónoma, y el desempeño en el juego alcanzó el 88,3% de aciertos; el tiempo de respuesta y las estrategias de resolución observadas revelaron diferencias de fluidez no captadas por los instrumentos escritos. Se concluye que la aplicación es viable, técnica y operativamente, en un entorno escolar real como recurso complementario a las actividades del docente, aunque los datos no permiten inferir efectos sobre el aprendizaje, lo que fundamenta estudios futuros con grupo de comparación.

Palabras clave: Gamificación. Juegos educativos. Operaciones matemáticas básicas. Educación primaria. Plataforma web.

1 INTRODUÇÃO

O ensino da matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental representa uma etapa essencial para a construção do raciocínio lógico, da resolução de problemas e da autonomia intelectual dos estudantes. Piaget J e Inhelder B (1968) afirmam que, nessa fase, as crianças desenvolvem o raciocínio lógico e aprendem conceitos abstratos com apoio de exemplos práticos e situações do cotidiano. Nesse período, o domínio das operações matemáticas básicas, como adição, subtração, multiplicação e divisão, constitui a base para conteúdos mais complexos ao longo da trajetória escolar.

Entretanto, uma parcela significativa dos alunos apresenta dificuldades persistentes nesse processo de aprendizagem. Dados do Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB), utilizados como base para o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB), demonstram a relevância desse problema: em 2023, apenas 43,5% dos estudantes do 5º ano da rede pública apresentaram aprendizagem adequada em Matemática (TODOS PELA EDUCAÇÃO, 2025). Esse resultado é compatível com o de Almeida CS, et al. (2017), que apontam desempenho insuficiente em avaliações nacionais e indicam a necessidade de novas estratégias pedagógicas para o fortalecimento da aprendizagem.

Esse cenário mostra a necessidade de transformação das práticas pedagógicas. Morán JM (2015) destaca que muitas instituições educacionais permanecem presas a modelos tradicionais

de ensino, pouco atrativos e centrados apenas na transmissão de conteúdo, defendendo a adoção de metodologias ativas, nas quais o aluno assume papel central no processo de aprendizagem. Valente JA (1999) acrescenta que a educação digital não se reduz à simples utilização de computadores em sala, mas exige repensar como as experiências de aprendizagem são estruturadas, integrando tecnologias como meios para transformação pedagógica.

Diante desse cenário, este trabalho parte da seguinte questão: de que forma uma aplicação gamificada, composta por um jogo educacional 3D integrado a uma plataforma web de acompanhamento, pode ser utilizada de forma viável em ambiente escolar para apoiar a prática das operações matemáticas básicas e o acompanhamento docente nos anos iniciais do Ensino Fundamental?

Uma das formas de responder a essa necessidade é a gamificação, que consiste no uso de elementos dos jogos, como pontuação, desafios, avanço por fases e feedback imediato, em atividades que não são jogos. Essa estratégia pode ajudar a aumentar o interesse e a participação dos estudantes. Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo desenvolver uma aplicação gamificada para o ensino das operações matemáticas básicas nos anos iniciais do Ensino Fundamental. A aplicação é formada por um jogo educacional 3D integrado a uma plataforma web para acompanhar o desempenho dos estudantes.

3

Para alcançar esse objetivo, realizou-se pesquisa de abordagem qualitativa, com levantamento bibliográfico, desenvolvimento de um jogo educacional 3D em Unity, integrado a uma plataforma web em React por meio de uma API REST que registra acertos, erros e tempo de resolução, e avaliação por meio de estudo de viabilidade, conforme detalhado na Seção 3.

A hipótese deste trabalho é que o uso de um jogo educacional 3D gamificado, associado a recursos visuais, progressão por fases e feedback imediato, e integrado a uma plataforma web de acompanhamento docente, pode oferecer prática interativa das operações matemáticas básicas e fornecer ao professor informações de acompanhamento do desempenho nos anos iniciais do Ensino Fundamental.

O trabalho reúne conhecimentos de desenvolvimento de software, jogos digitais, gamificação e sistemas web, buscando oferecer aos professores uma ferramenta de acompanhamento do desempenho dos estudantes e aos alunos uma forma mais interativa de praticar Matemática.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Esta seção apresenta a fundamentação teórica que sustenta o desenvolvimento do trabalho. Inicialmente, discute-se a aprendizagem da Matemática pelas crianças dos anos iniciais do Ensino Fundamental; em seguida, aborda-se o uso de tecnologias digitais no ensino da Matemática; por fim, apresentam-se a gamificação e os jogos digitais como estratégia de ensino.

2.1 Análise do aprendizado de matemática em crianças dos anos iniciais do ensino fundamental

A aprendizagem da Matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental tem sido objeto de discussão em diferentes estudos, especialmente no que se refere às dificuldades relacionadas ao domínio das operações básicas e ao desenvolvimento do raciocínio lógico. Nessa etapa, o desempenho dos estudantes influencia diretamente a aprendizagem de conteúdos mais complexos ao longo da trajetória escolar.

