



Revista AMazônica, LAPESAM/GMPEPPE/UFAM/CNPq
ISSN 1983-3415 (versão impressa) - eISSN 2558 – 1441 (Versão digital)

Vol. 17, número 1, jan-jun, 2024, pág. 105-136

UMA APLICAÇÃO GAMIFICADA PARA APOIO AO ENSINO DA ÁLGEBRA NO 9º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL

A GAMIFIED APPLICATION TO SUPPORT THE TEACHING OF ALGEBRA IN THE NINTH GRADE OF SECONDARY SCHOOL

Thiago Matheus Torres Buarque¹
Maria Guadalupe Dourado Rabello²
Cecília da Fonte Alves³
Francisco Madeiro Bernardino Junior⁴
Universidade Católica de Pernambuco

Resumo

A matemática é uma disciplina em que os estudantes brasileiros demonstram dificuldade, e a gamificação pode ajudar no processo de aprendizagem. Uma aplicação gamificada precisa considerar aspectos de usabilidade para que seu objetivo seja devidamente alcançado. Este trabalho apresenta uma aplicação gamificada para o ensino de matemática no 9º ano do ensino fundamental, considerando aspectos de usabilidade baseados nas heurísticas de Jakob Nielsen e nas características de usabilidade da ISO 25010. A aplicação oferece revisões, desafios e jogos matemáticos interativos, especificamente sobre equações do 1º e 2º grau, visando melhorar o processo de aprendizagem dessa disciplina desafiadora para os estudantes brasileiros. As revisões apresentam atividades de forma interativa, perguntas relacionadas ao tema e *feedback* explicativo, enquanto os desafios têm o propósito de promover o desenvolvimento do pensamento crítico e da resolução autônoma de problemas. A abordagem gamificada busca engajar e motivar os alunos, tornando o aprendizado mais envolvente.

¹ Bacharel em Ciência da Computação (2023). **Instituição:** Universidade Católica de Pernambuco, escola UNICAP ICAM-TECH. **E-mail:** thiago.buarque@gmail.com

² Mestra em Ciências da Linguagem pela UNICAP (2022). **Instituição:** Universidade Católica de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Linguagem. **Email:** maria.2022800109@unicap.br

³ Mestra em Design pela Universidade Federal de Pernambuco (2016). **Instituição:** Universidade Católica de Pernambuco, escola UNICAP ICAM-TECH. **Email:** cecilia.fonte@unicap.br

⁴ Doutor em Engenharia Elétrica pela UFPB (2001). Bolsista de Produtividade em Pesquisa (PQ) do CNPq. **Instituição:** Universidade Católica de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Linguagem. **E-mail:** francisco.madeiro@unicap.br



Revista AMazônica, LAPESAM/GMPEPPE/UFAM/CNPq

ISSN 1983-3415 (versão impressa) - eISSN 2558 – 1441 (Versão digital)

Palavras-chave: Gamificação, usabilidade, matemática, ensino fundamental.

Abstract

Mathematics is a subject in which Brazilian students have difficulty and gamification can help in the learning process. A gamified application needs to consider usability aspects so that its objective is properly achieved. This paper presents a gamified application for teaching mathematics in the ninth grade of secondary school, considering usability aspects based on Jakob Nielsen's heuristics and the usability characteristics of ISO 25010. The application offers reviews, challenges, and interactive mathematical games, specifically on 1st and 2nd-degree equations, with the aim of improving the learning process in this challenging subject for Brazilian students. The reviews feature interactive activities, questions related to the topic, and explanatory feedback, while the challenges aim to promote the development of critical thinking and autonomous problem-solving. The gamified approach seeks to engage and motivate students, making learning more attractive.

Keywords: Gamification, usability, mathematics, secondary school.

Introdução

A matemática é uma disciplina em que os estudantes brasileiros demonstram dificuldade. Os Parâmetros Curriculares Nacionais (Brasil, 1997) mencionam que o ensino da matemática pode provocar duas sensações contraditórias, tanto por parte de quem ensina, como por parte de quem aprende: Para o professor, a certeza de que se trata de uma área cujo conhecimento é importante; para o aluno, a insatisfação diante dos resultados negativos obtidos com muita frequência em relação à sua aprendizagem. Esse documento destaca que a matemática desempenha um importante papel, permitindo resolver problemas da vida cotidiana, tendo aplicações no mundo do trabalho e funcionando como instrumento essencial para a construção dos conhecimentos em outras áreas curriculares.

Os resultados da Prova Pisa 2018⁵ evidenciam esse problema ao comparar o Brasil com o cenário internacional. A prova foi aplicada em 79 países e os estudantes brasileiros com idade de 15 anos obtiveram média de 384 pontos, 108 pontos abaixo da média geral, o que deixou o Brasil na 71ª posição.

⁵ <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/avaliacao-e-exames-educacionais/pisa/resultados>.



Revista AMazônica, LAPESAM/GMPEPPE/UFAM/CNPq

ISSN 1983-3415 (versão impressa) - eISSN 2558 – 1441 (Versão digital)

No cenário Pernambucano, o Sistema de Avaliação Educacional de Pernambuco (SAEPE) realiza provas anuais para avaliar o desempenho dos estudantes das redes municipais e estaduais de ensino. De acordo com os resultados das últimas três edições (2018, 2019 e 2021), os estudantes do 9º ano do ensino fundamental possuem um baixo desempenho na disciplina de matemática (considerando a rede estadual de ensino), obtendo proficiências médias respectivas de 247, 243 e 243, em relação a uma escala de proficiência máxima de 500 pontos. O baixo desempenho dos estudantes pernambucanos reflete o cenário nacional⁶.

Como um dos conteúdos mais importantes para a matemática, a álgebra desempenha um papel fundamental no dia a dia, até mesmo para pessoas que realizam suas atividades profissionais ou acadêmicas em contextos não relacionados à matemática. A Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018) expõe que a álgebra tem como finalidade o desenvolvimento do pensamento algébrico, que é essencial para utilizar modelos matemáticos na compreensão, representação e análise das relações quantitativas de grandezas, com o uso de letras e outros símbolos. Öztürk (2021) menciona que o pensamento algébrico é um tipo de raciocínio definido como o coração da matemática, que faz uso de símbolos algébricos para entender as situações matemáticas.

A Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018) destaca, ainda, que, nos anos finais do ensino fundamental, os estudos da álgebra retomam, aprofundam e ampliam o que foi trabalhado nos anos iniciais desse mesmo nível de ensino. Dessa forma, os conceitos da álgebra apresentados durante o ensino fundamental são essenciais para o aprendizado dos conteúdos do ensino médio, que, por sua vez, são necessários na realização do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), porta de entrada para faculdades e universidades de muitos estudantes brasileiros. Entretanto, no ano final do ensino fundamental (9º ano), os estudantes ainda demonstram dificuldades no aprendizado da álgebra. Como

⁶ Os resultados do SAEPE 2021 estão disponíveis no *website*: <https://avaliacaoemonitoramentopernambuco.caeddigital.net>.



Revista AMazônica, LAPESAM/GMPEPPE/UFAM/CNPq

ISSN 1983-3415 (versão impressa) - eISSN 2558 – 1441 (Versão digital)

mostram os resultados do SAEPE 2021, os estudantes do 9º ano do ensino fundamental alcançaram baixo desempenho nos descritores (D) relacionados à álgebra⁷, obtendo as seguintes porcentagens de acerto: No D29, que corresponde a identificar uma equação ou inequação do 1º grau que expressa um problema, o percentual foi de 30%; para o D30, referente a resolver um problema que envolva equação do 1º grau, a porcentagem foi de 33%; quanto ao D31, concernente a identificar a equação do 2º grau que expressa um problema, alcançou-se 35%; no D32, correspondente a resolver um problema que envolva equação do 2º grau, o desempenho foi de 30%; em se tratando do D33, referente a identificar a expressão algébrica que expressa uma regularidade observada em sequências de números ou figuras (padrões), o percentual foi de 30%, e para o D34, concernente a identificar um sistema de equações do 1º grau que expressa um problema, obteve-se 45%.

