

Sistema de Gamificação para o Ensino e Aprendizagem de Matemática Direcionado ao Ensino Fundamental II

Fernanda Megumi Takeda¹, Stephanie Pereira Marcolino¹,
Fábio Aiub Sperotto¹, Vilma Gisele Karsburg¹

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina
R. Heitor Villa Lobos, 225 - São Francisco, Lages - SC, 88506-400 – Brasil

{fernanda.t26, stephanie.pm}@aluno.ifsc.edu.br

{fabio.sperotto, vilma.karsburg}@ifsc.edu.br

Abstract. *The difficulty in learning mathematics has always been present in daily lives of middle school students. The gamification can be a useful tool in aiding mathematics education. This article addresses the implementation of a gamified system for middle school students in the municipal education of Lages, aiming to increase engagement and motivation in mathematical learning. The scientific research is divided into four stages: bibliographical research about mathematics, gamification and web systems; surveying difficulties with educators in Lages; implementing a web system with Vue and Django; and assessment of the system with students and teachers. The results showed that the developed system was well received, positively contributing to the learning of mathematics.*

Keywords: Gamification, Mathematics, Teaching, Web System

Resumo. *A dificuldade em aprender matemática sempre esteve presente no cotidiano dos alunos do ensino fundamental. A gamificação pode ser uma ferramenta útil no auxílio do ensino da matemática. Este artigo aborda a implementação de um sistema gamificado para alunos do ensino fundamental II da rede de ensino de Lages, visando aumentar o engajamento e a motivação no aprendizado matemático. A pesquisa é dividida em quatro etapas: pesquisa bibliográfica sobre matemática, gamificação e sistemas web; levantamento de dificuldades com educadores em Lages; implementação de um sistema web com Vue e Django; e avaliação do sistema com alunos e professores. Os resultados mostraram que o sistema desenvolvido teve boa aceitação, contribuindo positivamente para o aprendizado de matemática.*

Palavras-chaves: Ensino, Gamificação, Matemática, Sistema Web

1. Introdução

Aprender conceitos matemáticos sempre foi uma das maiores dificuldades por parte dos alunos. Um dos principais responsáveis por isso, é a forma de ensino, por meio de formalismos organizados em uma sequência de teoremas, demonstrações e aplicações (Notare e Basso, 2012). Segundo Masola e Allevalo (2019), as dificuldades de aprendizagem se relacionam com a falta de interesse e motivação dos alunos, a ineficácia dos métodos tradicionais de ensino e a dificuldade em associar os conceitos matemáticos a outras disciplinas e ao cotidiano dos mesmos.

Conforme relatórios do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) da edição do ano de 2021 da Prova Brasil, realizada pelo Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (SAEB), notou-se que há um déficit na compreensão de questões matemáticas. A proficiência caiu de 228 pontos, no ano de 2019, para 217, em 2021. De acordo com a tabela de proficiência do INEP, isso significa que esses estudantes não seriam capazes de converter mais de uma hora inteira em minutos ou resolver problemas, no sistema monetário nacional, como adição e subtração de cédulas e moedas, por exemplo (Brasil, 2023).

Segundo o Programa Internacional de Avaliação de Alunos (PISA), um estudo comparativo internacional realizado a cada três anos pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), de 2022, sete a cada dez estudantes brasileiros de 15 anos não aprenderam o mínimo esperado de matemática. Apenas 1% dos alunos no Brasil obtiveram os melhores níveis de rendimento em matemática. Em Singapura, que lidera o ranking com os melhores resultados, 41% dos alunos alcançaram esse indicador, segundo matéria escrita por Bimbati (2023) e publicada pelo portal Uol. Com base nesses resultados, percebe-se a necessidade de uma nova abordagem no ensino.

A partir de estudos, da Rocha e de Farias (2020) notaram a necessidade de os docentes refletirem sobre novos caminhos e novas metodologias de ensino, que tenham por foco o protagonismo dos estudantes, favoreçam a motivação e promovam a autonomia dos mesmos. Também é importante utilizar uma metodologia lúdica para a melhor compreensão de conceitos, seguindo o argumento de Grassi (2008), que criança aprende brincando:

Brincando, a criança vai elaborando teorias sobre o mundo, sobre suas relações, sua vida. Ela vai se desenvolvendo, aprendendo e construindo conhecimentos. Age no mundo, interage com outras crianças, com os adultos e com os objetos, explora, movimenta-se, pensa, sente, imita, experimenta o novo e reinventa o que já conhece e domina (Grassi, 2008).

Seguindo essa ideia, é possível inserir uma metodologia ativa por meio de jogos, com o propósito de alavancar o processo ensino e aprendizagem dos alunos e proporcionar aulas dinâmicas e prazerosas (Lubachewski e Cerutti, 2020). Para Bacich e Moran (2018), o uso de jogos em sala de aula é uma estratégia importante de encantamento e motivação para uma aprendizagem mais rápida e próxima da vida real, já que auxiliam em habilidades como as de observações, análise, tomada de decisões e argumentação.

No ano de 2002, o programador britânico Nick Pelling foi o primeiro a apresentar o termo gamificação, que só em 2010 tornou-se mais presente, como também constata Hebebcí e Alan (2021) ao analisar dados adquiridos pelo *Google Trends*. O propósito da gamificação é usar das técnicas lógicas e dinâmicas de jogos (*game design*) para o melhor desempenho do usuário. A aplicação desse conceito no ensino pode ser uma alternativa para reduzir as dificuldades no ensino de matemática, pois é uma oportunidade de revisar e aprender conceitos, adquirir habilidades e socialização (Mesquita e Bueno, 2023).

Com o avanço da tecnologia e o seu fácil acesso, ela passou a ser inserida no cotidiano e as informações e conhecimentos consequentemente chegam com maior intensidade e frequência até seu destino por meio dos computadores e da Internet (Gonchoroski, 2012). Segundo a matéria publicada na CNN (2023), as ferramentas de gamificação como por exemplo *Minecraft for Education*, *Matific*, *Kahoot!* e *ENEM Game* tem como o acompanhamento do progresso, a curiosidade, os desafios e o *feedback*.

A partir da pesquisa realizada com os docentes da rede de ensino de Lages, presente na subseção 3.1, é possível verificar a ausência de infraestrutura tecnológica nas escolas, como computadores, por exemplo. As respostas também indicam que os professores acreditam que jogos educacionais podem facilitar o aprendizado e que utilizariam esse recurso, em sala de aula, se estivesse disponível.

Partindo disso, pretende-se desenvolver um sistema com gamificação para o auxílio da aprendizagem de matemática com suporte à docência, especificamente para o ensino fundamental II. Para a resolução do presente projeto os objetivos específicos são:

- Compreender as dificuldades ou barreiras na aprendizagem de matemática;
- Pesquisar e conceituar processos de gamificação do ensino de matemática;
- Identificar os requisitos necessários que possam reunir gamificação no ensino em sistemas web;
- Projetar e implementar um sistema web que reúna os conceitos de gamificação para o ensino lúdico da matemática.
- Avaliar a usabilidade e praticidade do sistema web envolvendo os conceitos de gamificação.

A metodologia deste trabalho está dividida em 4 etapas, primeiramente foi efetuado uma pesquisa bibliográfica com propósito de identificar, compreender e revisar os conceitos necessários para o desenvolvimento deste projeto, assim como o aprendizado de conteúdos da matemática, gamificação, sistema web e as dificuldades encontradas no aprendizado.

A segunda etapa visou o levantamento de dados com os educadores do município de Lages (Apêndice A), acerca das dificuldades e fraquezas identificadas por parte dos docentes. Com estes dados levantados foi realizado um cruzamento com as adversidades encontradas na etapa anterior.

A terceira etapa metodológica foi voltada diretamente a implementação de um sistema web com conceitos de gamificação, utilizando Vue.js (2014) e Django (2005). O último estágio foi constituído de uma avaliação do sistema desenvolvido, por meio do manuseio, pelos docentes e discentes, do produto final deste projeto.

Sob o aspecto metodológico, este trabalho se classifica como pesquisa aplicada. No ponto de vista da abordagem do problema, é qualitativo. Da perspectiva dos objetivos, segue o caminho exploratório. Referente ao ponto de vista dos procedimentos técnicos será uma pesquisa bibliográfica.

As próximas seções do documento estão dispostas da seguinte forma. Na seção 2 é apresentado o referencial teórico necessário para o entendimento do trabalho. Na Seção 3 é detalhado o desenvolvimento do projeto e na Seção 4 são apresentados e discutidos os resultados. Por fim, na Seção 5 são apresentadas as conclusões e algumas sugestões de trabalhos futuros.

2. Referencial Teórico

Esta seção está dividida em 4 subseções. Na primeira subseção são apresentadas as dificuldades enfrentadas pelos estudantes na aprendizagem de conteúdos matemáticos. A segunda aborda algumas metodologias de ensino e como a gamificação pode ser inserida no ensino da matemática. Na terceira subseção é apresentada a usabilidade do sistema, levando em consideração aspectos como acessibilidade, atratividade e adaptabilidade. Por fim, a quarta subseção traz trabalhos correlatos com a finalidade de realizar uma análise comparativa.

2.1. Dificuldades na Aprendizagem de Matemática

As dificuldades enfrentadas pelos alunos na aprendizagem de matemática começam ainda no ensino fundamental e continuam impactando os alunos ao longo de sua trajetória escolar, refletindo

diretamente nos resultados do ensino médio. É possível notar essas dificuldades analisando os resultados de avaliações conduzidas pelo Ministério da Educação (MEC), como o Exame Nacional do Ensino Médio (Enem) e a Prova Brasil, realizada pelo SAEB.

A Prova Brasil é uma avaliação nacional aplicada a estudantes de escolas públicas do Brasil, com o objetivo de avaliar a qualidade da educação básica no país. Os resultados dessa avaliação fornecem percepções valiosas sobre o desempenho dos alunos em diferentes disciplinas, como Matemática e Português, e são fundamentais para direcionar políticas educacionais e aprimorar o ensino nas escolas brasileiras.