Para entender essas dificuldades, é preciso considerar como a criança constrói o pensamento matemático. Segundo Piaget J e Inhelder B (1968), crianças dos anos iniciais se encontram no estágio operatório concreto: já realizam operações mentais, mas ainda dependem de objetos, representações visuais e situações concretas para compreender os conceitos. Piaget J e Szeminska A (1981) acrescentam que a construção do número resulta da síntese entre classificação e seriação, e não da contagem verbal, o que explica por que uma criança pode recitar a sequência numérica sem dominar as operações que ela representa. Piaget J (1978) descreve ainda o jogo simbólico como a forma pela qual a criança assimila a realidade aos próprios esquemas, o que sustenta o uso de atividades lúdicas como via de acesso a conteúdos abstratos. Na mesma direção, Nunes T e Bryant P (1996) descrevem o raciocínio quantitativo como um processo que evolui do concreto para o abstrato, por meio da prática em situações significativas, e afirmam que os erros das crianças são oportunidades para compreender seu raciocínio.

Se a aprendizagem ocorre de forma gradual, passando do concreto para o abstrato, o nível de dificuldade das atividades se torna um fator importante. Vygotsky LS (2007) define a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) como a diferença entre o que a criança consegue fazer sozinha e o que consegue realizar com a ajuda de um professor, colega ou outro facilitador. Neste trabalho, a ZDP mostra que a aprendizagem é mais eficaz quando os desafios estão próximos das capacidades do estudante. Atividades muito simples pouco contribuem para o seu desenvolvimento, enquanto atividades muito difíceis podem causar frustração e desmotivação.

Por isso, a mediação de um professor, de um colega mais experiente ou de uma ferramenta bem planejada é essencial para favorecer a aprendizagem.

Além do nível de dificuldade, a maneira como o estudante é orientado durante a resolução também influencia o aprendizado. Polya G (1995) propõe um método para resolver problemas matemáticos composto por quatro etapas: compreender o problema, elaborar uma estratégia, executar e verificar o resultado. Ao repetir esse processo, o estudante desenvolve o raciocínio matemático além de uma simples memorização de procedimentos.

Nessa mesma direção, Cedro WL e Moura MO (2007) defendem que o ensino da matemática deve ir além da repetição de exercícios, promovendo atividades colaborativas que incentivem a reflexão. Segundo os autores, jogos, atividades lúdicas e trabalhos em grupo ajudam os estudantes a construir conhecimentos matemáticos, além de estimular o raciocínio lógico e o desenvolvimento cognitivo.

No contexto brasileiro, Almeida CS, et al. (2017) apontam dificuldades em matemática já no 3º ano do Ensino Fundamental, reforçando a necessidade de novas estratégias para fortalecer a aprendizagem.

Outro aspecto importante é a forma como o erro é tratado durante a aprendizagem. Dweck CS (2017) destaca que, na educação matemática, a maneira como os erros são abordados influencia o desenvolvimento da mentalidade de crescimento. Retornos que valorizam o esforço e o processo de aprendizagem incentivam a persistência dos estudantes, enquanto aqueles focados apenas na inteligência ou habilidades naturais podem reduzir a motivação e o interesse. Por isso, é importante que os ambientes de aprendizagem ofereçam retornos imediatos sobre o desempenho, incentivando o progresso sem fazer julgamentos sobre a capacidade do estudante.

Assim, abordagens que incentivam a participação ativa dos alunos, com recursos visuais, desafios de dificuldade gradual e atividades lúdicas, podem tornar a aprendizagem mais significativa.

2.2 Uso de tecnologias digitais no ensino da matemática

A presença das tecnologias digitais no cotidiano infantil tem transformado significativamente as formas de interação, comunicação e aprendizagem. No ensino fundamental, o uso de recursos tecnológicos no ensino da matemática vem sendo apontado como estratégia capaz de ampliar o interesse dos alunos e facilitar a compreensão dos conteúdos.

Daltoé T, et al. (2019) destacam que o uso de tecnologias no ensino da matemática ainda necessita ser mais explorado, apresentando-se como uma alternativa para potencializar o processo de ensino-aprendizagem. Os autores enfatizam que softwares educativos, calculadoras,

vídeos e demais ferramentas digitais, quando utilizados de forma planejada, favorecem aulas mais interativas e próximas da realidade dos estudantes, além de estimularem a criatividade, a curiosidade e a formulação de estratégias para resolução de problemas. Entretanto a simples presença da tecnologia em sala de aula não garante melhores resultados de aprendizagem; o planejamento pedagógico é indispensável para que seu potencial educativo seja alcançado.

Parte da eficácia desses recursos está relacionada ao perfil dos estudantes atuais. Prensky M (2003) afirma que a aprendizagem por meio de jogos digitais está alinhada à forma como muitos jovens aprendem, pois eles cresceram em contato com as tecnologias. Segundo o autor, quando utilizados de forma adequada, esses recursos aumentam o engajamento e a motivação dos estudantes, aspecto importante na educação matemática, área em que muitos alunos apresentam dificuldades e desinteresse.