Dessa forma, de acordo com os resultados dos descritores supracitados, percebe-se claramente que os estudantes, além de sentirem dificuldades na álgebra, sentem dificuldades também em aplicá-la aos problemas. Giusti e Groenwald (2021) mencionam que a resolução de problemas é uma das tendências para a Educação Matemática que auxiliam no desenvolvimento do pensamento algébrico, permitindo evidenciar as aplicações e dar sentido para a aprendizagem dos alunos. No entanto, o conhecimento da álgebra pode permitir que o aluno obtenha um êxito maior na resolução dos problemas. Chan et al. (2022) apontam que os estudantes com maior conhecimento algébrico foram mais eficientes na resolução de problemas que envolvem as variáveis do que os estudantes que não possuem conhecimento nesse campo.

Uma estratégia que já se demonstrou eficiente como ferramenta de apoio no cenário educacional é a gamificação (Bai et al., 2020; Jagušt et al., 2018; Manzano-León et al., 2021), que envolve a utilização de elementos derivados de jogos em situações do mundo real para prática ou aprendizado. Elementos como

⁷ Para mais informações sobre os descritores acesse o website:
https://avaliacaoemontoramentopernambuco.caeddigital.net/resources/arquivos/matrizes/MT/EF_9.pdf.



Revista AMazônica, LAPESAM/GMPEPPE/UFAM/CNPq

ISSN 1983-3415 (versão impressa) - eISSN 2558 – 1441 (Versão digital)

distintivos/medalhas e placar de líderes podem motivar os estudantes a se engajarem na realização das atividades escolares (Bai et al., 2020; Krath et al., 2021; Magylaitê et al., 2022; Manzano-León et al., 2021).

Quando a gamificação é aplicada a um *software*, o engajamento dos usuários com a aplicação é um dos fatores chaves para o sucesso da abordagem gamificada. Dessa maneira, a usabilidade, que determina como um usuário pode usar o sistema para alcançar determinados objetivos (Magylaitê et al., 2022), deve ser devidamente aplicada para que influencie positivamente no engajamento dos usuários. Elementos de usabilidade podem ser aplicados considerando as heurísticas de usabilidade propostas por Jakob Nielsen e as características de usabilidade descritas na ISO-25010, amplamente utilizadas durante a concepção da interface do usuário do *software* (Magylaitê et al., 2022).

Tendo em vista a eficácia da utilização de estratégias de gamificação em aplicações para a área de educação (Alt, 2023; Brezovszky et al., 2019; Jagušť et al., 2018; Lo & Hew, 2018; Yabut et al., 2019) e a usabilidade como um dos fatores chave para o engajamento dos estudantes, este trabalho aplica as heurísticas de usabilidade de Nielsen e as características de usabilidade da ISO-25010 na concepção da interface de usuário de uma aplicação web gamificada. O sistema tem como objetivo apresentar conceitos, exercícios, desafios e jogos da álgebra do 9º ano do ensino fundamental, especificamente equações do 1º e 2º graus, visando aumentar o interesse e a motivação dos estudantes.

Trabalhos relacionados

Brezovszky et al. (2019) realizaram um estudo para avaliar o efeito de um ambiente de aprendizado baseado em jogo como ferramenta de apoio no contexto da aritmética e pré-álgebra para estudantes do ensino fundamental. Participaram do estudo estudantes do quarto, quinto e sexto anos (total de 1168). Os estudantes foram divididos em dois grupos: um grupo permaneceu com as aulas tradicionais enquanto o grupo experimental teve seu ensino matemático agregado com o Jogo de Navegação de Números (JNN). Um teste foi aplicado



Revista AMazônica, LAPESAM/GMPEPPE/UFAM/CNPq

ISSN 1983-3415 (versão impressa) - eISSN 2558 – 1441 (Versão digital)

antes e depois da abordagem proposta. De maneira geral, os resultados mostraram que o grupo experimental apresentou domínio em aritmética superior ao apresentado pelo grupo tradicional.

Ortiz et al. (2022) analisaram a utilização de um jogo para motivar o aprendizado matemático de estudantes do ensino médio do Peru. Eles propuseram uma aplicação *mobile* chamada *Mathyfight* e a avaliaram por meio de questionários apresentados aos estudantes participantes. Como técnicas de gamificação, eles utilizaram avatares, indicadores de progresso, recompensas virtuais e níveis para o jogador. Apesar de não ser o foco do estudo, a aplicação desenvolvida apresenta uma interface de usuário minimalista (isto é, apresentando apenas o conteúdo necessário a cada tela), mas carece de ajuda ao estudante com relação às atividades apresentadas. Os resultados mostraram impacto positivo na motivação devido à utilização das técnicas de gamificação escolhidas.

Lo e Hew (2018) realizaram uma comparação entre o aprendizado invertido (*Flipped Learning*) com a gamificação, o aprendizado tradicional e o estudo independente *online* para os alunos do 9º ano do ensino fundamental. As teorias utilizadas no aprendizado invertido com gamificação foram os princípios da instrução e a teoria da autodeterminação. O estudo teve a duração de um ano letivo. Os testes indicaram que os estudantes que participaram do aprendizado invertido com gamificação tiveram um desempenho significativamente melhor em comparação com os estudantes no aprendizado tradicional e no estudo *online* independente.

Yabut et al. (2019) desenvolveram uma aplicação complementar ao estudo da matemática dos estudantes do terceiro ano nas Filipinas. Eles usaram aspectos da ISO 9126 em um questionário apresentado aos professores para avaliar a funcionalidade, a confiabilidade e a usabilidade do sistema. Apesar da conclusão positiva pelos autores com relação à usabilidade da aplicação, diversos aspectos não foram considerados, dentre eles: a estética; a consistência, a padronização dos elementos na interface; a acessibilidade e o minimalismo.



Revista AMazônica, LAPESAM/GMPEPPE/UFAM/CNPq

ISSN 1983-3415 (versão impressa) - eISSN 2558 – 1441 (Versão digital)

Alt (2023) investigou como utilizar elementos de *design* de jogos para aumentar a motivação dos estudantes em atividades de aprendizagem de matemática. Foram avaliadas quatro condições: gamificação digital baseada em problemas; gamificação digital não baseada em problemas; aprendizagem baseada em jogos presenciais com atividade baseada em problemas; e aprendizagem baseada em jogos presenciais com atividade não baseada em problemas. Os resultados indicaram que a gamificação baseada em problemas teve maior eficácia em melhorar a experiência de jogo e a motivação dos estudantes. Já a aprendizagem presencial com atividade não baseada em problemas obteve menor eficácia.

Jagušt et al. (2018) examinaram três abordagens diferentes de aprendizagem gamificadas, competitivas, colaborativas e adaptativas em aulas de matemática do ensino fundamental com auxílio de aplicativos para dispositivos móveis. Os resultados mostraram que as atividades gamificadas contribuíram para o aumento do desempenho dos alunos na matemática. A condição gamificada que combinava competição, narrativa e adaptabilidade apresentou os níveis de desempenho mais altos. A combinação equilibrada de elementos de jogos foi determinante para o sucesso da gamificação. Em suma, este estudo demonstrou que a gamificação pode melhorar o desempenho dos alunos na matemática, desde que os elementos de jogos sejam utilizados de forma equilibrada e integrados adequadamente às atividades de aprendizagem.