Conforme relatórios divulgados pelo INEP da prova realizada no ano de 2021, em média 1.964.167 alunos do 5º ano do ensino fundamental e 1.912.849 alunos do 9º ano participaram da avaliação (Brasil, 2023). Para verificar o aprendizado dos discentes o INEP utilizou a Teoria de Resposta ao Item (TRI) e alocou os estudantes em uma escala de proficiência, um conjunto de números ordenados obtido pela TRI que representam a medida da proficiência em uma determinada área de conhecimento.

A seguir é descrita e apresentada a escala interpretada de Matemática para o 9º ano do ensino fundamental, detalhada nos relatórios do INEP Brasil (2023). Essa escala é composta por níveis progressivos e cumulativos, o que significa que cada nível acumula os saberes e habilidades dos níveis anteriores. Assim, quando alunos são posicionados em um determinado nível da escala, presume-se que tenham desenvolvido não apenas as habilidades desse nível, mas também as habilidades dos níveis anteriores.

- Nível 1: Reconhecimento do maior ou menor número em uma coleção de números decimais, interpretação de dados em tabelas e gráficos de colunas.
- Nível 2: Reconhecimento de frações correspondentes a partes de uma figura, associação de números racionais a quantias monetárias, determinação de frações equivalentes, interpretação de gráficos de linhas simples e associação de dados entre gráficos e tabelas.
- Nível 3: Reconhecimento de ângulos e planificações de sólidos, determinação de frações irredutíveis, operações com números inteiros em problemas, localização de números inteiros em uma reta numérica, resolução de problemas com grandezas proporcionais, interpretação de gráficos de setores, análise de dados em tabelas simples e gráficos de linhas.
- Nível 4: Localização de pontos em um plano cartesiano, interpretação de movimentos em diferentes referenciais, conversão de unidades de comprimento, operações monetárias, resolução de equações do 1º grau em problemas, análise de dados em tabelas de dupla entrada e resolução de problemas com descontos ou acréscimos percentuais.
- Nível 5: Reconhecimento de ângulos em figuras ampliadas ou reduzidas, localização de pontos em um sistema de coordenadas, cálculo de perímetro, volume e operações com números racionais em situações-problema, associação entre frações e decimais, resolução de problemas envolvendo porcentagens e grandezas proporcionais com números decimais.
- Nível 6: Identificação de ângulos entre deslocamentos, interpretação de coordenadas em um plano cartesiano, comparação de medidas em figuras geométricas, resolução de problemas com o Teorema de Pitágoras, conversão de unidades de medida de massa, reconhecimento de frações equivalentes, estimativa de raízes quadradas e resolução de problemas com descontos ou acréscimos percentuais.

- Nível 7: Identificação de tipos de ângulos e coordenadas em quadrantes diferentes, resolução de problemas com rotações e ângulos internos de polígonos, cálculo de perímetro, área e volume, operações com números racionais e resolução de problemas envolvendo equações de 2º grau.
- Nível 8: Resolução de problemas com propriedades geométricas de triângulos, conversão de unidades de medida de capacidade, cálculo de áreas de figuras complexas, determinação de valores numéricos em expressões algébricas com coeficientes racionais e resolução de problemas com grandezas inversamente proporcionais.
- Nível 9: Além das habilidades anteriores, resolução de problemas com soma de ângulos internos de polígonos e reconhecimento de regularidades em sequências numéricas ou geométricas.

A Figura 1, exibe a distribuição percentual dos estudantes nos níveis de proficiência em Matemática no SAEB 2021 e 2019, específicos para o 9º ano do ensino fundamental. Nota-se que, em 2021, os níveis 3 e 4 da escala de proficiência apresentam um maior número de alunos, seguidos pelo nível 2 e 0. Verifica-se que, em 2021, a concentração de estudantes nos quatro primeiros níveis da escala (0, 1, 2 e 3) é de 62,6%, sendo que, em 2019, esses mesmos níveis concentravam 57,8% dos alunos, revelando que houve uma queda de desempenho dos estudantes brasileiros, com mais estudantes concentrados nos níveis mais baixos de proficiência. Isso indica que não há domínio das habilidades mais básicas a serem alcançadas ao final do ensino fundamental. Esse grupo de estudantes enfrenta dificuldades prováveis em habilidades do nível 4 de proficiência, como interpretar a movimentação de um objeto utilizando um referencial diferente do seu próprio.

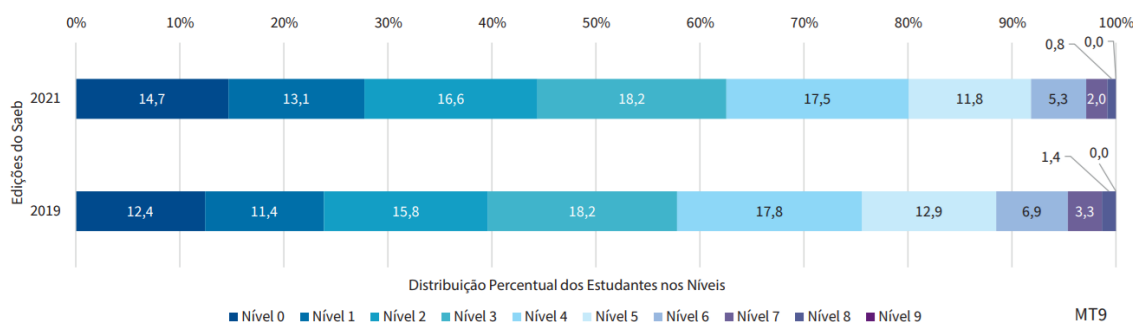


Figura 1. Distribuição porcentual dos estudantes por níveis da escala de proficiência, no SAEB, em Matemática, no 9º ano do ensino fundamental – Brasil – 2019 e 2021 (Brasil, 2023).

Essas deficiências, presentes desde o início da educação básica, têm consequências diretas no desempenho dos estudantes no ensino médio. Estudos como os do Enem (2010) e Enem (2013) destacam que alunos frequentemente apresentam dificuldades em áreas como resolução de problemas, abstração, argumentação e generalização de ideias. Além disso, os alunos demonstram falta de curiosidade, realizam tarefas de maneira mecânica, sem refletir sobre os significados e conceitos envolvidos, o que revela uma carência de autonomia e uma grande dependência do professor (de Jesus Masola e Allevato, 2016).

Segundo Notare e Basso (2012), o processo de aprendizagem da Matemática tem sido criticado há tempos devido à apresentação de um sistema considerado ultrapassado e falho. A abordagem tradicional tende a focar apenas em formalismos, teoremas e demonstrações, omitindo o verdadeiro processo de construção dos conceitos matemáticos, gerando desinteresse por parte dos alunos.

De acordo com Masola e Allevato (2019), o desinteresse e a falta de motivação dos alunos para aprender, juntamente com a ineficácia de estratégias metodológicas tradicionais na abordagem dos conteúdos, são fatores principais para a dificuldade dos discentes em entender e fixar os conteúdos matemáticos. Além disso, as dificuldades em associar os conteúdos matemáticos aos estudos de outras disciplinas e às necessidades do cotidiano também contribuem para esse cenário.

2.2. Metodologias de Ensino

No modelo tradicional de ensino, os currículos são estruturados em disciplinas e ministrados em formato de palestras e conferências para grandes grupos, com foco na transmissão passiva de informações. Os estudantes permanecem predominantemente em uma posição receptiva, sem participação ativa em seu próprio processo de aprendizagem, e são frequentemente avaliados com base na quantidade e profundidade do conteúdo adquirido (Abreu, 2009).

Essa abordagem tradicional muitas vezes resulta em um sucesso aparente na resolução de problemas, já que se concentra na reprodução de procedimentos e algoritmos sem a compreensão real dos conceitos matemáticos. Isso pode limitar a capacidade dos alunos em enfrentar problemas novos e complexos, distanciando-os do verdadeiro fazer matemático, que requer habilidades como conjectura, intuição, dedução e generalização para coordenar ações e criar novas abstrações (Notare e Basso, 2012).

Ao contrário do método tradicional, que começa com a apresentação da teoria seguida pela prática, o método ativo inicia com a prática e, a partir dela, busca-se a teoria. O professor propõe uma situação-problema, incentivando os estudantes a investigar e envolvendo-os na construção do conhecimento, em vez de simplesmente oferecer o conhecimento pronto por meio de aulas expositivas. Essa abordagem enfatiza a participação ativa dos alunos, o questionamento e a busca por informações (Abreu, 2009).

O emprego de ambientes de aprendizagem dinâmicos possibilita ao professor adotar abordagens diferenciadas e favorece aos alunos uma assimilação mais eficiente do conteúdo, promovendo assim, um aprendizado mais significativo. Conforme destacado por Bacich e Moran (2018), esses ambientes propiciam um cenário onde a interação e a adaptação são facilitadas, tornando o processo educacional mais envolvente e eficaz.

A gamificação na metodologia ativa é uma estratégia cada vez mais utilizada para engajar os alunos e tornar o processo de aprendizagem mais dinâmico e envolvente (Lubachewski e Cerutti, 2020). Ao introduzir elementos de jogos, como desafios, competições e recompensas, a gamificação estimula a motivação intrínseca dos estudantes, promovendo maior interesse e participação ativa nas atividades de aprendizagem. Essa abordagem não apenas torna o ensino mais divertido, mas também permite uma maior assimilação e aplicação do conhecimento adquirido.

2.3. Usabilidade de Sistemas Web

A palavra usabilidade pode ser entendida como termo técnico para descrever a qualidade de uso de uma interface (Bevan, 1995). Esta qualidade está relacionada aos princípios de facilidade de aprendizado e de memorização, da agilidade ao desenvolver tarefas, da baixa taxa de imprecisões e da satisfação subjetiva (Winckler e Pimenta, 2002).

Seguindo a ideia de Winckler e Pimenta (2002), a usabilidade colabora diretamente com a satisfação do usuário, enquanto ele navega no sistema, sendo uma competência que quando alcançada resulta muitas vezes na aceitação prazerosa por parte do consumidor. Para a sua aplicação é necessário entender que está associado a algumas variáveis, como o perfil dos usuários, pois há maneiras para personalizar levando em consideração suas preferências. Contudo não há como comportar todos os gostos, por isso concluir que um sistema compreende 100% de usabilidade é incorreto.