No entanto, o uso das tecnologias na educação exige mais do que saber utilizar ferramentas digitais. Koehler MJ e Mishra P (2008) propõem o modelo TPACK (*Technological Pedagogical Content Knowledge*), que destaca a importância da integração entre conhecimento tecnológico, o pedagógico e do conteúdo. De acordo com os autores, esses três conhecimentos devem atuar em conjunto para que a tecnologia contribua para a aprendizagem, pois não basta utilizar uma ferramenta moderna, é necessário saber como seus recursos podem facilitar o ensino de conteúdos específicos.

2.3 Gamificação e jogos digitais como estratégia de ensino

A gamificação consiste na utilização de elementos característicos dos jogos, como pontuação, progressão por níveis, desafios, recompensas e feedback imediato, em contextos não exclusivamente lúdicos, como a educação, podendo favorecer a motivação e o engajamento e contribuir para transformar atividades centradas na transmissão de conteúdo em experiências mais interativas.

No meio acadêmico, Deterding S, et al. (2011) definem a gamificação como o uso de elementos dos jogos em contextos que não são jogos. Segundo os autores, isso acontece quando recursos como desafios, progressão e feedback são aplicados em diferentes atividades para atingir objetivos específicos, sem a necessidade de desenvolver um jogo completo. Kapp KM (2012) apresenta uma definição semelhante, afirmando que a gamificação consiste no uso de mecanismos, dinâmicas e elementos dos jogos para aumentar o engajamento e incentivar comportamentos desejados. Assim, ambos os autores destacam que gamificar não significa criar um jogo educacional completo, mas utilizar os elementos dos jogos para tornar outras atividades mais envolventes.

A eficácia da gamificação está relacionada aos mecanismos que estimulam a motivação. Para Kapp KM (2012), elementos como pontos e níveis se baseiam em princípios que incentivam a persistência nas atividades, e McGonigal J (2011) destaca que objetivos claros e a sensação de progresso aumentam o envolvimento e favorecem habilidades como resolução de problemas e perseverança. Zichermann G e Cunningham C (2011) alertam, porém, que pontos, insígnias e rankings, isoladamente, produzem engajamento superficial e precisam ser integrados à narrativa e à progressão; na mesma linha, Gros B (2007) defende que jogos educacionais equilibrem objetivos pedagógicos e facilidade de uso para a faixa etária.

Apesar dos benefícios, a literatura destaca que apenas utilizar elementos de jogos não garante a aprendizagem. Moura MO (1994) observa que o jogo só se torna material de ensino quando há um plano de ação do professor articulado aos objetivos pedagógicos, pois o jogar, por si só, não basta para promover a aprendizagem. Massário MS, et al. (2019) também destacam que a gamificação amplia o interesse e a participação dos estudantes quando integrada às tecnologias digitais e aplicada de forma planejada.

Com base nesses estudos, os elementos de gamificação do MateMagia foram escolhidos para apoiar objetivos pedagógicos, e não apenas para tornar a atividade mais divertida. As figuras exibidas ao lado de cada parcela oferecem o apoio concreto de que crianças no estágio operatório concreto ainda dependem (PIAGET J e INHELDER B, 1968; NUNES T e BRYANT P, 1996); o ajuste dos valores ao nível da turma e a progressão por fases buscam manter os desafios na Zona de Desenvolvimento Proximal (VYGOTSKY LS, 2007); o feedback imediato e a nova operação após cada erro tratam o erro como parte do processo (DWECK CS, 2017); as vidas, as fases e o Modo História combinam metas, sensação de progresso e narrativa (McGONIGAL J, 2011; ZICHERMANN G e CUNNINGHAM C, 2011); e a corrida automática reduz exigências motoras, equilibrando objetivo pedagógico e facilidade de uso para a faixa etária (GROS B, 2007). Já o painel docente atende à necessidade de ligar o jogo a um plano de ação do professor (MOURA MO, 1994; KOEHLER MJ e MISHRA P, 2008). Esses fundamentos justificam as escolhas de projeto, mas não garantem, sozinhos, ganhos de aprendizagem (DALTOÉ T, et al., 2019).

3 METODOLOGIA

3.1 Caracterização da pesquisa

Trata-se de pesquisa aplicada, de abordagem qualitativa, com apoio de dados quantitativos descritivos, organizada em três etapas: levantamento bibliográfico (Seção 2), desenvolvimento tecnológico da aplicação (Seção 4) e avaliação pedagógica por estudo de

viabilidade. Segundo Orsmond GI e Cohn ES (2015), esse tipo de estudo verifica se uma intervenção pode ser aplicada no contexto real, examinando sua execução, a coleta de dados, a aceitação pelos participantes e os resultados iniciais, e não sua eficácia. Utilizou-se grupo único, em sessão única, com pré-teste, uso do jogo e pós-teste, complementados por observação direta e pelos registros da plataforma; sem grupo de comparação, o estudo não tem caráter experimental nem estima o efeito da aplicação sobre a aprendizagem.