Em contraste com uma aplicação com elementos de usabilidade devidamente aplicados, Singh e Pathania (2022) desenvolveram um aplicativo Android para apoiar no aprendizado de frações, mas sem considerar os aspectos de usabilidade. Por exemplo, os autores optaram por utilizar um controle deslizante numérico (um elemento visual em que o usuário deve clicar e arrastar um botão, geralmente circular, para a direita ou esquerda, a fim de alterar um determinado valor) em vez de uma caixa de texto, permitindo que o usuário ajuste o valor do numerador e denominador. Tal negligência com usabilidade



Revista AMazônica, LAPESAM/GMPEPPE/UFAM/CNPq

ISSN 1983-3415 (versão impressa) - eISSN 2558 – 1441 (Versão digital)

pode comprometer a compreensão do tópico abordado para ensino, assim como dificultar o aprendizado da própria aplicação.

Tendo em vista a necessidade do estabelecimento de um conjunto de orientações para a aplicação de aspectos de usabilidade em aplicações gamificadas, Magylaité et al. (2022) realizaram uma revisão sistemática da literatura e encontraram 30 orientações de usabilidade, experiência do usuário e *design* centrado no ser humano para sistemas gamificados. Essas orientações foram mapeadas em relação às heurísticas de Nielsen e às características de usabilidade da ISO 25010. Os resultados mostraram que a maioria das recomendações está relacionada à capacidade de aprendizado, e que o domínio da aplicação é relevante na escolha das técnicas de gamificação a serem utilizadas.

Gamificação

O termo gamificação foi mencionado pela primeira vez em 2003 pelo desenvolvedor de jogos Nick Pelling (Jagušt et al., 2018). Uma definição amplamente conhecida de gamificação é "o uso de elementos de *design* de jogos em contextos não relacionados a jogos" (Bai et al., 2020; Jagušt et al., 2018; Krath et al., 2021; Sailer et al., 2017). A ideia é utilizar experiências positivas dos jogos para além do entretenimento. Existem várias fundamentações teóricas (Krath et al., 2021) que são utilizadas em intervenções gamificadas e que explicam como a gamificação pode alcançar os efeitos motivacionais, afetivos, comportamentais e de aprendizagem desejados. Dentre as várias fundamentações teóricas, existem algumas prevalentes nas abordagens gamificadas. Os elementos de jogos exemplificados nas fundamentações teóricas a seguir são apresentados no contexto de uma aplicação gamificada.

1. Teoria da autodeterminação

A teoria da autodeterminação (Ryan & Deci, 2000) é a mais utilizada em abordagens gamificadas (Krath et al., 2021; Sailer et al., 2017; Zainuddin et al., 2020). Ela descreve a motivação humana em termos



Revista AMazônica, LAPESAM/GMPEPPE/UFAM/CNPq

ISSN 1983-3415 (versão impressa) - eISSN 2558 – 1441 (Versão digital)

de quantidade e qualidade, distinguindo entre motivação extrínseca e intrínseca. De acordo com essa teoria, três necessidades psicológicas básicas são a base da motivação humana: a competência, a autonomia e o relacionamento;

A possibilidade de escolher que atividade e em que dificuldade o indivíduo deseja realizá-la pode alimentar o sentimento de autonomia. A sensação de autonomia pode aumentar o engajamento da pessoa com a aplicação gamificada. A sensação de competência pode ser alimentada através do sentimento de progresso e do *feedback* recebido com relação às atividades realizadas. O sentimento de progresso pode surgir por meio de indicadores como barra de progresso e níveis. O *feedback* pode ser fornecido através de pontos ou medalhas. A necessidade de relacionamento com outras pessoas pode ser satisfeita a partir da competição ou colaboração entre os envolvidos nas atividades (Bai et al., 2020);

2. Teoria do fluxo

A teoria do fluxo descreve a experiência de estar totalmente focado em uma atividade (Krath et al., 2021). Em um contexto gamificado, práticas como a demonstração clara dos objetivos, o *feedback* imediato sobre o desempenho e progresso podem ajudar a criar a experiência de imersão na atividade. O uso de diferentes níveis de dificuldade, que permite aos usuários escolher o nível desejado, também ajuda a promover o fluxo (Bai et al., 2020);

3. Teoria do reforço

A teoria do reforço trata o comportamento como um sujeito observável, além dos processos psicológicos internos (Moore, 2011). Ela se concentra nos estímulos apresentados e distingue entre reforço e punição: o reforço positivo envolve a apresentação ou acréscimo de estímulos positivos enquanto o reforço negativo envolve a remoção de estímulos aversivos. Por outro lado, a punição positiva envolve a



Revista AMazônica, LAPESAM/GMPEPPE/UFAM/CNPq

ISSN 1983-3415 (versão impressa) - eISSN 2558 – 1441 (Versão digital)

aplicação de estímulos aversivos, e a punição negativa envolve a remoção de estímulos positivos (Krath et al., 2021).

Do ponto de vista da autodeterminação, as punições podem não ser eficientes como um reforço (Ryan & Deci, 2020). Elementos como troféus, medalhas ou símbolos de status seriam mais eficientes;

4. Teoria do estabelecimento de metas

A base dessa teoria originou-se da observação de que metas moderadamente complexas produzem um nível de desempenho maior do que metas fáceis, e que metas complexas e específicas produzem um nível de desempenho maior do que metas difíceis e ambíguas (Bai et al., 2020; Krath et al., 2021). A relação entre objetivos e desempenho ocorre por meio de três mecanismos motivacionais do comportamento (direção, esforço e persistência) e da influência da relevância das tarefas. Além disso, existem sete moderadores que influenciam essa relação: comprometimento com os objetivos, *feedback*, complexidade da tarefa, restrições situacionais, personalidade, afeto e capacidade (Krath et al., 2021);

5. Teoria da autoeficácia

A teoria da autoeficácia refere-se à convicção de uma pessoa de que ela pode executar com sucesso o comportamento necessário para alcançar os resultados (Bai et al., 2020). A percepção de autoeficácia tem uma influência direta na escolha das atividades das pessoas. Ela determina quanto esforço as pessoas gastarão e quanto tempo elas irão persistir se ocorrerem obstáculos, razão pela qual a autoeficácia é altamente relevante para a motivação (Krath et al., 2021). A autoeficácia percebida pode ser influenciada por quatro fontes: as próprias realizações de desempenho, a experiência vicária (ver os outros desempenharem bem), a persuasão verbal e a excitação emocional (Krath et al., 2021).



Usabilidade

Assim como qualquer outro sistema, aplicações gamificadas necessitam da implementação de conceitos de Interface de Usuário (*User Interface*, UI) e Experiência do Usuário (*User Experience*, UX) para serem efetivas. A usabilidade, fator crucial da UX, é um atributo de qualidade de *software* que dita como um usuário, em um contexto específico, pode usar o sistema para alcançar objetivos específicos de forma eficiente e efetiva (Magylaité et al., 2022). Nesse sentido, a usabilidade torna-se um fator-chave para o sucesso da aplicação gamificada, pois, se não for implementada adequadamente, o usuário pode perder o interesse na aplicação ou usá-la de maneira inapropriada, mesmo que outros aspectos, como funcionalidade, segurança e desempenho, estejam devidamente implementados (Jordan, 2020).