No início dos anos 2000, poucas eram as pessoas que entendiam a importância da usabilidade, entretanto com o passar dos anos e devido a Steve Jobs, grande parte da sociedade passou a entender que é importante. A usabilidade popularizou-se e pode ser compreendida também por *User Experience Design* (UDX) (Krug, 2014). Conforme Norman (2019), há quatro princípios do *design* centrado no ser humano, sendo eles:

1. Compreender e resolver os problemas centrais.
2. Ser centrado nas pessoas.
3. Usar uma abordagem de sistemas centrados em atividades.
4. Usar iterações rápidas de prototipagem e teste.

O primeiro item indica que devem ser resolvidos os problemas fundamentais e subjacentes, não os sintomas. O item 2, traz a conceituação de começar pelas necessidades das pessoas e não ser centrado somente nas tecnologias, assim como na maioria dos sistemas, procedimentos e dispositivos em geral.

O próximo item orienta que se deve focar no todo da atividade e não apenas em componentes isolados, pois corrigir ou melhorar apenas uma pequena disfunção local pode ser benéfico, porém a otimização pontual pode seguir-se de resultados globais abaixo do ideal. No último item é estabelecido que o *design* centrado no ser humano inicie rapidamente, fazendo com que os componentes representem o funcionamento, fornecendo *feedback* rápido. Esses testes devem ser aplicados aos destinatários pretendidos além de que os administradores e os responsáveis pela elaboração das ideias em teste devem ser observadores e não participantes.

Os quatro princípios de Norman (2019) contribuem para assimilação de que para um sistema bem construído em função do consumidor, deve-se escutar e reconhecer as carências e solucionar os problemas que são apresentados de forma que o usuário com facilidade manuseie, além de identificar os pontos de vulnerabilidade do produto e retificá-los de maneira global, lidando com testes que a cada iteração tem como alvo um resultado empregando os conceitos de usabilidade.

Em paralelo às ideias de Winckler e Pimenta (2002) e Norman (2019), o pensamento de Krug (2014) complementa a ideia de que a usabilidade tem relação com as pessoas e em como as mesmas entendem e utilizam o algo, e não necessariamente relacionada com a tecnologia em si. Isso ocorre porque, enquanto a tecnologia é modificada rapidamente, as pessoas se modificam lentamente.

A norma ISO/IEC 25000, referente a Requisitos e Avaliação de Qualidade de Sistemas e Software (SQuaRe), estabelece uma estrutura para a avaliação da qualidade do software, dividida em cinco subnormas, sendo uma delas a ISO/IEC 25010, que define características de qualidade como adaptabilidade e usabilidade. A adaptabilidade refere-se à capacidade de um sistema ser eficaz e eficiente em sua migração para diferentes plataformas de hardware e software, enquanto a usabilidade, avaliada sob uma perspectiva quantitativa, considera o grau de satisfação, eficiência e eficácia na utilização do sistema, englobando subcaracterísticas como acessibilidade, operabilidade e aprendizagem (ISO/IEC, 2014).

Conjuntamente à ergonomia da interação homem-sistema relatada na International Organization for Standardization (ISO 9241-11:2018), (ISO, 2018), na subseção 11 focada para a usabilidade, encontra-se a acessibilidade que tem como objetivo tornar proveitoso a interface para qualquer indivíduo, independente de deficiência física, sensorial ou cognitiva.

A atratividade refere-se a capacidade de um site ou aplicativo web de atrair e reter a atenção dos usuários de forma positiva. Alguns aspectos que podem ser levados em consideração são o *design* visual atraente, a usabilidade, a facilidade de navegação, a adaptabilidade, a responsividade, a segurança e a confiança.

2.4. Trabalhos Relacionados

Existem sistemas *web* que usam gamificação para o aprendizado de conceitos matemáticos. Esta subseção apresenta alguns sistemas existentes relacionados ao que abrange o presente projeto, com propósito de realizar uma análise comparativa.

Kahoot! (2013), fundado por Morten Versvik, Johan Brand e Jamie Brooker, com lançamento em março de 2013, é uma plataforma educacional iterativa baseada em jogos, que comporta *games* com perguntas e respostas utilizando múltiplas escolhas, e permite que vários *players* possam estar conectados ao mesmo tempo. O sistema pode ser acessado tanto por meio de um navegador web quanto também pelo próprio aplicativo Kahoot!.

O jogo básico do Kahoot! permite ao professor criar uma atividade com um quiz de 2 a 4 alternativas como representado na Figura 2 (a) e a pontuação é calculada pela exatidão da resposta, assinalada a resposta correta quanto mais rápido maior será a nota. Além disso, contém um temporizador decrescente, o qual informa o tempo em que pode ser respondida a questão e, ao final da atividade, é disponibilizado um *ranking* que leva em conta tanto a exatidão das respostas quanto o tempo levado para responder. Suas funcionalidades básicas estão disponíveis na versão gratuita e há também outros planos pagos que garantem outras funções, como suporte de inteligência artificial.

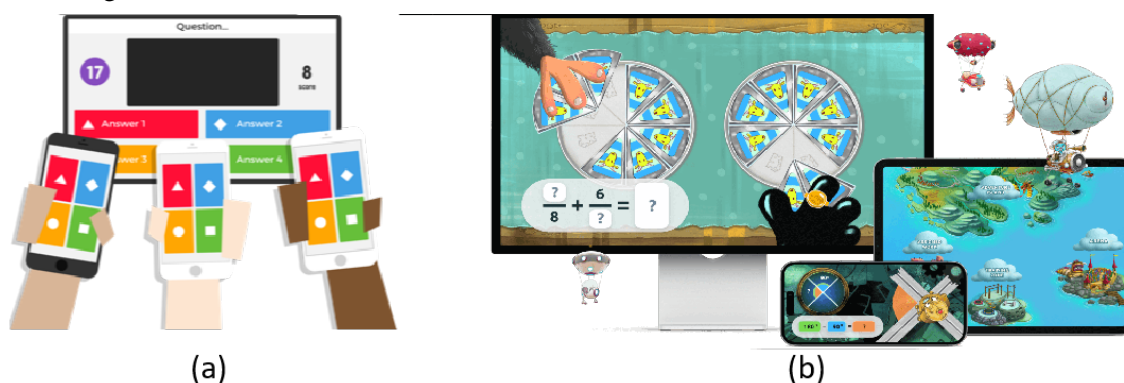


Figura 2. Kahoot! e Matific.

Matific (2012) é uma plataforma de aprendizagem inteligente que oferece as atividades de matemática de uma maneira divertida para os alunos, criada em 2012 por Dennis Szyller, Figura 2 (b). Ele possui uma versão *mobile*, que pode ser acessada *offline* não sendo totalmente necessário conexão WIFI, para celulares e *tablets*, e versão *web*. Essa plataforma é certificada pela kidSAFE, o que garante que ela cumpre altos padrões de segurança e proteção da privacidade das crianças, proporcionando um ambiente seguro para o aprendizado. Isso significa que os dados dos usuários, especialmente dos menores, são protegidos conforme as regulamentações de privacidade mais rigorosas.

O currículo da escola é usado para deixar alinhado os conteúdos abordados pelo Matific. Alguns recursos podem ser acessados no plano grátis, ao experimentar essa versão pode-se escolher uma entidade dentre elas: pais, alunos, professores ou líderes escolares, porém o suporte para painel do responsável é somente aberto quando adquirido o plano pago.

MathGames (2012) é uma plataforma que hospeda jogos lúdicos, projetados para ensinar matemática básica à crianças, criado pela empresa TeachMe sediado principalmente no Estados Unidos e Canadá, portanto, o alinhamento curricular é condizente com escolas da América do Norte. Ele comporta vários jogos, como mostra a Figura 3 (a), entretanto, o acesso completo é somente garantido por meio do plano *premium*.

O Math Games pode ser baixado e usado como um aplicativo, e também acessado pela web. Embora os jogos desta plataforma tenham foco nos alunos, ela oferece suporte aos profes-

sores, escolas e parentes, como por exemplo os docentes conseguem utilizá-lo juntamente com *Google Classroom*.

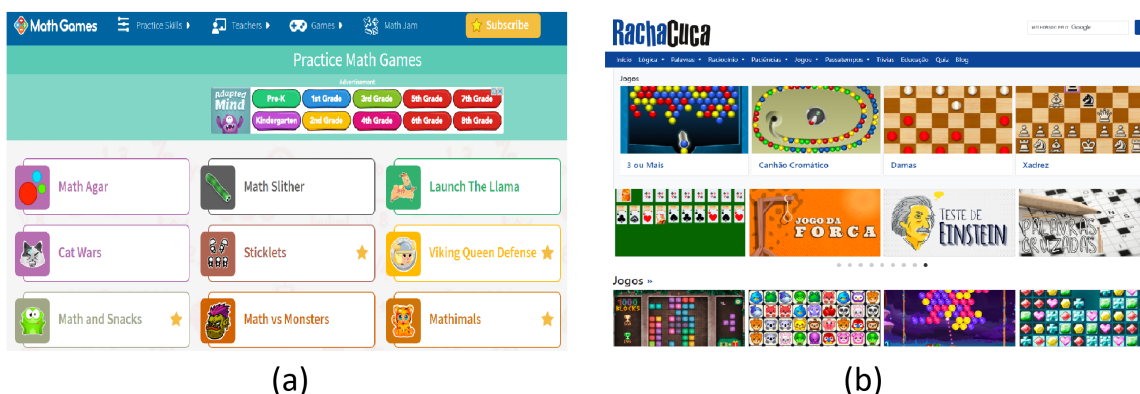


Figura 3. Math Games e Racha Cuca.

RachaCuca (1984) é mantido por Tiago Serafim e Vinicius Serafim, ambos formados em bacharel de Ciência da Computação pela Unicamp. Este site apresenta uma *interface* intuitiva com uma diversidade de jogos *online*, e desafios diários que mantém o engajamento dos usuários, Figura 3 (b).

Além de *games*, como por exemplo charadas, xadrez e anagramas, contém uma área dedicada aos estudos direcionados ao ensino médio, abordando assuntos e questões de vestibulares. Diferentemente dos sistemas apresentados, o Racha Cuca não foi desenvolvido com foco para estudantes do ensino fundamental II (de sextos aos nonos anos), mas sim para pessoas que querem passar tempo jogando algo e para alunos do ensino médio.