3.2 Contexto e participantes

O estudo foi realizado em uma escola privada de Ensino Fundamental do interior do estado de São Paulo, definida por conveniência em acordo com a coordenação pedagógica. A turma de 1º ano possuía sete estudantes matriculados, e os critérios de inclusão foram estar matriculado, ter o consentimento dos responsáveis e estar presente no dia da sessão. Participaram seis estudantes, pois um estava ausente, razão pela qual o código Alunoo4 não consta nos resultados. No período, a turma trabalhava a adição e iniciava a introdução à dezena. A atividade ocorreu no horário regular de aula, com acompanhamento do professor da turma, e foi conduzida pelo pesquisador, que também atuou como observador.

3.3 Desenvolvimento da aplicação

O desenvolvimento seguiu quatro etapas: (1) definição dos requisitos pedagógicos e funcionais a partir da revisão bibliográfica; (2) construção do jogo 3D em Unity, com C#, incluindo cenários, mecânica de corrida automática, geração aleatória das operações e feedback visual; (3) desenvolvimento da plataforma web em React e da API REST em ASP.NET Core, com banco de dados SQL Server, para cadastro, autenticação e painel docente; e (4) integração, com o jogo exportado para WebGL e executado no navegador, enviando à API os dados de cada questão. Para o estudo, a versão foi ajustada ao 1º ano, com restrição à adição, parcelas de 1 a 5 e figuras ao lado de cada parcela. Os detalhes são apresentados na Seção 4.

3.4 Procedimentos de avaliação e observação direta

A sessão teve três momentos. No pré-teste, cada estudante resolveu individualmente, em papel, dez operações de adição, sem auxílio e sem limite de tempo. Em seguida, utilizou o jogo na fase de adição até completar dez questões, com quatro alternativas cada; cada resposta registrada pela plataforma, correta ou incorreta, foi contabilizada como uma questão, inclusive as novas operações apresentadas após um erro. Por fim, resolveu o pós-teste, com as mesmas

operações do pré-teste e as parcelas invertidas (por exemplo, $3 + 2$ e $2 + 3$), o que mantém a dificuldade equivalente e evita a repetição literal. Os testes foram corrigidos com um ponto por acerto, de zero a dez.

Durante o jogo, o pesquisador registrou, para cada questão, se houve contagem nos dedos (uso visível dos dedos antes de responder) e apoio do aplicador (intervenção verbal ou gestual durante a resolução); respostas sem contagem foram consideradas espontâneas. Observou-se também se cada participante fazia login, iniciava o jogo e selecionava as alternativas sem ajuda para operar a interface. O tempo de resposta foi registrado automaticamente pelo jogo, da exibição da pergunta à seleção da alternativa.

3.5 Tratamento e análise dos dados

A viabilidade foi analisada por três indicadores: funcionamento técnico (autenticação, execução no navegador e registro dos dados no painel), uso autônomo da interface e geração de informações individualizadas para o professor. Os dados de desempenho foram tratados de forma descritiva, sem testes inferenciais, dado o número de participantes. Nos testes, calcularam-se a pontuação individual, a média do grupo e a variação (pós-teste menos pré-teste). No jogo, a partir dos registros da plataforma (valores da operação, acerto ou erro e tempo), o percentual de acertos foi obtido pela razão entre respostas corretas e questões respondidas, multiplicada por 100, por participante e para o grupo; o tempo médio, pela média dos tempos registrados; e o percentual de respostas diretas, pela proporção de acertos sem contagem nos dedos.

9

Os dados do jogo e da observação foram comparados com os testes escritos para agrupar os participantes em três perfis: resolução direta (acerto integral sem contagem), acerto apoiado em contagem (acerto integral com ao menos uma contagem) e ausência de domínio autônomo (menos de 50% de acertos e apoio do aplicador), interpretados com base em Baroody AJ (2006). O tempo foi usado apenas como indicador complementar, pois inclui a leitura da operação e das alternativas.

3.6 Aspectos éticos

O estudo foi autorizado por escrito pela direção da escola, e os responsáveis legais assinaram termo de consentimento antes da sessão, obtido por intermédio da coordenação. As tarefas eram semelhantes a exercícios escolares comuns, sem riscos além dos habituais em sala de aula. Para proteção dos participantes, todos menores de idade, os estudantes foram

cadastrados apenas por códigos (Aluno01 a Aluno07), sem nomes, e a escola não é identificada; os dados foram utilizados exclusivamente para esta pesquisa.

4 DESENVOLVIMENTO

Esta seção descreve o desenvolvimento da solução proposta. São apresentados a proposta geral do jogo educacional MateMagia, sua arquitetura técnica, a mecânica principal, a tela inicial, as fases e os cenários, o sistema de perguntas e feedback e, por fim, a estrutura e as funcionalidades da plataforma web de acompanhamento docente.