A ISO 25010⁸ descreve aspectos gerais de qualidade de *software*, dentre eles a usabilidade, que apresenta seis características:

1. **Reconhecimento de adequação:** descreve aspectos sobre a capacidade de um usuário reconhecer que o sistema atende suas necessidades;
2. **Capacidade de aprendizado:** trata da facilidade de o usuário aprender a utilizar o sistema;
3. **Operabilidade:** está relacionada à eficiência e eficácia com que os usuários podem realizar tarefas específicas e alcançar seus objetivos dentro do sistema;
4. **Proteção de erro do usuário:** trata da capacidade de o sistema proteger o usuário de erros;
5. **Acessibilidade:** descreve a capacidade de o sistema ser utilizado por qualquer pessoa;
6. **Estética da interface de usuário:** descreve aspectos da interface do sistema.

⁸ <https://www.iso.org/standard/35733.html>.



Revista AMazônica, LAPESAM/GMPEPPE/UFAM/CNPq

ISSN 1983-3415 (versão impressa) - eISSN 2558 – 1441 (Versão digital)

As heurísticas de Nielsen⁹ são as mais gerais no campo da usabilidade (Magylaitè et al., 2022). Nielsen engloba os aspectos da usabilidade em dez heurísticas:

1. **Visibilidade do status do sistema:** o sistema deve fornecer ao usuário informações pertinentes sobre o que está ocorrendo, por meio de um *feedback* adequado, dentro de um intervalo de tempo considerado razoável;
2. **Correspondência entre o sistema e o mundo real:** o *design* deve conter elementos familiares ao usuário e seguir as convenções do mundo real;
3. **Controle e liberdade do usuário:** o *design* deve fornecer uma saída de emergência das consequências de uma ação indesejada feita pelo usuário sem a necessidade de passar por um longo processo;
4. **Consistência e padrões:** o *design* do sistema deve seguir as convenções da plataforma e da indústria;
5. **Prevenção de erros:** o *design* deve eliminar condições propensas a erros ou apresentar ao usuário uma mensagem de confirmação antes de a ação ser realizada;
6. **Reconhecimento em vez de recordação:** as informações necessárias para uso (isto é, campos, botões etc.) devem estar visíveis ou facilmente alcançáveis quando necessárias;
7. **Flexibilidade e eficiência de uso:** usuários avançados possuem necessidades diferentes dos usuários comuns, cabe ao *design* do sistema fornecer opções para cada um deles (exemplo: atalhos do teclado);
8. **Design estético e minimalista:** a interface do sistema não deve conter informações irrelevantes ou raramente utilizadas;

⁹ <https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics>

9. **Ajudar os usuários a reconhecer, diagnosticar e recuperar-se de**

erros: as mensagens de erros devem ser apresentadas de maneira a indicar o problema e sugerir uma solução;

10. **Ajuda e documentação:** se necessário, o sistema deve fornecer documentação para ajudar os usuários a concluírem suas tarefas.

De maneira geral, as características de usabilidade da ISO 25010 e as heurísticas de Jakob Nielsen descrevem o necessário para a implementação dos aspectos de usabilidade de um *software* (Magylaité et al., 2022).

Metodologia

A Figura 1 apresenta o diagrama de blocos da metodologia seguida para idealização e desenvolvimento da aplicação gamificada.

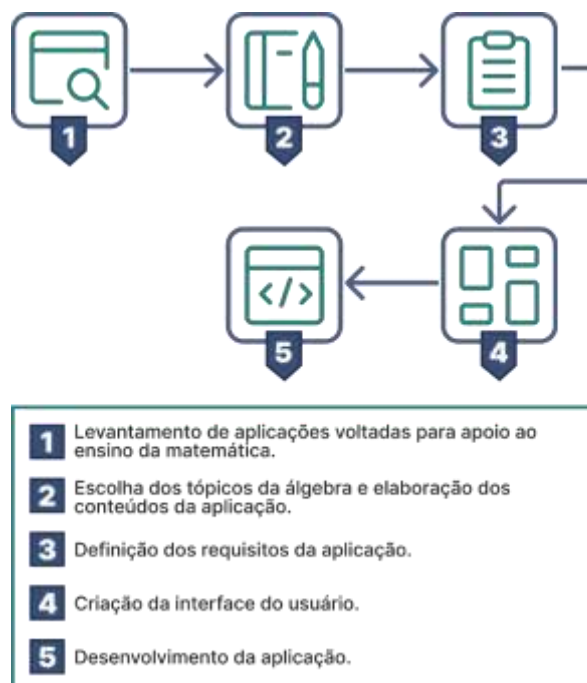


Figura 1: Diagrama de blocos da metodologia.

1. Foi conduzida uma pesquisa em lojas de aplicativos (Google Play e App Store) e blogs educacionais com o intuito de identificar aplicações voltadas para o ensino da matemática. O objetivo dessa



Revista AMazônica, LAPESAM/GMPEPPE/UFAM/CNPq

ISSN 1983-3415 (versão impressa) - eISSN 2558 – 1441 (Versão digital)

- busca foi estabelecer uma base de requisitos comuns com base em funcionalidades já conhecidas pelos estudantes que são usuários de plataformas de ensino matemático, permitindo, assim, criar uma familiaridade inicial com a aplicação a ser desenvolvida;
2. A partir dos descritores relacionados à álgebra da prova do SAEPE, os tópicos de equações do 1º e 2º grau foram escolhidos como base para as lições e jogos apresentados na aplicação;
 3. A partir do conhecimento de outras aplicações voltadas para o ensino da matemática e dos tópicos algébricos escolhidos na etapa 2, os requisitos de *software* foram definidos e documentados para serem tomados como base na concepção da interface da aplicação e no seu desenvolvimento. Nessa etapa, também foram escolhidas as técnicas de gamificação a serem utilizadas na aplicação;
 4. A interface da aplicação foi conceitualizada utilizando a ferramenta de *design* de interfaces Figma¹⁰, levando em consideração as heurísticas de Nielsen e as características de usabilidade da ISO 25010;
 5. A aplicação web foi desenvolvida utilizando a linguagem de programação Typescript¹¹ em conjunto com a biblioteca ReactJS¹². Os dados da aplicação foram armazenados na base de dados Firestore do Firebase¹³.

Resultados e discussões

A. Conteúdo da aplicação

A aplicação foi nomeada de “Álgebra Teen” e seu código está disponível no Github, assim como as instruções de acesso à aplicação.

¹⁰ <https://www.figma.com>

¹¹ <https://www.typescriptlang.org>

¹² <https://www.react.dev>

¹³ <https://firebase.google.com>



Revista AMazônica, LAPESAM/GMPEPPE/UFAM/CNPq

ISSN 1983-3415 (versão impressa) - eISSN 2558 – 1441 (Versão digital)

As atividades e jogos com foco em conceitos algébricos foram desenvolvidos abordando os tópicos de equações do 1º e 2º graus. A aplicação oferece aos estudantes a oportunidade de participar de revisões e desafios interativos. Tanto as revisões quanto os desafios são divididos em telas distintas, proporcionando uma experiência de uso estruturada e organizada.

Durante as revisões, os estudantes podem responder perguntas específicas relacionadas ao tema em foco. Uma característica relevante das revisões é a presença de *feedback* explicativo fornecido em relação às respostas dadas pelos usuários, desempenhando um papel essencial no processo de aprendizagem, fornecendo orientação e reforçando o entendimento dos conceitos.

Por outro lado, nos desafios, não são fornecidos *feedbacks* explicativos sobre as respostas fornecidas pelos estudantes, com o intuito de estimular o desenvolvimento do pensamento crítico e a capacidade de resolver problemas de forma autônoma. Isso incentiva os estudantes a aplicarem os conhecimentos adquiridos e a explorarem diferentes estratégias de solução por conta própria.

Dessa forma, a aplicação proporciona um ambiente de aprendizagem dinâmico e estimulante, no qual os estudantes podem aprimorar suas habilidades matemáticas por meio da interação ativa com as revisões e com os desafios propostos.