O Quadro 1 é composto pelos quatro trabalhos relacionados listados acima, com a intenção de compará-los, levando em consideração alguns critérios avaliativos: se o sistema é gratuito ou se é pago, se apresenta gamificação, se é responsável, se implementa a acessibilidade e se o sistema é específico da faixa etária do ensino fundamental II das escolas brasileiras.

Quadro 1. Sistemas relacionados.

	Gratuito	Pago	Gamificado	Responsividade	Acessibilidade	Faixa Etária
Kahoot!	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
Matific	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
Math Games	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não
Racha Cuca	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Não

No Quadro 1, cada célula é preenchida pela escrita “Sim” ou “Não”, que corresponde se o critério, da coluna, está presente ou ausente no sistema, linha, avaliado respectivamente. Cada critério levado em análise pode ser compreendido como:

- **Gratuito:** Quando o sistema possui suas funcionalidades abertas (de modo gratuito), em que o usuário não necessita colocar dinheiro para que possa navegar e usufruir de suas funções.
- **Pago:** Quando as funcionalidades do sistema são somente possíveis de ser usufruídas a partir de um plano semanal, mensal ou anual a ser pago.
- **Gamificado:** Se o sistema abrange alguns dos conceitos de gamificação, como por exemplo conter uma narrativa (história do herói); como também um sistema de pontuação e recompensa para que possa ter relações entre os usuários tanto de competição quanto de colaboração; níveis e progressão para possa ver um crescimento contínuo promovendo assim uma motivação crescente.

- Responsividade: Se o sistema consegue ser acessado e navegado corretamente mesmo em diferentes dispositivos, como *desktop*, *smartphone* e *tablets*, com o ajuste dos tamanhos de telas e imagens, sendo assim as funções, indiferentemente de máquinas, são visíveis de modo que o *layout* seja flexível.
- Acessibilidade: Se as interfaces do sistema são simples e autoexplicativas, promovendo assim a usabilidade das funcionalidades de forma que qualquer pessoa consiga navegar facilmente de maneira proveitosa.
- Faixa etária: Se tem como foco principal do sistema, a grade curricular do ensino fundamental II das escolas brasileiras, portanto o sistema é proveitoso de conteúdos específicos para alunos da faixa etária compreendida dos sextos aos nonos anos.

Ao analisar e comparar os sistemas relacionados, é possível elencar os pontos positivos dos trabalhos e também destacar o diferencial do sistema a ser criado neste projeto. Visto que este artigo indica diretamente um sistema web gamificado, de modo gratuito e responsivo que atenda a necessidade de docentes e discentes presentes na faixa etária que compreende o ensino fundamental II.

3. Desenvolvimento do Projeto

Esta seção está dividida em seis subseções principais com a última subdividida em duas partes. A primeira subseção traz o levantamento que foi feito com os docentes sobre as dificuldades enfrentadas pelos alunos. A segunda descreve brevemente as tecnologias e ferramentas utilizadas. A terceira, contém os requisitos funcionais e não funcionais. Na quarta são mostrados os protótipos de interface. A quinta exemplifica a modelagem relacional do banco de dados e o último abrange a implementação. Na sexta subseção são apresentados trechos de códigos, primeiramente, sobre o jogo desenvolvido, seguidos sobre questões relacionadas à segurança.

3.1. Levantamento Preliminar com Docentes

Para compreender melhor as dificuldades enfrentadas pelos alunos da rede municipal de ensino de Lages, foi aplicado um questionário, utilizando a ferramenta *Google Forms*, para os professores de matemática que participam do projeto de extensão código PJ010-2024 “Construção e Aplicação de Estratégias Diferenciadas para o Ensino de Conteúdos Matemáticos em Articulação com Docentes do Ensino Fundamental”. Este projeto é realizado pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC), câmpus Lages, junto com a Secretaria Municipal de Educação do município de Lages (SMEL) e tem como objetivo capacitar docentes no ensino da matemática, alinhando-se às tendências atuais em educação matemática.

Dos 7 professores envolvidos no projeto, 4 responderam ao questionário. A confidencialidade das respostas foi garantida, assegurando que não houvesse identificação individual dos participantes. Essa medida visou garantir a veracidade dos resultados e promover uma participação livre e imparcial de todos os envolvidos.

O questionário compreendia um total de 7 perguntas, das quais 5 eram obrigatórias e 2 opcionais. Os dados brutos encontram-se no Apêndice A. As perguntas são:

1. A escola que você trabalha tem acesso a internet e computadores para os alunos?
2. Qual série você sente que tem mais dificuldade em matemática, normalmente?
3. Quais conteúdos você percebe que os alunos têm mais dificuldades em aprender?
4. Quais conteúdos você tem mais dificuldades em ensinar?
5. Você acha que se os alunos tivessem acesso a algum jogo relacionado à matemática eles teriam mais facilidade em absorver os conteúdos?
6. Se sim, você usaria esse jogo em sala de aula?

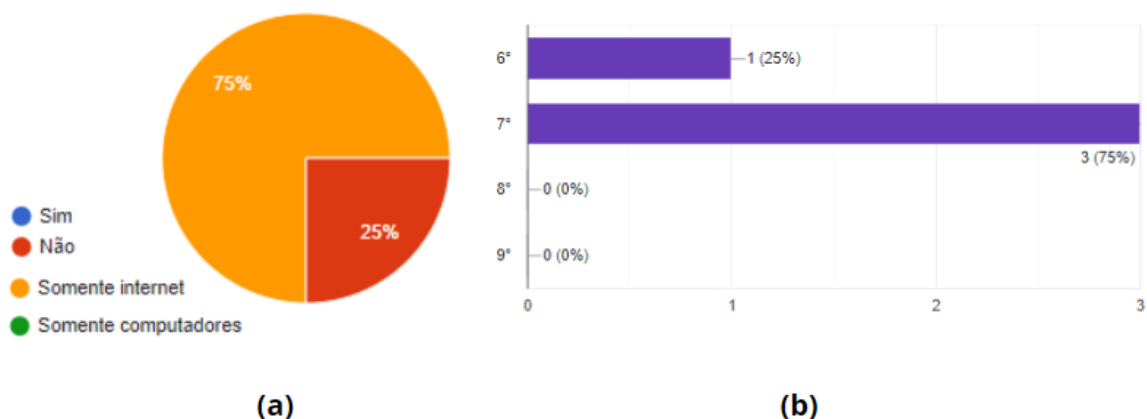


Figura 4. Respostas para a pergunta 1 e 2

Na Figura 4 (a) é mostrado um gráfico de pizza contendo o percentual de respostas para a pergunta “A escola que você trabalha tem acesso a internet e computadores para os alunos?”, dos professores que responderam, 75% disseram que tem acesso somente a internet e 25% não tem acesso nem a computador e nem a internet. É possível perceber que das respostas obtidas nenhuma escola concede aos alunos acesso a computadores.

A Figura 4 (b), contém as respostas para a pergunta “Qual série você sente que tem mais dificuldade em matemática, normalmente?”, 1 professor disse que a série que tem mais dificuldade é a 6ª, ou seja 25%, e 3 responderam 7ª série, 75%. Isso indica que os docentes percebem a 7ª série como tendo mais dificuldade em aprender matemática.

Diferente das primeiras perguntas do questionário, a terceira pergunta “Quais conteúdos você percebe que os alunos têm mais dificuldades em aprender?” e quarta “Quais conteúdos você tem mais dificuldades em ensinar?” foram perguntas abertas. As respostas da pergunta três foram as seguintes: Equações e Polinômios; Equação; Divisores e Equações; e Polinômios e Equações. E para a quarta foram: Equações; Geometria Plana; Frações; e Equações de Segundo Grau.

Como pode ser observado, a partir das respostas da pergunta 3 e 4, equações e polinômios são objetos de dificuldade ou que merecem algum tipo de atenção na aprendizagem dos discentes por meio de sistemas voltados mais à gamificação.

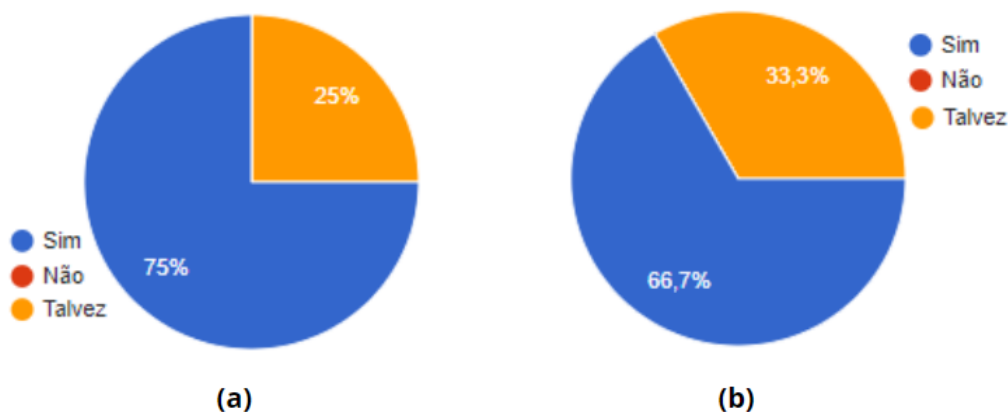


Figura 5. Respostas para a pergunta 5 e 6

A Figura 5 (a) ilustra as respostas para a pergunta “Você acha que se os alunos tivessem acesso a algum jogo relacionado à matemática eles teriam mais facilidade em absorver os conteúdos?”. 75% dos professores concordaram que sim um jogo poderia ajudar no ensino e 25% disseram que talvez o jogo ajudasse. Essas respostas indicam que os professores entrevistados

concordam que o uso de jogos pode ajudar os alunos na aprendizagem. Já na pergunta 6 “Se sim, você usaria esse jogo em sala de aula?”, que não era obrigatória e foi respondida apenas pelos professores que concordaram com a questão anterior, o gráfico está representado na Figura 5 (b), 66,7% dos professores disseram que usariam um jogo para o auxílio do ensino e 33,3% disseram que talvez usassem.