4.1 Proposta geral do jogo educacional

O "MateMagia" é um jogo educacional gamificado que apoia a prática das operações de adição, subtração, multiplicação e divisão por meio de desafios interativos. Foi desenvolvido no motor gráfico Unity, com a linguagem C#, que permite criar ambientes tridimensionais e mecânicas interativas; a escolha pelo 3D busca tornar a experiência mais imersiva, aproximando o conteúdo matemático dos jogos digitais.

O jogo é integrado a uma aplicação web, com a finalidade de disponibilizar o acesso ao ambiente educacional e permitir o acompanhamento pedagógico por parte do professor. A aplicação registra o desempenho dos alunos possibilitando ao professor um acompanhamento individualizado, com base nos erros e acertos.

10

4.2 Arquitetura técnica

O jogo foi desenvolvido como um sistema integrado por três componentes principais, jogo 3D, plataforma web em React e API com banco de dados. Essa arquitetura permite separar as atividades do sistema e organizar as informações entre suas diferentes partes.

O jogo 3D reúne as funcionalidades de interação do aluno, como movimentação, progressão das fases, desafios matemáticos e registro de resultados. A plataforma web possibilita ao professor acompanhar o desempenho dos alunos e as atividades realizadas no jogo.

A comunicação é realizada por meio de uma API REST, desenvolvida em ASP.NET Core, e os dados das partidas, como usuário, tentativas, respostas e tempo de resolução, são armazenados em banco de dados SQL Server. O jogo, exportado para WebGL, é executado no navegador a partir da plataforma e envia esses dados à API, que os disponibiliza no painel docente. A separação entre aplicação, comunicação e armazenamento facilita a manutenção e futuras expansões.

4.3 Mecânica principal do jogo

O jogo adota mecânica de corrida automática ("auto-run"): o personagem avança sozinho pelo cenário, e a atenção do aluno se volta aos desafios matemáticos. Cada fase possui cinco inimigos; ao se aproximar de um deles, o jogo apresenta uma operação relacionada à fase em andamento. Se a resposta estiver correta, o personagem segue até o próximo inimigo; se estiver incorreta, o aluno perde uma das três vidas da fase e recebe nova oportunidade de cálculo. Ao perder as três vidas, retorna ao início da fase.

4.4 Tela inicial do jogo

A tela inicial apresenta a identidade visual do jogo e quatro opções: "Modo História", "Fases", "Sobre" e "Sair" (Figura 1a). O "Modo História" conduz o aluno por todas as fases de forma progressiva, da adição à subtração, à divisão e, por fim, à multiplicação, cada uma com cenário próprio, reforçando a ideia de jornada gamificada.

Figura 1 – Telas do jogo MateMagia: (a) tela inicial; (b) seleção de fases; (c) desafio matemático



Fonte: GONÇALVES CAP, et al., 2026.

A opção "Fases" permite escolher diretamente a operação a ser praticada, sem seguir a sequência do Modo História; "Sobre" apresenta a proposta educacional do projeto, e "Sair" encerra a aplicação.

4.5 Fases e cenários do jogo

As fases foram desenvolvidas com cenários distintos, cada um associado a uma operação: floresta (adição), deserto (subtração), templo (divisão) e espaço (multiplicação) (Figura 1b). A identidade visual de cada ambiente permite ao estudante identificar a operação trabalhada, evita que a experiência se torne repetitiva e reforça a sensação de progressão ao longo do Modo História.

4.6 Sistema de perguntas e feedback

Quando o personagem se aproxima de um inimigo, a corrida é interrompida e uma operação da fase em andamento é exibida na parte superior da tela, com quatro alternativas de resposta (Figura 1c). Os números são gerados aleatoriamente, de modo que as perguntas não seguem sequência fixa e o aluno encontra novos desafios a cada tentativa. Na versão utilizada no estudo, voltada ao 1º ano, as operações foram restritas à adição, com parcelas de 1 a 5, cada uma acompanhada de figuras em quantidade correspondente (em " $5 + 2$ ", por exemplo, cinco figuras ao lado do 5 e duas ao lado do 2), relacionando o símbolo numérico à quantidade que representa.