A seguir, são apresentados os conteúdos contidos na aplicação e seus respectivos objetivos.

1. Revisões

- 1.1. **Conceito de equação:** introduzir o conceito de equação, por meio da utilização de um contexto de uso de uma balança de forma interativa;
- 1.2. **Equação do 1º grau - resolução:** conceitualizar a equação do 1º grau e apresentar os passos para resolução;
- 1.3. **Equação do 1º grau - situação-problema resolvida:** apresentar uma situação-problema e resolvê-la usando equação do 1º grau;



Revista AMazônica, LAPESAM/GMPEPPE/UFAM/CNPq

ISSN 1983-3415 (versão impressa) - eISSN 2558 – 1441 (Versão digital)

1.4. **Equações do 2º grau completas:** conceitualizar equações do 2º grau e apresentar a resolução utilizando a fórmula de Bhaskara;

1.5. **Equações do 2º grau incompletas:** apresentar formas de resolver equações do segundo grau incompletas.

2. **Desafios**

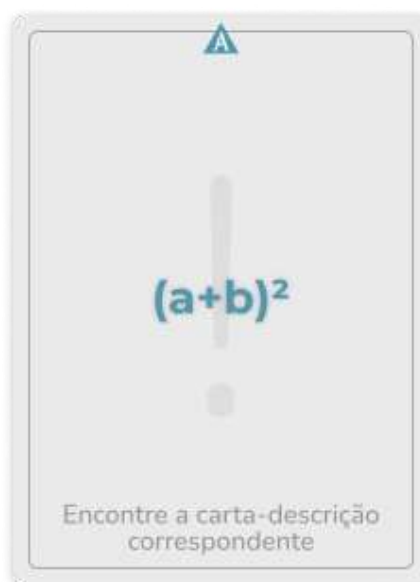
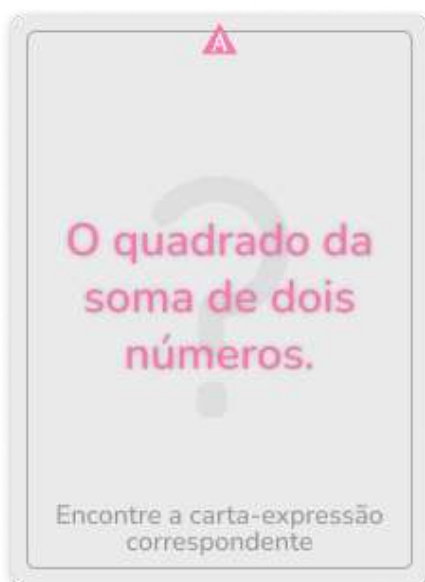
2.1. **Idade dos três amigos:** fornecer um desafio envolvendo equação do 1º grau;

2.2. **A equação de João:** fornecer um desafio envolvendo equação do 2º grau.

3. **Jogos**

3.1. **Memória Algébrica:** combinar cartas que descrevem uma expressão na língua materna e seu par na linguagem matemática (A Figura 2 apresenta um exemplo de combinação entre a carta escrita na língua materna [carta descrição] e a carta expressão);

3.2. **Cruzadinha da Equação:** desafiar os conhecimentos sobre equações do 1º e 2º graus e matemáticos da área. Os itens (pergunta ou afirmação incompleta) para os quais o estudante precisa encontrar a resposta estão descritos na Tabela 1.





Revista AMazônica, LAPESAM/GMPEPPE/UFAM/CNPq

ISSN 1983-3415 (versão impressa) - eISSN 2558 - 1441 (Versão digital)

a) Carta descrição

b) Carta expressão

Figura 2: Exemplo de combinação de uma carta descrição e uma carta expressão no jogo "Memória Algébrica".

As conquistas individuais constituíram-se em um dos elementos de jogo incorporados na aplicação, com o intuito de oferecer uma experiência motivadora aos usuários. A seguir, encontram-se as conquistas elaboradas:

1. Concluir a seção “conceito de equações” em revisões;
2. Concluir a seção “equação do 1º grau” em revisões;
3. Concluir a seção “equação do 2º grau” em revisões;
4. Concluir todas as revisões;
5. Concluir todos os desafios;
6. Finalizar o jogo da memória em menos de dois minutos;
7. Completar uma palavra cruzada.

Além das conquistas, a aplicação também dispõe de uma barra que indica visualmente o progresso do usuário na revisão/desafio. A conclusão do jogo da memória ou das palavras cruzadas fornece pontos ao usuário de acordo com seu desempenho, fornecendo, assim, *feedback* imediato. Com a implementação desses elementos, busca-se proporcionar uma experiência interativa e estimulante, incentivando o engajamento e o progresso do usuário no aprendizado da matemática.

Item	Resposta
Em uma equação do 2º grau completa, da forma $ax^2+bx+c=0$, como se denominam a, b e c?	Coefficientes
Qual a solução da equação $2x-10=-2$?	Quatro
Quando o discriminante Δ de uma equação do 2º grau for igual a zero, ela terá ... raiz real.	Uma
Qual é o valor de x na equação $2x^2=0$?	Zero
Uma equação do 2º grau, com a, b e c diferentes de zero, é chamada de equação do 2º grau ...	Completa



Revista AMazônica, LAPESAM/GMPEPPE/UFAM/CNPq

ISSN 1983-3415 (versão impressa) - eISSN 2558 - 1441 (Versão digital)

O nome da letra grega que geralmente representa o discriminante na fórmula de Bhaskara é...	Delta
Em uma equação do 2º grau, em que o discriminante é um número negativo, o conjunto de soluções reais será ...	Vazio
A equação do 2º grau $x^2-5x=0$ tem duas raízes. Qual é o número inteiro maior do que zero que representa uma das raízes dessa equação?	Cinco
A quem se deve a fórmula que utilizamos para determinar as raízes de uma equação do 2º grau?	Bhaskara
Qual é o número maior do que zero que representa uma das raízes da equação do 2º grau $x^2-2x-8=0$?	Quatro
Qual é a solução da equação $3+x=21$?	Dezoito
Na equação do 2º grau $x^2+14-10x=0$, qual o valor do coeficiente c?	Quatorze
Como se chamam os termos que vêm antes e depois da igualdade de uma equação?	Membros
Podemos fazer uma analogia entre uma equação e o ... dos dois pratos de uma balança.	Equilíbrio
Qual é a solução da equação $2x+1=31$?	Quinze
Qual a denominação do valor desconhecido, geralmente chamado de x, de uma equação?	Incógnita
As raízes de uma equação do 2º grau representam o seu conjunto ...	Solução
Na fórmula de Bhaskara, o discriminante é submetido a uma operação de ...	Radiciação
A solução da equação $2x-5=5x-11$ é?	Dois

Tabela 1: Perguntas e respostas do jogo “Cruzadinha da Equação”.

Após a conclusão de uma revisão ou desafio, é exibida uma tela de parabenização ao usuário, destacando o seu êxito na atividade realizada. Nessa mesma tela, é apresentado o progresso alcançado, quando aplicável, em relação às conquistas do usuário. Além disso, um botão é disponibilizado, permitindo ao usuário dar continuidade às atividades, iniciando a próxima lição de forma contínua e fluida. Essa abordagem promove um fluxo de interação, incentivando o estudante a prosseguir com o aprendizado.

A Figura 3 apresenta o fluxo geral da aplicação considerando as interações com os conteúdos matemáticos.



Figura 3: Fluxo geral da aplicação para interação com as atividades algébricas.

B. Gamificação

Diferentes abordagens gamificadas foram implementadas a fim de aumentar o engajamento do estudante. As subseções a seguir descrevem as abordagens gamificadas aplicadas para cada fundamento teórico.