A última pergunta “Gostaria de dar alguma sugestão de como poderia ser esse jogo?” também caracterizada como aberta, foi obtido somente uma resposta: “Talvez, envolvendo figuras”.

3.2. Tecnologias Utilizadas

Para o desenvolvimento do *front-end* do projeto foi utilizado o Vue.js (2014), que é um *framework* JavaScript de código-aberto, para a criação de aplicações web, focado no desenvolvimento de interfaces de usuário, criado por Evan You em 2014. Ele é amplamente reconhecido pela sua simplicidade e flexibilidade, permitindo aos desenvolvedores criar aplicações web interativas de forma eficiente.

O *back-end* foi desenvolvido com Django (2005), um *framework* web de alto nível, escrito em Python, que foi criado originalmente como sistema para gerenciar um site jornalístico na cidade de Lawrence, no Kansas. Ele possui um conjunto de funcionalidades integradas que abrangem desde a criação de Interfaces de Programação de Aplicação (API) até administração de bancos de dados. Ele promove práticas como DRY (Don't Repeat Yourself) e é altamente escalável, sendo utilizado por grandes empresas e startups para construir desde simples sites até aplicações complexas.

Para o banco de dados, foi utilizado o SQLite, que é o sistema de gerenciamento de banco de dados padrão no Django. O SQLite é um banco de dados leve e eficiente, ideal para projetos de pequeno a médio porte ou para desenvolvimento inicial, pois ele não requer a instalação de um servidor de banco de dados separado e armazena os dados em arquivos locais.

Além disso, foi utilizado o Bootstrap (2011) para garantir a responsividade da interface. O Bootstrap é um *framework* de código aberto voltado para o desenvolvimento de interfaces web, permitindo que as aplicações sejam exibidas corretamente em diferentes dispositivos e tamanhos de tela.

3.3. Requisitos Funcionais e Não Funcionais

O Quadro 2 apresenta os requisitos funcionais (RF) essenciais e importantes para o sistema de gamificação proposto. Estes requisitos descrevem as principais funcionalidades que tanto alunos quanto professores devem ser capazes de utilizar. Cada requisito funcional é classificado de acordo com sua importância para o funcionamento básico e avançado do sistema.

Quadro 2: Requisitos Funcionais do Sistema.

Identificador	Descrição	Classificação
RF1	O sistema deve ter um jogo contendo 10 níveis de perguntas e respostas, classificados por complexidade (fácil, médio e difícil). As perguntas de menor complexidade devem estar nos primeiros níveis e as mais difíceis nos níveis finais. Este jogo deve ser acessado pelo aluno após ele digitar o nome completo e a chave de acesso do jogo na tela inicial.	Essencial
RF2	O aluno deve ser capaz de ver sua pontuação atual a todo momento na tela de níveis do jogo.	Essencial

Identificador	Descrição	Classificação
RF3	O aluno deve ser capaz de responder a perguntas matemáticas de múltipla escolha (com quatro alternativas) em cada nível do jogo.	Essencial
RF4	Em cada pergunta do jogo, o aluno deve receber feedback imediatamente após o registro de sua resposta. Este feedback deve indicar se a resposta fornecida está correta ou não.	Essencial
RF5	O aluno deve receber pontuação baseada em suas tentativas: 30 pontos para a primeira tentativa, 20 pontos para a segunda tentativa, e 10 pontos para a terceira tentativa.	Essencial
RF6	O professor deve ser capaz de se registrar no sistema com as seguintes informações obrigatórias: nome, e-mail e senha.	Essencial
RF7	O professor deve ser capaz de fazer login no sistema usando seu e-mail e senha. Ao fazer o login corretamente, o mesmo deve ser direcionado para uma tela <i>home</i> .	Essencial
RF8	A partir da tela de cadastro de turma, o professor deve ser capaz de criar uma nova turma, preenchendo os campos obrigatórios: nome da turma, escola, série e ano.	Essencial
RF9	O professor deve ser capaz de visualizar todas as turmas existentes que ele criou.	Essencial
RF10	O professor deve ser capaz de visualizar o progresso e a pontuação de cada aluno por meio de uma tabela, podendo escolher visualizar os dados de uma turma específica.	Essencial
RF11	O professor deve ser capaz de baixar um arquivo PDF contendo um tabuleiro de jogo em formato analógico que reflita o progresso dos níveis. O tabuleiro deve incluir problemas matemáticos para os alunos resolverem.	Importante
RF12	O sistema deve fornecer mensagens de incentivo para o aluno quando ele errar uma pergunta, incentivando-o a continuar tentando.	Importante
RF13	O jogo deve incluir um sistema de incentivos para motivar o aluno a continuar jogando. Esses incentivos podem incluir a retirada de 2 alternativas erradas, auxiliando em 50% de chances do usuário acertar, quando ele errar 2 perguntas seguidas.	Importante
RF14	O sistema deve incluir um ranking de pontuação. Este ranking deve ser visível para o aluno.	Desejável
RF15	O sistema deve permitir ao professor criar novas perguntas matemáticas, que serão armazenadas em um banco de dados. Cada pergunta deve incluir um texto descritivo da questão, quatro alternativas de resposta, sendo que uma delas deve conter um campo indicando resposta correta, e a complexidade (fácil, médio, difícil).	Essencial
RF16	O professor deve ser capaz de configurar um jogo para a sala de aula selecionando quantas perguntas de cada complexidade ele deseja incluir. O sistema deve permitir a configuração de perguntas fáceis, médias e difíceis para cada jogo.	Essencial
RF17	O sistema deve disponibilizar um banco de dados com todas as perguntas criadas, permitindo a busca e filtragem por complexidade e outros critérios.	Essencial

O Quadro 3 detalha os requisitos não funcionais (RNF) para o sistema de gamificação. Esses requisitos são fundamentais para garantir que o sistema seja seguro, acessível e eficiente na proteção e gerenciamento dos dados pessoais dos professores, bem como na experiência do usuário durante a interação com o jogo em diferentes dispositivos. A implementação cuidadosa desses RNFs é crucial para atender às expectativas dos usuários e sucesso do sistema.

Quadro 3: Requisitos Não Funcionais do Sistema.

Identificador	Descrição	Categoria
RNF1	O armazenamento das senhas dos usuários deve ser realizado por meio de hash criptográfico utilizando algum dos métodos do algoritmo SHA.	Segurança
RNF2	A interface do sistema deve ser responsiva, adaptando-se de forma adequada a qualquer tamanho de tela, desde dispositivos móveis até desktops.	Usabilidade
RNF3	A cada erro cometido pelo aluno, o sistema deve exibir uma mensagem de incentivo para encorajá-lo a continuar. Além disso, após cada dois erros consecutivos, o sistema deve reduzir duas alternativas erradas nas perguntas subsequentes. Se o aluno acertar a pergunta, o contador de erros é reiniciado e o sistema de apoio é zerado.	Usabilidade
RNF4	O professor só pode ter acesso as turmas que ele cadastrou, incluindo o progresso dos alunos.	Segurança

3.4. Projeto de Interface

Nesta subseção, são exibidas imagens do protótipo de interface criado na plataforma Figma (2016). Esse protótipo foi desenvolvido com o objetivo de fornecer uma visão preliminar da apresentação da interface ao usuário, permitindo a melhor compreensão do fluxo e a disposição dos elementos visuais antes da implementação efetiva do sistema. É importante observar que, como se trata de uma representação e não do sistema final, a configuração e o *layout* dos componentes podem ser ajustados ou alterados após a implementação.



Figura 6. Protótipo de tela inicial e mapa.

A Figura 6 (a) mostra a tela inicial do sistema, na qual os usuários são recebidos com uma mensagem de boas-vindas ao sistema gamificado “Universo da Matemática”. Essa tela inicial é a primeira interação dos alunos com o sistema e contém os campos para o preenchimento de informações básicas, como o nome completo, a turma e o pin do jogo. Após preencher os campos necessários, os alunos podem clicar no botão “Jogar”, iniciando sua participação no jogo, seguindo o requisito funcional.

Após o aluno clicar no botão “Jogar”, ele será levado para a tela do mapa, que consiste em uma série de 10 níveis, conforme ilustrado na imagem (b) da Figura 6. Cada nível é composto por uma pergunta e quatro alternativas, e o discente deverá acertar a questão para liberar o próximo nível.

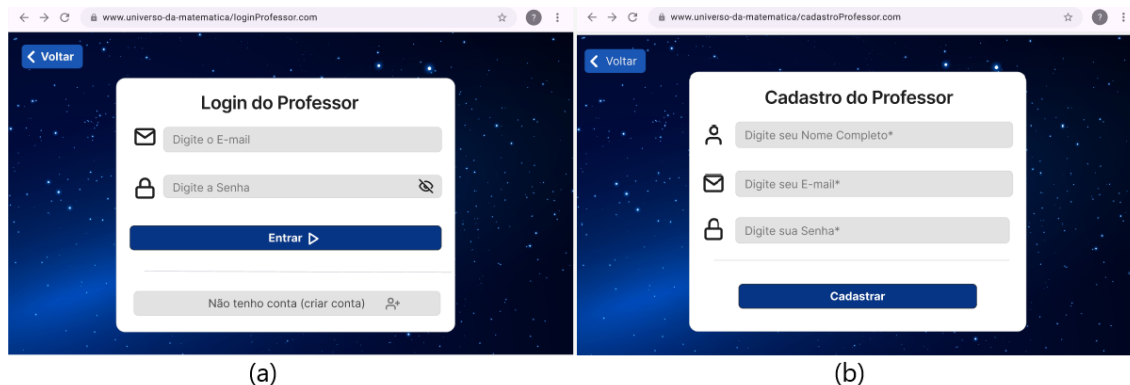


Figura 7. Protótipos das telas de login e cadastro do professor.

Quando o usuário for um professor, o processo de acesso da plataforma será iniciado ao clicar no botão “Portal Professor”. Após essa ação, o professor será redirecionado para uma tela de *login*, como ilustrado na Figura 7 (a), onde deverá preencher ambos os campos obrigatórios (email e senha (RF). O email é utilizado para identificação do usuário na plataforma, enquanto a senha é a chave de segurança que garante o acesso da área do docente.