12

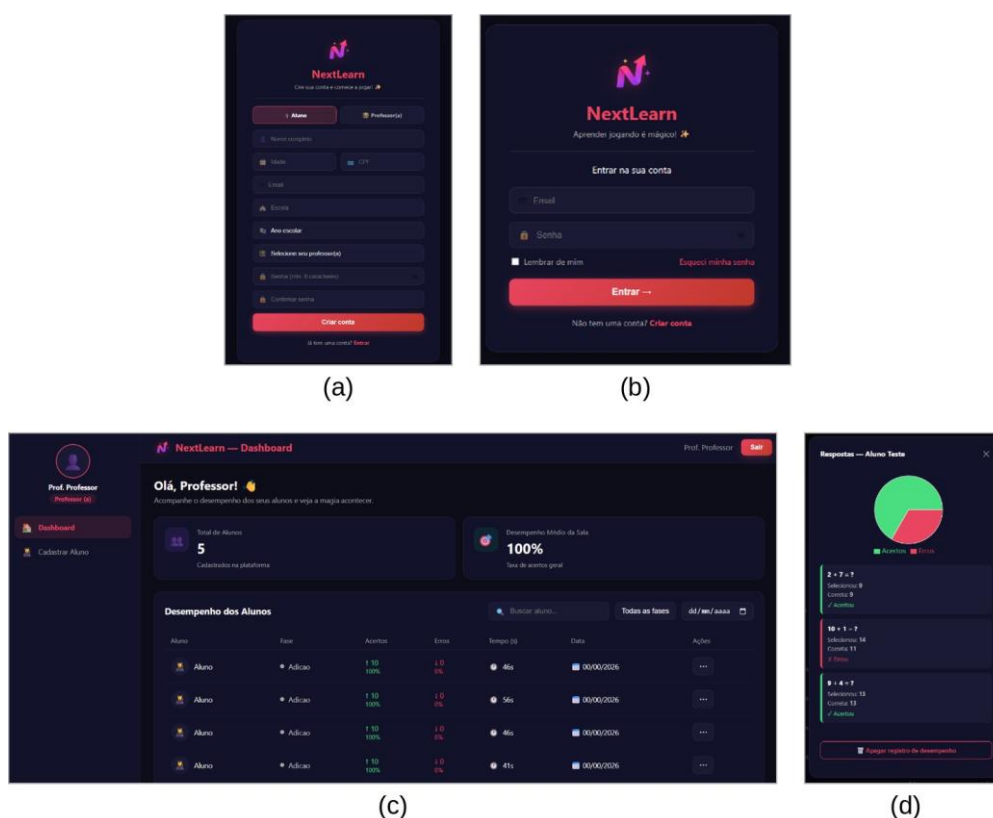
Após a escolha de uma alternativa, o sistema verifica a resposta e apresenta um feedback visual ao aluno. Quando a resposta está correta, uma animação verde de acerto é exibida e o personagem continua correndo pelo cenário, em caso de erro, uma animação vermelha indica que a resposta estava incorreta, uma vida é perdida e uma nova operação com valores diferentes é exibida para uma nova tentativa.

4.7 Estrutura e funcionalidades da plataforma web

Na plataforma web, alunos e professores realizam cadastro, e o aluno seleciona o professor responsável por sua turma, o que vincula seus dados à conta desse professor (Figura 2a). Após o login com e-mail e senha (Figura 2b), o aluno acessa o jogo, que envia à API os acertos, erros, tempos de resolução e valores das operações; a API valida e armazena esses dados, que são então exibidos ao professor.

O dashboard apresenta ao professor uma visão geral da turma, com total de alunos e desempenho médio (Figura 2c), e, ao selecionar um aluno, uma análise detalhada com histórico de desafios, taxa de acerto e erros em gráfico (Figura 2d).

Figura 2 – Telas da plataforma web: (a) cadastro do aluno; (b) login; (c) dashboard com visão geral da turma; (d) análise detalhada de desempenho do aluno



Fonte: GONÇALVES CAP, et al., 2026.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção apresenta os resultados do estudo de viabilidade, obtidos conforme a Seção 3: o funcionamento da solução em ambiente escolar, o desempenho dos participantes e a discussão dos resultados e de suas limitações.

5.1 Funcionamento da aplicação em ambiente escolar

Os seis participantes realizaram autenticação individual e executaram o jogo diretamente pelo navegador. Os dados das partidas tornaram-se imediatamente disponíveis no painel docente. Verificou-se ainda que os participantes, com idade correspondente ao 1º ano, utilizaram a interface de forma autônoma após breve orientação inicial. O apoio registrado para o Aluno07 referiu-se à resolução das operações, e não ao uso da interface.

5.2 Desempenho dos participantes

A média dos participantes passou de 9,2 para 10,0 acertos, com a variação concentrada nos dois alunos que ainda não tinham atingido a nota máxima. Os outros quatro já haviam atingido a pontuação máxima no pré-teste. Dado o número reduzido de participantes, os valores são descritivos (Tabela 1).

Tabela 1 – Desempenho nos testes escritos (n = 6)

Participante	Pré-teste	Pós-teste	Variação
Alunoo01	10	10	0
Alunoo02	10	10	0
Alunoo03	10	10	0
Alunoo05	9	10	+1
Alunoo06	10	10	0
Alunoo07	6	10	+4
Média	9,2	10,0	+0,8

Fonte: GONÇALVES CAP, et al., 2026.

O desempenho geral no jogo foi de 53 acertos em 60 questões, correspondendo a 88,3% ($53 \div 60 \times 100$). Os sete erros registrados foram todos do Alunoo07, que apresentou dificuldade persistente na resolução das operações e recebeu apoio do aplicador durante a sessão. Em cinco das 53 respostas corretas houve contagem nos dedos, estratégia registrada nos Alunos 02, 05 e 06; descontadas essas ocorrências, 48 das 60 questões, ou 80%, foram respondidas de forma direta, isto é, corretamente e sem contagem (Tabela 2).