- **Teoria da autodeterminação**



Revista AMazônica, LAPESAM/GMPEPPE/UFAM/CNPq

ISSN 1983-3415 (versão impressa) - eISSN 2558 – 1441 (Versão digital)

A autonomia é o elemento base de gamificação da aplicação desenvolvida. O usuário pode escolher a revisão, o desafio ou o jogo que deseja iniciar, tendo a liberdade de sair, voltar e continuar na tela em que parou (exceto nos jogos). O sentimento de competência é fornecido por meio da barra de progresso durante as revisões/desafios (assim como nas páginas de listagem de revisões e desafios) e pelo *feedback* explicativo e imediato das perguntas respondidas durante uma revisão. No entanto, a aplicação desenvolvida não atende à terceira competência, que é a necessidade de relacionamento, pois não promove interação com outros estudantes.

- **Teoria do fluxo**

O fluxo se concentra no final das revisões e desafios, fornecendo um *feedback* geral sobre o desempenho do aluno e indicando a próxima lição/revisão que complementa o assunto atual ou o aborda de maneira mais complexa. A Figura 4 apresenta a tela do final de uma revisão.



Figura 4: Tela final de uma revisão apresentando o progresso do usuário nas conquistas e indicando a próxima lição.

- **Teoria do reforço**



Revista AMazônica, LAPESAM/GMPEPPE/UFAM/CNPq

ISSN 1983-3415 (versão impressa) - eISSN 2558 – 1441 (Versão digital)

O tipo de reforço aplicado foi o positivo, oferecendo conquistas que podem ser alcançadas pelo estudante a partir dos conteúdos fornecidos pela aplicação. As conquistas possuem o mesmo papel das medalhas (não implementadas na aplicação), servindo como símbolos de status.

- **Teoria do estabelecimento de metas e teoria da autoeficácia**

Ao iniciar uma revisão, é apresentada a importância do assunto a ser estudado. Ao final da revisão, são apresentados os progressos nas conquistas (Figura 4). Esses aspectos ajudam a estabelecer metas pessoais para o estudante, sem que pareça muito fácil ou difícil alcançá-las. Além disso, reforça a convicção do estudante em relação à sua capacidade de alcançar os resultados esperados, ou seja, também promove a autoeficácia.

C. Aspectos de usabilidade

As heurísticas de Nielsen são definidas de maneira mais granular quando comparadas às características de usabilidade da ISO 25010. Por essa razão, as próximas 10 subseções são referentes a cada uma das heurísticas de Nielsen. No entanto, uma subseção adicional (11) descreve a implementação de um recurso de acessibilidade não abordado por Nielsen. Cada subseção apresenta um ou mais exemplos (visuais e/ou descritivos) da implementação da aplicação desenvolvida e a respectiva característica de usabilidade da ISO 25010.

1. Visibilidade do status do sistema

Os atributos dessa heurística são descritos pela característica de usabilidade "operabilidade" da ISO 25010 (Magylaité et al., 2022). As orientações descritas foram implementadas de forma que todas as interações do usuário com a aplicação ou o carregamento do sistema forneçam *feedback* visual. Por exemplo, durante as revisões/desafios, uma barra indica o progresso do usuário, e o nome da pessoa que está logada no sistema é exibido constantemente. A Figura 5 apresenta a barra de progresso (no canto superior) em 25% (Figura 5(a)) e o novo progresso (38%, Figura 5(b)) após o estudante interagir com a balança (clicando no botão “colocar pesos”).

2. Correspondência entre o sistema e o mundo real



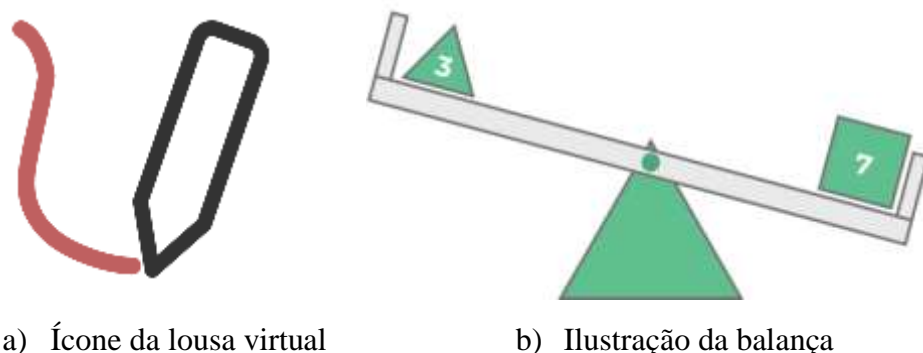
Revista AMazônica, LAPESAM/GMPEPPE/UFAM/CNPq

ISSN 1983-3415 (versão impressa) - eISSN 2558 – 1441 (Versão digital)

Os ícones e ilustrações foram selecionados como elementos principais para criar familiaridade inicial do usuário com a aplicação. A correspondência entre o sistema e o mundo real também é descrita pela característica de usabilidade "aprendizagem" da ISO 25010 (Magylaité et al., 2022). A Figura 6 apresenta dois exemplos da aplicação dessa heurística: o primeiro é um ícone que representa a funcionalidade "lousa virtual", acessível durante uma revisão ou desafio; o segundo exemplo é uma ilustração de uma balança, um objeto familiar ao estudante, apresentada durante a revisão do tema "conceito de equação", conforme se observa na Figura 6(b).



Figura 5: Exemplo de movimentação da barra de progresso durante uma revisão.



a) Ícone da lousa virtual

b) Ilustração da balança

Figura 6: Exemplos de ícone e ilustração utilizados para fornecer a familiaridade inicial com a aplicação.

3. Controle e liberdade do usuário

A interface da aplicação foi projetada de forma que o usuário possa navegar por qualquer página e entrar/sair das revisões e desafios, sabendo que haverá um caminho de volta visível e simples. O controle e a liberdade do usuário são implicitamente descritos pela característica de usabilidade "operabilidade" da ISO 25010 (Magylaité et al., 2022).

4. Consistência e padrões

A aplicação mantém uma estrutura padrão ao apresentar as revisões, desafios e jogos, com as informações sobre o tópico no centro da página e os controles e título em locais fixos. Isso permite que o usuário foque nas informações necessárias para o aprendizado matemático. A Figura 7 apresenta uma tela exemplificando essa consistência. A padronização dos elementos na interface facilita a aprendizagem da aplicação e reduz a carga cognitiva do usuário. A aprendizagem é a terceira característica de usabilidade da ISO 25010.



Figura 7: Tela da revisão "Conceito de equação".

5. Prevenção de erros

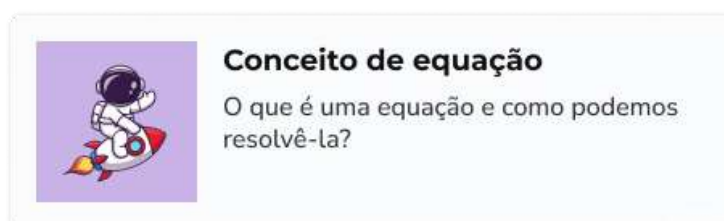
A opção de excluir a conta do usuário é a única ação destrutiva presente na aplicação. Para realizar a exclusão, o usuário precisa confirmar sua ação em uma janela que exibe uma mensagem clara indicando que suas informações da conta serão excluídas e que não poderão ser recuperadas. A janela é apresentada na Figura 8 e possui cor vermelha no título e no botão “continuar” para indicar uma ação destrutiva. A abordagem descrita está de acordo com a característica "prevenção de erros do usuário" da ISO 25010.