Caso o docente não tenha um cadastro no sistema, ele poderá se registrar acessando o campo “Não tenho conta”. Ao clicar nessa opção, ele será direcionado para a tela de cadastro, conforme ilustrado na Figura 7 (b). Nessa tela, será necessário preencher três campos obrigatórios para completar o processo de criação de seu perfil: nome completo, email e senha (RF6) Após preencher todos os campos corretamente, o professor poderá criar sua conta e, em seguida, realizar o *login* para acessar as funcionalidades do sistema.

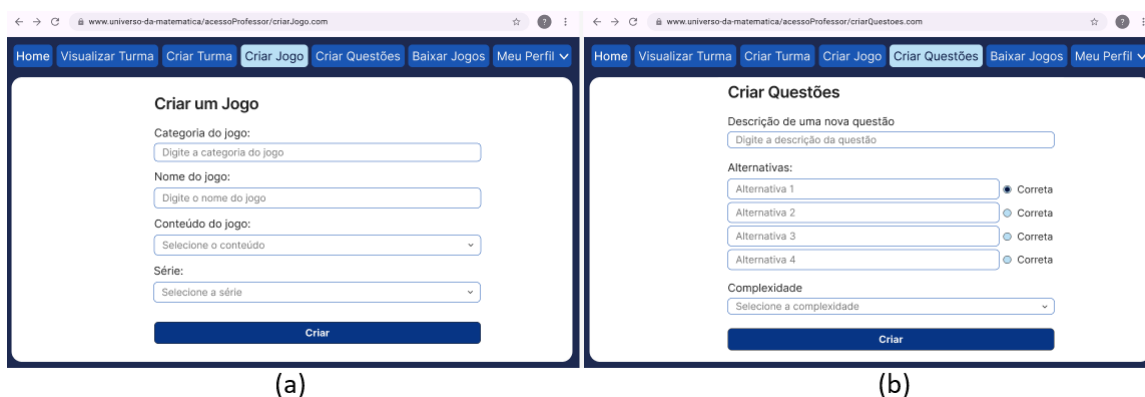


Figura 8. Protótipo de tela de cadastro de jogos e questões.

O acesso das telas de criação de jogos e questões é exclusivo para o docente, ou seja, apenas o professor, após realizar o login em sua conta, terá a possibilidade de cadastrar novos jogos e questões. A Figura 8 (a) ilustra a tela de criação de jogos, onde o usuário deve inserir os dados como categoria, nome do jogo, conteúdo e série. Na parte superior da tela, há sete campos que podem ser selecionados, e o campo “Criar Jogo” é o que, ao ser clicado, habilita a tela de criação de jogos. Após preencher os campos necessários com as informações correspondentes, ele pode clicar no botão “Criar” para adicionar um novo jogo na plataforma.

Já na segunda tela, ilustrada na Figura 8 (b), o professor poderá criar questões personalizadas para suas atividades. Nesta tela, ele precisa preencher a descrição da pergunta, oferecer

quatro alternativas e marcar qual delas é a correta. Além disso, deve-se indicar o nível de complexidade da questão, para a organização do banco de questões de acordo com a dificuldade desejada (RF15). Após preencher todos os campos o docente pode clicar no botão “Criar”, e a questão será automaticamente registrada no sistema, podendo ser utilizada em jogos.

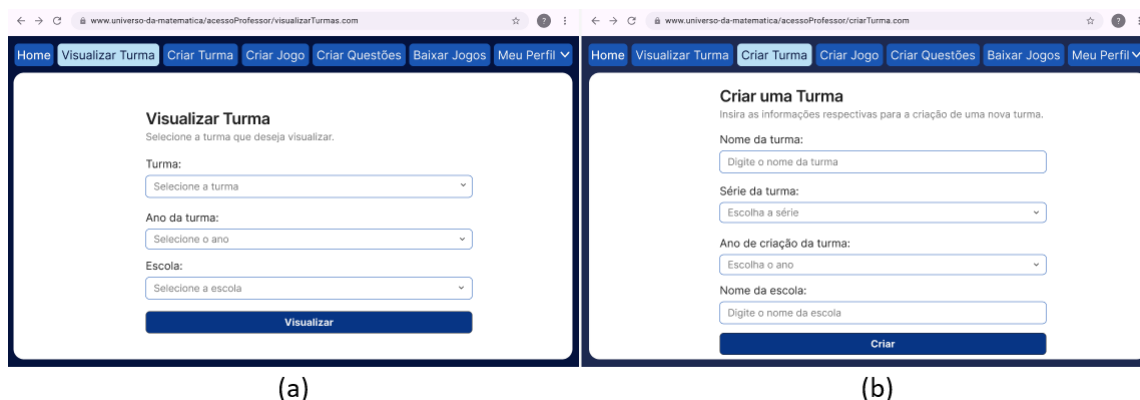


Figura 9. Protótipo de tela de visualização e cadastro de turma.

Na visualização de turma Figura 9 (a) o professor terá acesso a pontuação de todos os alunos da turma que ele escolher (RF9 e RF10). Para isso, o docente deve selecionar a turma, o ano e a escola em questão que deseja visualizar, e clicar no botão “Visualizar”.

Para situações em que tanto o professor quanto os alunos não tenham acesso a internet ou computadores durante as aulas, a plataforma oferece uma solução prática e acessível. O docente pode baixar um tabuleiro em formato A4, que pode ser impresso e utilizado em sala. Junto ao tabuleiro, o docente também recebe fichas com perguntas matemáticas que devem ser respondidas pelos estudantes durante o jogo. Esse recurso permite que o ensino de matemática seja realizado de maneira interativa, mantendo a dinâmica de jogo, mesmo sem acesso à *internet* nas escolas (RF11).

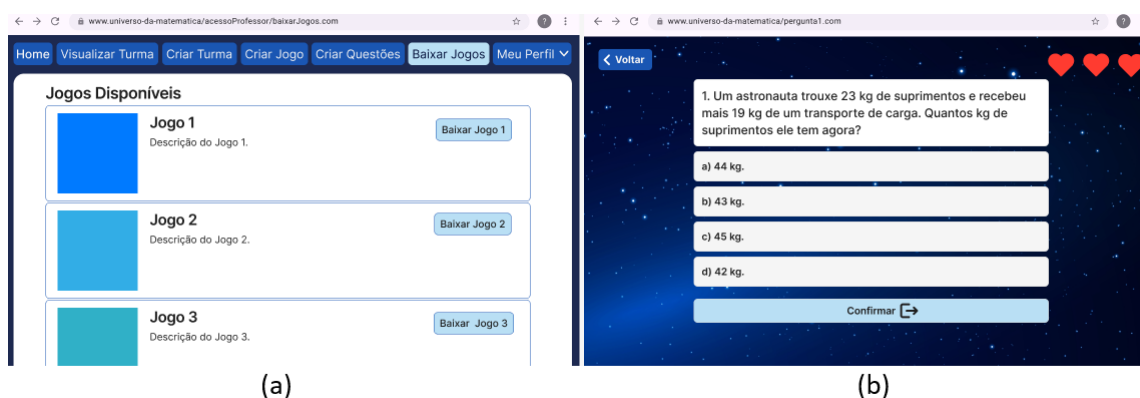


Figura 10. Protótipo de tela dos jogos e questão.

Para visualizar os jogos já cadastrados, basta clicar no campo superior “Baixar Jogos” e a tela da Figura 10 (a) será inicializada. Essa consiste em uma lista de jogos com uma imagem ilustrativa do jogo, seu nome e uma breve descrição. Além disso nesta mesma página o professor poderá baixar o jogo que escolher quando clicar no botão respectivo de cada jogo.

O sistema de pontuação segue uma lógica progressiva e está ligado ao número de tentativas feitas pelo aluno. Ele inicia cada nível com 3 vidas, que estão localizadas no canto superior direito da tela e quando acerta uma pergunta, ele ganha uma quantidade de pontos de acordo com a tentativa, se acertar na primeira tentativa recebe 30 pontos, na segunda tentativa acumula 20 pontos, e se acertar na terceira, conquista 10 pontos. Caso o discente não consiga responder

corretamente após três tentativas, ele não receberá pontos. A cada tentativa em que for assinalada a alternativa incorreta ele perde uma vida. Quando as vidas se esgotarem, o aluno não pode mais tentar responder a pergunta e não acumula pontos, Figura 10 (b).

3.5. Modelagem do banco de dados

O modelo relacional do banco de dados proposto, ilustrado na Figura 11, visa suportar todas as funcionalidades essenciais descritas na seção 3.2. Este modelo é composto por tabelas relacionadas que representam os dados dos principais atores e suas interações dentro do sistema educacional gamificado.