Tabela 2 – Desempenho durante o uso do jogo (n = 6)

Participante	Acertos	Acertos por contagem	Desempenho	Tempo médio (s)
Alunoo01	10/10	0	100%	42
Alunoo02	10/10	2	100%	46
Alunoo03	10/10	0	100%	39
Alunoo05	10/10	1	100%	46
Alunoo06	10/10	2	100%	41
Alunoo07	3/10	0	30%	56
Geral	53/60	5	88,3%	45

Fonte: GONÇALVES CAP, et al., 2026.

O tempo médio de resposta foi de 45 segundos por questão, variando de 39 a 56 segundos. Esses valores sugerem resolução por cálculo ou contagem, e não por recuperação imediata na memória, mas, por incluírem a leitura das alternativas e a seleção da resposta, foram tratados apenas como indicador complementar.

5.3 Discussão e limitações

Os resultados sustentam a viabilidade da solução em condições reais de uso, tanto do ponto de vista técnico quanto da adequação da interface à faixa etária a que se destina. Esses resultados referem-se à usabilidade e à viabilidade da ferramenta, e não a efeitos sobre a aprendizagem, que o estudo não foi delineado para medir.

Os testes escritos apresentaram forte efeito de teto, porque as operações foram ajustadas ao nível esperado para o 1º ano. Todos os participantes, inclusive o Aluno07, atingiram a pontuação máxima no pós-teste. A coleta realizada durante o uso do jogo forneceu informação que esses instrumentos não capturaram: o tempo médio por questão e o registro de contagem nos dedos indicam que a maioria das respostas foi obtida por cálculo, e não pela lembrança automática do resultado das somas. A combinação das fontes permitiu identificar três perfis na turma, resolução direta e rápida, acerto integral ainda apoiado em contagem, e ausência de domínio autônomo (respectivamente, Alunos 01 e 03; Alunos 02, 05 e 06; e Aluno07, segundo os critérios da Seção 3.5), diferenciação útil ao professor e obtida de dados coletados automaticamente. Essa diferenciação é compatível com Baroody AJ (2006), para quem o domínio das combinações numéricas básicas se desenvolve em fases, das estratégias de contagem às estratégias de raciocínio e, por fim, à produção de respostas rápidas e precisas. Testes que registram apenas o acerto não distinguem essas fases, enquanto o tempo de resposta e a estratégia observada permitem identificar em qual dessas fases de desenvolvimento o aluno se encontra.

Os resultados devem ser interpretados considerando o tipo de estudo realizado. Por se tratar de estudo de viabilidade (ORSMOND GI e COHN ES, 2015), com amostra reduzida, sessão única e sem grupo de comparação, não é possível afirmar que o jogo foi responsável pela variação observada entre os testes. Também não se pode descartar efeito de familiarização, já que pré-teste e pós-teste foram aplicados na mesma sessão com itens equivalentes, nem viés causado pela atuação do pesquisador como desenvolvedor, aplicador e único observador. Essas limitações, contudo, não comprometem o objetivo do estudo, uma vez que a solução funcionou

em ambiente escolar, foi utilizada pelas crianças de forma autônoma e gerou dados úteis para o professor.

A avaliação do efeito sobre a aprendizagem é uma etapa que deve ser realizada posteriormente, e os estudos existentes apresentam resultados promissores. Na metanálise de Sailer M e Homner L (2020), que reuniu estudos que comparam o uso da gamificação com outras formas de ensino, a gamificação apresentou efeito positivo e significativo sobre resultados cognitivos de aprendizagem ($g = 0,49$). Esse efeito também foi observado quando foram considerados apenas os estudos com maior rigor metodológico. Esses resultados, junto aos dados de viabilidade apresentados, apoiam a realização de uma pesquisa futura com grupo de comparação, uma amostra maior e várias sessões.

6 CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo desenvolver uma aplicação gamificada para o ensino das operações matemáticas básicas nos anos iniciais do Ensino Fundamental, composta por um jogo educacional 3D em Unity e uma plataforma web de acompanhamento docente, integrados por uma API REST. O objetivo foi alcançado: a solução foi projetada, implementada, integrada e submetida a uso efetivo em ambiente escolar real.

Considerando os indicadores apresentados, os resultados indicam que a aplicação é viável como recurso complementar de prática, usado junto com as atividades do professor, e não como ferramenta independente de ensino, sem que os dados permitam afirmar efeito sobre a aprendizagem. No plano do estudante, a aplicação proporcionou prática das operações em formato interativo, com progressão por fases e feedback imediato, e foi utilizada de forma autônoma por crianças do 1º ano após breve orientação inicial. No plano docente, forneceu ao professor informações individualizadas de desempenho, que não estariam disponíveis em uma atividade equivalente feita em papel.