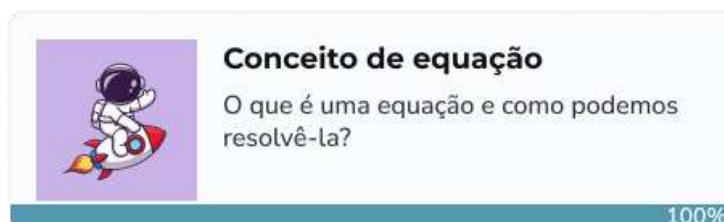
Figura 8: Janela de confirmação para exclusão da conta do usuário.

6. Reconhecimento em vez de recordação

A aplicação apresenta uma barra de progresso na listagem das revisões e desafios para auxiliar no reconhecimento das atividades que ainda não foram concluídas. Essa abordagem também faz parte da característica de usabilidade "operabilidade" da ISO 25010, pois facilita o uso adequado e eficiente da aplicação. A Figura 9(a) apresenta o cartão da revisão antes de ser iniciada pelo usuário, enquanto a Figura 9(b) fornece *feedback* visual do progresso do usuário na revisão.



a) Revisão não iniciada



b) Revisão concluída

Figura 9: Destaque visual do progresso nas revisões.

7. Flexibilidade e eficiência de uso



Revista AMazônica, LAPESAM/GMPEPPE/UFAM/CNPq

ISSN 1983-3415 (versão impressa) - eISSN 2558 – 1441 (Versão digital)

A aplicação fornece uma lousa interativa onde o estudante pode realizar os cálculos durante uma revisão/desafios, fornecendo flexibilidade para o usuário. A lousa interativa está apresentada na Figura 10. Os usuários mais experientes podem usar as setas "cima" e "baixo" do teclado para, respectivamente, voltar e avançar a tela da revisão/desafio atual.



Figura 10: Lousa interativa acessível durante uma revisão/desafio.

8. *Design* estético e minimalista

A interface da aplicação foi projetada para exibir apenas as opções relevantes para a página que o usuário está acessando. Por exemplo, quando o usuário está visualizando uma revisão, as únicas opções disponíveis são sair da revisão, acessar a lousa virtual, avançar para a próxima tela ou voltar para a tela anterior. A Figura 7 mostra a disposição das opções (botões) na tela de revisão. Os elementos visuais estão organizados de maneira lógica e padronizada, respeitando as margens e sendo adequadamente destacados quando necessário. As ilustrações das revisões seguem os padrões visuais (cores, tamanho e espaçamento) do restante da aplicação.

9. Ajudar os usuários a reconhecer, diagnosticar e recuperar-se de erros

A aplicação exibe uma mensagem de erro clara, objetiva e divertida quando o usuário tenta acessar uma página inexistente. Há também a sugestão



Revista AMazônica, LAPESAM/GMPEPPE/UFAM/CNPq

ISSN 1983-3415 (versão impressa) - eISSN 2558 – 1441 (Versão digital)

de retornar à página inicial, como opção de recuperação de erro. A Figura 11 apresenta a referida mensagem.

10. Ajuda e documentação

A aplicação possui um número reduzido de funcionalidades, as quais são apresentadas de forma clara e objetiva por meio da devida nomeação dos botões e da clareza das mensagens. Como elemento de ajuda para o jogo 'Memória Algébrica', uma mensagem flutuante aparece ensinando a jogar. A mensagem é apresentada na Figura 12. Devido à simplicidade da aplicação e dos elementos de ajuda fornecidos, não foi necessário fornecer documentação adicional para utilização da aplicação.



Figura 11: Mensagem de erro para páginas inexistentes.

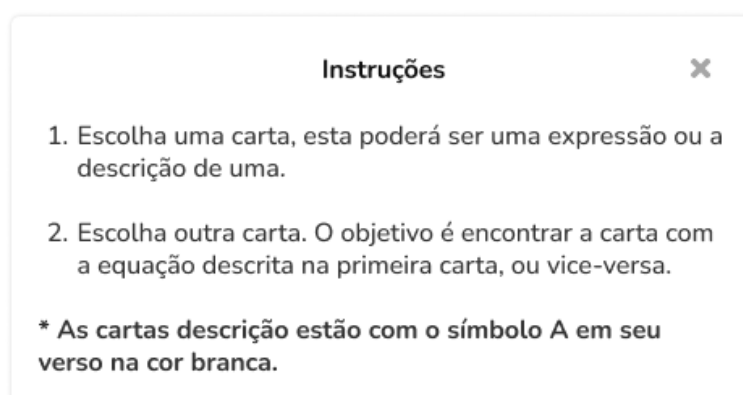


Figura 12: Instruções para o jogo “Memória Algébrica”.

11. Acessibilidade

Apesar de os elementos e cores utilizados já fornecerem bom contraste para a aplicação, a opção de alto contraste foi implementada visando o melhor



Revista AMazônica, LAPESAM/GMPEPPE/UFAM/CNPq

ISSN 1983-3415 (versão impressa) - eISSN 2558 - 1441 (Versão digital)

uso por pessoas com limitações visuais. Quando ativada, o plano de fundo torna-se totalmente branco (alterando código HEX da cor de F9FBFC para FFFFFFFF), os textos, ícones e sombras totalmente preto (alterando o código HEX da cor de 333333 para 000000) e as cores primária e secundária ficam mais escuras. A Figura 13 apresenta a comparação entre a paleta de cor padrão (paleta superior) e a de alto contraste. O alto contraste foi implementado seguindo as recomendações da W3C através do *website* de verificação de contraste a11y.



Figura 13: Paleta de cores padrão (superior) e a de alto contraste (inferior).

Conclusão

Neste trabalho, foi desenvolvida uma aplicação web gamificada para o apoio ao ensino da matemática, concentrando-se nos tópicos de equações do 1º e 2º graus. A concepção da interface do usuário foi embasada nas heurísticas de usabilidade propostas por Nielsen, bem como nas características de usabilidade estabelecidas pela ISO 25010. A utilização desses aspectos de usabilidade foi essencial para a concepção da interface da aplicação, visto que facilitam o aprendizado, a compreensão e a utilização da aplicação. Os aspectos de usabilidade também colaboram com o aprendizado do estudante com relação aos tópicos matemáticos, visto que diminuem a carga cognitiva do estudante com relação à aplicação e direcionam o foco para os tópicos matemáticos.



Revista AMazônica, LAPESAM/GMPEPPE/UFAM/CNPq

ISSN 1983-3415 (versão impressa) - eISSN 2558 – 1441 (Versão digital)

A aplicação oferece aos usuários a possibilidade de participar de revisões, desafios e jogos, proporcionando uma abordagem objetiva e interativa em relação às equações do 1º e 2º grau. As revisões são caracterizadas por uma natureza mais explicativa, apresentando conteúdos relevantes, perguntas concisas relacionadas ao material apresentado e *feedback* explicativo. Além disso, exemplos variados sobre o tema são fornecidos, contribuindo para o aprofundamento do conhecimento.

Por sua vez, os desafios têm como objetivo estimular o desenvolvimento do pensamento crítico e a capacidade de resolução autônoma de problemas, incentivando a exploração de diferentes estratégias de solução.

Além das revisões e dos desafios, foram desenvolvidos o jogo da memória e palavras cruzadas como atividades lúdicas, com o intuito de promover a aprendizagem de forma mais divertida e engajadora.

É fundamental salientar que a aplicação desenvolvida tem como objetivo complementar o processo de aprendizado, não substituindo o papel essencial do professor ou da professora no ensino da matemática. A utilização da aplicação pode proporcionar um recurso adicional valioso para o aprimoramento das habilidades matemáticas.