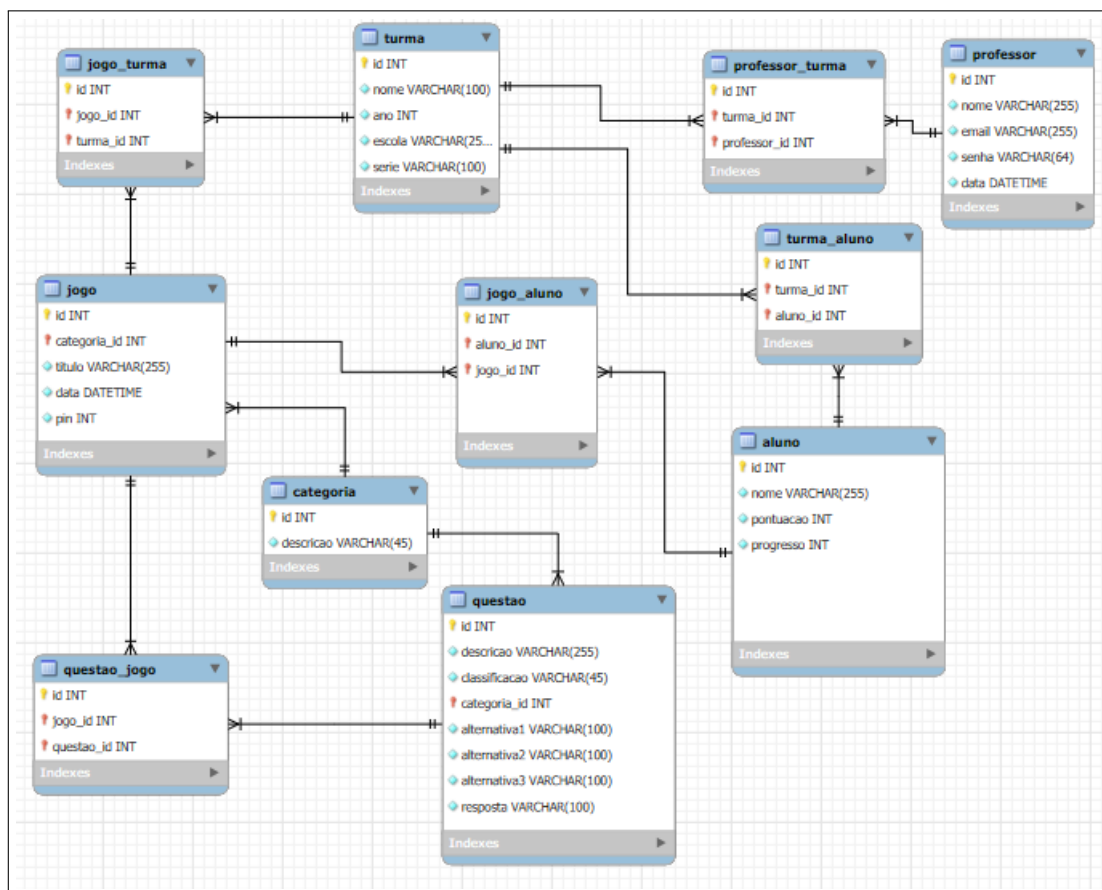


Figura 11. Modelo Entidade Relacionamento do Banco de Dados.

O diagrama ilustra os relacionamentos entre diferentes entidades no sistema de gerenciamento de turmas e jogos educacionais. Cada aluno pode pertencer a várias turmas e cada turma pode ter vários alunos através da tabela intermediária `turma_aluno`, alinhando com o requisito funcional RF8 e RF9.

Os professores podem ter várias turmas, estabelecendo a relação através da tabela `professor_turma`, permitindo que professores criem e gerenciem turmas (RF8, RF9 e RF10). Jogos são vinculados a turmas (`jogo_turma`) e alunos (`jogo_aluno`), com a possibilidade de acompanhar o progresso e pontuação dos alunos (RF2, RF10).

Conforme o requisito RF1, um jogo contém várias questões, representadas na tabela `questao_jogo`, questões têm 3 alternativas e uma resposta correta apenas. As questões e jogos pertencem a categorias específicas, organizando-os em diferentes temas e níveis de dificuldade. Isso pode assegurar que os jogos ofereçam um desafio crescente aos alunos, conforme as necessidades do sistema.

3.6. Implementação

Esta subseção contempla as partes principais da implementação do sistema web gamificado. Foi selecionada e aplicada a arquitetura do projeto baseada no padrão MVC (*Model-View-Controller*), que permite a separação de responsabilidades. O *Model* corresponde aos arquivos *models.py* do Django, responsáveis pela definição da estrutura de dados e interação com o banco de dados. O *View* é composto pelas *views.py* do Django, que lidam com a renderização das páginas, e pelos *components* do Vue.js, responsáveis pela interação dinâmica no lado do cliente. Por fim, o *Controller* é representado pelas lógicas de controle, que se encontram tanto nas *views.py* do Django, no *back-end*, quanto nos componentes Vue.js, no *front-end*, onde as interações com o usuário e a lógica de aplicação são gerenciadas.

Sendo assim, o *back-end* é responsável pela lógica de negócios e pela interação com o banco de dados, e contém o arquivo *models.py* que armazena os dados dos objetos, o *views.py* onde são descritas todas as chamadas como *GET*, *POST*, *PUT* e *DELETE* e também o arquivo *url.py* que contém os caminhos/rotas de acesso, enquanto o *front-end* desenvolvido em Vue.js, cuida da apresentação e da experiência dos usuários.

O GitHub ¹ é utilizado como sistema de controle de versão, para assegurar um gerenciamento eficiente das versões e facilitar a colaboração entre ambas as partes dos desenvolvedores. Além disso, a estrutura de *branches* inclui uma *branch main* que comporta o *front-end* e outra específica para o *back-end*, permitindo o desenvolvimento de novas funcionalidades e a correção de *bugs* de forma organizada e simultânea.

O ambiente de desenvolvimento utilizado foi o Visual Studio Code, que contribui para a eficiência do desenvolvimento paralelo, oferecendo recursos como controle de versão integrado e extensões úteis para ambos os *frameworks*.

3.6.1. Implementação do Jogo

No trecho de código apresentado na Implementação 1, é realizado a criação do mapa do jogo, cada nível é representado por um botão arredondado, o único botão clicável é o nível em que o jogador se encontra. A definição dos pontos em que os botões ficarão foram feitas entre as linhas 40 a 51.

Entre os botões foi feita uma linha branca pontilhada, para criar essa linha foi usado um *Scalable Vector Graphics* (SVG) que permite a criação de formas geométricas como linhas, curvas e formas complexas, diretamente no código HTML. Nas linhas 6 a 17 foi definido os pontos onde a linha faz as curvas e as transições. O resultado dessa implementação está na Figura 12.

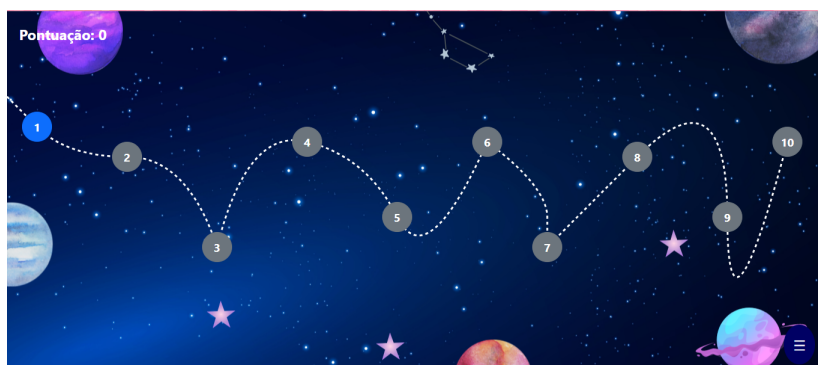


Figura 12. Tela do mapa.

¹Repositório disponível em: <https://github.com/StephanieMarcolino/universo-da-matematica>

```

1 <template>
2   <div class="vh-100 vw-100 background">
3     ...
4     <div class="level-map" ref="levelMap">
5       <svg class="vh-100" ref="svgMap">
6         <path d="M 0 150
7             T 50 200
8             T 200 250
9             T 350 400
10            Q 400 200, 500 225
11            T 650 350
12            T 800 225
13            Q 900 300, 900 350
14            T 900 400
15            T 1050 250
16            T 1200 350
17            T 1300 225" stroke="white" stroke-dasharray="5,5" stroke-width="3"
              fill="transparent" />
18
19         <g v-for="level in niveis" :key="level.id">
20           <foreignObject :x="level.x - 25" :y="level.y - 25" width="55" height="105">
21             <button type="button" :class="getLevelClass(level.id)"
22                 @click="isClickable(level.id) ? selectLevel(level.id) : null" >
23               {{ level.id }}
24             </button>
25           </foreignObject>
26         </g>
27       </svg>
28     </div>
29     ...
30   </div>
31 </template>
32
33 <script>
34 ...
35 export default {
36 ...
37   data() {
38     return {
39       ...
40       niveis: [
41         { id: 1, x: 50, y: 200 },
42         { id: 2, x: 200, y: 250 },
43         { id: 3, x: 350, y: 400 },
44         { id: 4, x: 500, y: 225 },
45         { id: 5, x: 650, y: 350 },
46         { id: 6, x: 800, y: 225 },
47         { id: 7, x: 900, y: 400 },
48         { id: 8, x: 1050, y: 250 },
49         { id: 9, x: 1200, y: 350 },
50         { id: 10, x: 1300, y: 225 },
51       ],
52       ...
53     }, ...
54 </script>

```

Implementação 1. Criação do Mapa

Seguindo os requisitos funcionais RF4, RF5 e RF12 foi implementado um sistema de vidas, representado por corações (linhas 3 a 7 da Implementação 2), cada vida é uma tentativa disponível para acertar a questão. Depois de realizar uma tentativa o jogador recebe um *feedback* com uma mensagem (linhas 9 a 16 da Implementação 2), em cada tentativa a mensagem muda como é possível ver na Implementação 3. Na Figura 13 é possível ver um exemplo de mensagem que aparece quando o jogador erra na primeira tentativa.

```

1 <template>
2   <div v-if="perguntaAtual" class="vh-100 vw-100 background">
3     <div class="vidas">
4       <div :class="{ 'coracao-cheio': vidas >= 1, 'coracao-vazio': vidas < 1
5         }"></div>
6       <div :class="{ 'coracao-cheio': vidas >= 2, 'coracao-vazio': vidas < 2
7         }"></div>
8       <div :class="{ 'coracao-cheio': vidas >= 3, 'coracao-vazio': vidas < 3
9         }"></div>
10      ...
11    </div>
12    <div v-if="exibirPopup" class="popup-container">
13      <div class="popup-content">
14        <div class="popup-icon">
15          
17          
19          
21          
23        </div>
24        ...
25      </div>
26    </div>
27  </div>
28 </template>

```

Implementação 2. Vidas e Mensagens

```

1 <script>
2 ...
3   methods: {
4     ...
5     conferir() {
6       ...
7       if (respostaCorreta.texto === respostaUsuario.texto) {
8         this.mensagem = this.vidas === 3
9           ? 'Incrivel! Voce acertou de primeira, excelente trabalho!'
10          : this.vidas === 2
11            ? 'Boa! Acertou na segunda tentativa, continue assim!'
12            : 'Ufa! Voce acertou no ultimo momento, parabens pela
13              persistencia!';
14       } else {
15         this.vidas--;
16         if (this.vidas > 0) {
17           this.mensagem = this.vidas === 2
18             ? 'Nao desista! Ainda tem mais duas chances!'
19             : 'Ultima tentativa! Pense com cuidado!';
20         } else {
21           this.mensagem = 'Voce perdeu todas as vidas. Nao desanime,
22             tente novamente!';
23         }
24       }
25     },
26   },
27 </script>

```

Implementação 3. Mensagens

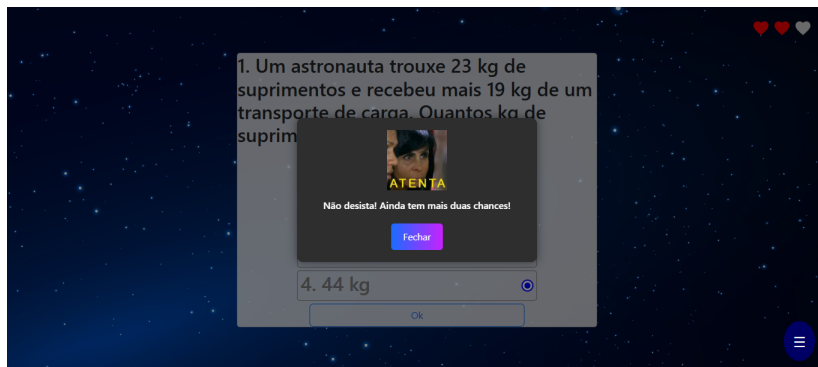


Figura 13. Mensagem com 2 vidas.