A principal vantagem da solução, em comparação com propostas focadas apenas no jogo, é oferecer ao professor uma ferramenta que permite essa integração. Além disso, os registros do jogo, em especial a contagem nos dedos e, de forma complementar, o tempo de resposta, revelaram diferenças de fluência que os instrumentos escritos não capturaram. As limitações são o escopo da sessão realizada, restrita à adição, e o alcance da avaliação, limitada a seis participantes, em sessão única e sem grupo de comparação.

A aplicação pode ser incorporada à rotina da turma como atividade de reforço posterior à explicação do professor, e os dados gerados podem ajudar a identificar estudantes que precisam de atenção individualizada.

Como trabalhos futuros, recomenda-se ampliar a plataforma para reunir outros jogos educacionais sob o mesmo cadastro, autenticação e painel de acompanhamento, estendendo a ferramenta a outros conteúdos e faixas etárias; implementar mecanismo que sinalize, no próprio sistema, a ocorrência de mediação adulta durante a resolução; e realizar estudo com grupo de comparação, amostra ampliada, múltiplas sessões e itens de maior dificuldade, para avaliar o efeito da aplicação sobre a aprendizagem.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA CS, et al. Uma análise sobre a estagnação da aprendizagem nos anos iniciais do ensino fundamental no Brasil. *Ensaio Pedagógicos*, 2017; 1(2): 49-58.

BAROODY AJ. Why children have difficulties mastering the basic number combinations and how to help them. *Teaching Children Mathematics*, 2006; 13(1): 22-31.

CEDRO WL, MOURA MO. Uma perspectiva histórico-cultural para o ensino de álgebra: o clube de matemática como espaço de aprendizagem. *Zetetiké – Revista de Educação Matemática*, 2007; 15(1): 37-56.

DALTOÉ T, et al. Uso de tecnologias no ensino de Matemática nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental: um Estado da Arte. *RELACult – Revista Latino-Americana de Estudos em Cultura e Sociedade*, 2019; 5(ed. especial).

DETERDING S, et al. From game design elements to gamefulness: defining "gamification". In: *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments*. New York: ACM, 2011; 9-15.

DWECK CS. *Mindset: a nova psicologia do sucesso*. Tradução de S. Duarte. São Paulo: Objetiva, 2017.

GROS B. Digital Games in Education: The Design of Games-Based Learning Environments. *Journal of Research on Technology in Education*, 2007; 40(1): 23-38.

KAPP KM. *The Gamification of Learning and Instruction: Game-based Methods and Strategies for Training and Education*. San Francisco: Pfeiffer, 2012.

KOEHLER MJ, MISHRA P. Introducing TPCK. In: *Handbook of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK) for Educators*. Nova York: Routledge, 2008; 3-29.

MASSÁRIO MS, et al. Gamificação como prática de ensino. *Research, Society and Development*, 2019; 8(7).

McGONIGAL J. *Reality is Broken: Why Games Make Us Better and How They Can Change the World*. New York: Penguin Press, 2011.

MORÁN JM. Mudando a educação com metodologias ativas. In: SOUZA CA, MORALES OET (Org.). *Convergências midiáticas, educação e cidadania: aproximações jovens*. Ponta Grossa: Foca Foto-PROEX/UEPG, 2015; 15-33.

MOURA MO. A séria busca no jogo: do lúdico na Matemática. In: KISHIMOTO TM (Org.). *Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação*. São Paulo: Cortez, 1994.

NUNES T, BRYANT P. *Children Doing Mathematics*. Oxford: Blackwell Publishers, 1996.

ORSMOND GI, COHN ES. The distinctive features of a feasibility study: objectives and guiding questions. *OTJR: Occupational Therapy Journal of Research*, 2015; 35(3): 169-177.

PIAGET J. *A formação do símbolo na criança*. Rio de Janeiro: Zahar, 1978.

PIAGET J, INHELDER B. *A psicologia da criança*. Tradução de Octavio Mendes Cajado. São Paulo: Difel, 1968.

PIAGET J, SZEMINSKA A. *A gênese do número na criança*. Tradução de Christiano Monteiro Oiticica. 3. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1981.

POLYA G. *A arte de resolver problemas*. Rio de Janeiro: Interciência, 1995.

PRENSKY M. Digital Game-Based Learning. *Computers in Entertainment*, 2003; 1(1): 21.

SAILER M, HOMNER L. The gamification of learning: a meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 2020; 32(1): 77-112.

TODOS PELA EDUCAÇÃO. *Aprendizagem na Educação Básica: situação brasileira no pós-pandemia*. São Paulo: Todos Pela Educação, 2025.

VALENTE JA (Org.). *O computador na sociedade do conhecimento*. Campinas: NIED/UNICAMP, 1999.

VYGOTSKY LS. *A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores*. Tradução de José Cipolla Neto, Luís Silveira Menna Barreto e Solange Castro Afeche. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

ZICHERMANN G, CUNNINGHAM C. *Gamification by Design: Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps*. Sebastopol: O'Reilly Media, 2011.