Como trabalhos futuros, objetiva-se a implementação de elementos de gamificação que promovam a interação entre os estudantes (por exemplo: promover a competição através do placar de pontos) por meio da própria aplicação, bem como a avaliação da aplicação pelos estudantes e professores.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, para a segunda autora.

Referências

- Alt, D. (July de 2023). Assessing the benefits of gamification in mathematics for student gameful experience and gaming motivation. *Computers & Education*, 200, 104806.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2023.104806>



Revista AMazônica, LAPESAM/GMPEPPE/UFAM/CNPq

ISSN 1983-3415 (versão impressa) - eISSN 2558 - 1441 (Versão digital)

- Bai, S., Hew, K. F., & Huang, B. (2020). Does gamification improve student learning outcome? Evidence from a meta-analysis and synthesis of qualitative data in educational contexts. *Educational Research Review*, 30, 100322.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100322>
- Brasil. (1997). *Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática. Secretaria de Educação Fundamental – Brasília: MEC/SEF. Área de matemática.*
- Brasil. (2018). *Base Nacional Comum Curricular: Ensino Fundamental. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica. Área de matemática.*
- Brezovszky, B., McMullen, J., Veermans, K., Hannula-Sormunen, M. M., Rodríguez-Aflecht, G., Pongsakdi, N., Laakkonen, E., & Lehtinen, E. (January de 2019). Effects of a mathematics game-based learning environment on primary school students' adaptive number knowledge. *Computers & Education*, 128, 63–74.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.09.011>
- Chan, J. Y.-C., Ottmar, E. R., Smith, H., & Closser, A. H. (October de 2022). Variables versus numbers: Effects of symbols and algebraic knowledge on students' problem-solving strategies. *Contemporary Educational Psychology*, 71, 102114.
<https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2022.102114>
- Giusti, N. M., & Groenwald, C. L. (April de 2021). Matemática na comunidade: Um contexto educativo para a aprendizagem social e desenvolvimento do pensamento algébrico. *EMP - Educação Matemática Pesquisa*, 23, 561–590. <https://doi.org/10.23925/1983-3156.2021v23i1p561-590>
- Jagušt, T., Botički, I., & So, H.-J. (2018). Examining competitive, collaborative and adaptive gamification in young learners' math learning. *Computers & Education*, 125, 444-457.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.06.022>
- Jordan, P. W. (August de 2020). *An Introduction to Usability*. CRC Press.
<https://doi.org/10.1201/9781003062769>
- Krath, J., Schürmann, L., & von Korflesch, H. F. (2021). Revealing the theoretical basis of gamification: A systematic review and analysis of theory in research on gamification, serious games and game-based learning. *Computers in Human Behavior*, 125, 106963.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.chb.2021.106963>
- Lo, C. K., & Hew, K. F. (November de 2018). A comparison of flipped learning with gamification, traditional learning, and online independent study: the effects on students' mathematics achievement and cognitive engagement. *Interactive Learning Environments*, 28, 464–481.
<https://doi.org/10.1080/10494820.2018.1541910>
- Magylaitė, K., Kapočius, K., Butleris, R., & Čeponienė, L. (2022). Towards High Usability in Gamified Systems: A Systematic Review of Key Concepts and Approaches. *Applied Sciences*, 12.
<https://doi.org/10.3390/app12168188>



Revista AMazônica, LAPESAM/GMPEPPE/UFAM/CNPq

ISSN 1983-3415 (versão impressa) - eISSN 2558 - 1441 (Versão digital)

- Manzano-León, A., Camacho-Lazarraga, P., Guerrero, M. A., Guerrero-Puerta, L., Aguilar-Parra, J. M., Trigueros, R., & Alias, A. (2021). Between Level Up and Game Over: A Systematic Literature Review of Gamification in Education. *Sustainability*, *13*.
<https://doi.org/10.3390/su13042247>
- Moore, J. (2011). Behaviorism. *The Psychological Record*, *61*, 449–463.
<https://doi.org/10.1007/bf03395771>
- Ortiz, W., Castillo, D., & Wong, L. (April de 2022). Mobile Application: A Serious Game Based in Gamification for Learning Mathematics in High School Students. *2022 31st Conference of Open Innovations Association (FRUCT)*. IEEE.
<https://doi.org/10.23919/fruct54823.2022.9770917>
- Öztürk, M. (March de 2021). An embedded mixed method study on teaching algebraic expressions using metacognition-based training. *Thinking Skills and Creativity*, *39*, 100787.
<https://doi.org/10.1016/j.tsc.2021.100787>
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, *55*, 68–78. <https://doi.org/10.1037/0003-066x.55.1.68>
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (April de 2020). Intrinsic and extrinsic motivation from a self-determination theory perspective: Definitions, theory, practices, and future directions. *Contemporary Educational Psychology*, *61*, 101860.
<https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2020.101860>
- Sailer, M., Hense, J. U., Mayr, S. K., & Mandl, H. (2017). How gamification motivates: An experimental study of the effects of specific game design elements on psychological need satisfaction. *Computers in Human Behavior*, *69*, 371-380.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.12.033>
- Singh, C. P., & Pathania, M. (February de 2022). A Gamified Approach for Learning the Concept of Mathematical Fraction: Assessing Application Efficacy and Efficiency. *2022 2nd International Conference on Innovative Practices in Technology and Management (ICIPTM)*. IEEE.
<https://doi.org/10.1109/iciptm54933.2022.9753922>
- Yabut, E. R., Jamis, M. N., Manuel, R. E., & Fabito, B. S. (November de 2019). Empowering Elementary Schools on Learning Math: A Development of Gamified Educational Mobile Application for Grade 3 Students. *2019 IEEE 11th International Conference on Humanoid, Nanotechnology, Information Technology, Communication and Control, Environment, and Management (HNICEM)*. IEEE.
<https://doi.org/10.1109/hnicem48295.2019.9073428>
- Zainuddin, Z., Chu, S. K., Shujahat, M., & Perera, C. J. (June de 2020). The impact of gamification on learning and instruction: A systematic review



Revista AMazônica, LAPESAM/GMPEPPE/UFAM/CNPq

ISSN 1983-3415 (versão impressa) - eISSN 2558 – 1441 (Versão digital)

of empirical evidence. *Educational Research Review*, 30, 100326.

<https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100326>

Recebido: 15/10/2023

Aprovado: 30/11/2023

Publicado: 01/01/2024

Autor responsável pela correspondência do manuscrito

Thiago Matheus Torres Buarque

Bacharel em Ciência da Computação (2023)

Instituição: Universidade Católica de Pernambuco, escola UNICAP ICAM-TECH

Endereço pessoal: Rua Nossa Senhora do Carmo, 470 casa A, Cajueiro Seco, Jaboatão dos Guararapes, Pernambuco, Brasil

E-mail: thiago.buarque@gmail.com

Telefone: +55 81 9 9925-0327

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5146-6789>

Demais autores

Maria Guadalupe Dourado Rabello

Mestra em Ciências da Linguagem pela UNICAP (2022)

Instituição: Universidade Católica de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Linguagem

Email: maria.2022800109@unicap.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2190-7026>

Cecília da Fonte Alves

Mestra em Design pela Universidade Federal de Pernambuco (2016)

Instituição: Universidade Católica de Pernambuco, escola UNICAP ICAM-TECH

Email: cecilia.fonte@unicap.br

Francisco Madeiro Bernardino Junior

Doutor em Engenharia Elétrica pela UFPB (2001)

Bolsista de Produtividade em Pesquisa (PQ) do CNPq

Instituição: Universidade Católica de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Linguagem

E-mail: francisco.madeiro@unicap.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6123-0390>