Antes de apresentar as alternativas de resposta ao jogador, o código apresentado na Implementação 4 executa uma função para embaralhá-las. A função *embaralharAlternativas* nas linhas 6 a 11 cria um *array* com a resposta correta e três alternativas incorretas. Em seguida, utiliza a função *shuffleArray* para embaralhar essas alternativas, garantindo que a resposta correta não esteja sempre na mesma posição.

Se o jogador cometer dois erros consecutivos, seguindo o RF13 e o RNF3, a função *removerAlternativasErradas* é chamada, removendo duas alternativas incorretas. Ela mantém a resposta correta e uma alternativa errada selecionada aleatoriamente, aumentando as chances do jogador acertar na próxima tentativa (Imagem (b) da Figura 14). Além disso, uma mensagem de auxílio é exibida para informar que a ajuda foi ativada nas linhas 16 e 17 (Imagem (a) da Figura 14). A função *shuffleArray*, a partir da linha 30, implementa o algoritmo de *Fisher-Yates* para garantir o embaralhamento eficiente do *array*.

```

1 <script>
2 ...
3   methods: {
4     ...
5     embaralharAlternativas() {
6       const alternativas = [
7         { texto: this.perguntaAtual.resposta, correta: true },
8         { texto: this.perguntaAtual.alternativa1, correta: false },
9         { texto: this.perguntaAtual.alternativa2, correta: false },
10        { texto: this.perguntaAtual.alternativa3, correta: false }];
11      this.alternativasEmbaralhadas = this.shuffleArray(alternativas);
12      if (this.errosConsecutivos >= 2) {
13        this.removerAlternativasErradas();
14        this.mensagem = 'Como voce errou duas vezes seguidas, duas alternativas
15          foram removidas para facilitar sua proxima tentativa!';
16        this.exibirPopup = true; } },
17      removerAlternativasErradas() {
18        const alternativasErradas = this.alternativasEmbaralhadas.filter(alt =>
19          !alt.correta);
20        const alternativaCorreta = this.alternativasEmbaralhadas.find(alt =>
21          alt.correta);
22        const alternativaExtra = alternativasErradas[Math.floor(Math.random() *
23          alternativasErradas.length)];
24        this.alternativasEmbaralhadas = this.shuffleArray([alternativaCorreta,
25          alternativaExtra]); },
26      shuffleArray(array) {
27        for (let i = array.length - 1; i > 0; i--) {
28          const j = Math.floor(Math.random() * (i + 1));
29          [array[i], array[j]] = [array[j], array[i]];
30        }
31        return array;
32      },
33    },
34  };
35 </script>

```

Implementação 4. Alternativas

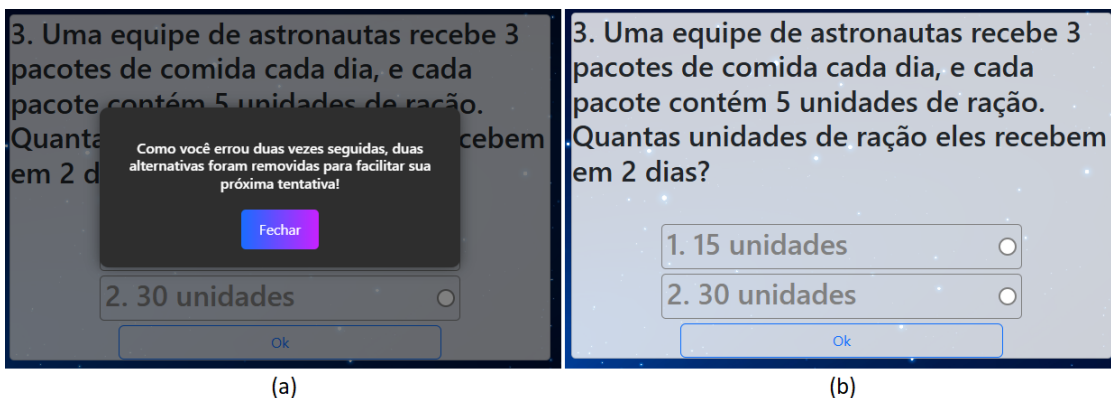


Figura 14. Telas erros consecutivos.

A Implementação 5 atende ao RF11, permitindo que o professor baixe um arquivo em pdf de um jogo analógico para ser usado em sala de aula com os alunos, especialmente em escolas que não tem acesso a computadores e à internet. O resultado final da tela está na Figura 15.

```

1 <template>
2   <div class="detalhe-jogo">
3     <h2>{{ jogo.nome }}</h2>
4     
5     <p class="descricao-jogo">{{ jogo.detalhes }}</p>
6     <a :href="/jogo${jogo.id}.pdf" :download="'jogo${jogo.id}.pdf'"
7       class="button-download">Baixar PDF do Jogo</a>
8     <button @click="this.$router.push({ name: 'imprimir-jogos' });">Voltar</button>
9   </div>
</template>

```

Implementação 5. Baixar Jogo



Figura 15. Tela Baixar Jogos.

3.6.2. Segurança

A segurança no desenvolvimento de sistemas web, especialmente em relação ao armazenamento de dados mais sensíveis como a senha do usuário, é um dos aspectos mais críticos. É importante armazenar as senhas de maneira segura pois é fundamental proteger os dados pessoais do usuário e garantir a integridade do sistema. Por isso, as senhas não devem ser armazenadas diretamente, em texto simples, no banco de dados. Em vez disso, é necessário usar técnicas de *hashing*, que transformam a senha original em uma chave mais longa e complexa, o que dificulta o acesso à forma real.

No desenvolvimento deste projeto, a segurança das credenciais do usuário professor é garantida através da utilização do algoritmo PBKDF2². Este algoritmo foi escolhido pois é indicado para sistemas que requerem autenticação de usuário e também para ambientes onde dados confidenciais necessitam ser protegidos. Ele faz parte do conjunto de métodos recomendados pelo Django para *hashing* de *passwords*.

O funcionamento desse algoritmo se dá com a entrada da senha do professor e de um *salt*, que é um valor aleatório gerado pelo próprio sistema. Em seguida é realizado o processamento, em que o PBKDF2 aplica iterações criptografando repetidamente, de maneira diretamente proporcional. Quanto maior o número de iterações mais difícil se torna para calcular a *hash* de todas as combinações possíveis de senhas. Como saída se tem um *hash* que fica armazenado no banco de dados. Sendo assim, o algoritmo PBKDF2 atende ao requisito de armazenamento seguro de senhas dos usuários usando hash criptográfico baseado em SHA (RNFI).

O arquivo *settings.py* deve conter a configuração do `PASSWORD_HASHERS` que determina qual algoritmo é utilizado, como mostra a Implementação 6. O algoritmo PBKDF2 é utilizado por padrão do Django e originalmente está configurado com 300.000 iterações.

```
1 ...
2 PASSWORD_HASHERS = [
3     'django.contrib.auth.hashers.PBKDF2PasswordHasher',
4 ]
5 ...
```

Implementação 6. Configuração do PBKDF2.

O modelo do usuário professor, com os campos de nome, email, senha e data, é descrito nas *models.py* como consta na Implementação 7. O Django cria as tabelas correspondentes aos modelos, que serão armazenados no banco de dados.

```
1 ...
2 class Professor(models.Model):
3     nome = models.CharField('nome', max_length=255, null=True, blank=False)
4     email = models.EmailField(unique=True)
5     senha = models.CharField('senha', max_length=64, null=True, blank=False)
6     data = models.DateTimeField(auto_now_add=True, null=True)
7 ...
```

Implementação 7. Models.py do Professor.

A Implementação 8, apresenta no arquivo *views.py* a parte do cadastro do professor com o dado da senha usando o *hash*, onde recebe dados via POST, gera o *hash* da senha usando *make_password*, e salva o novo professor no banco de dados. Na Implementação 9, recebe dados de *login* via POST, verifica o *email*, compara a senha fornecida com o *hash* da senha no banco usando *check_password* e retorna a resposta adequada.

```
1 ...
2 @csrf_exempt
3 def cadastrarProfessor(request):
4     if request.method == 'POST':
5         data = json.loads(request.body)
6         nome = data.get('nome')
7         email = data.get('email')
8         senha = data.get('senha')
9         senhaHash = make_password(senha)
10        novoProfessor = Professor(nome=nome, email=email, senha=senhaHash)
11        novoProfessor.save()
12        return JsonResponse({'message': 'Professor cadastrado com sucesso!'},
13                               status=201)
13 ...
```

Implementação 8. Cadastrar professor com senha em hash.

²Disponível em: <https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc2898#section-5.2>

```

1 ...
2 @csrf_exempt
3 def autenticarProfessor(request):
4     if request.method == 'POST':
5         data = json.loads(request.body)
6         email = data.get('email')
7         senhaInput = data.get('senha')
8         try:
9             professor = Professor.objects.get(email=email)
10        except Professor.DoesNotExist:
11            return JsonResponse({'error': 'Professor nao encontrado!'}, status=404)
12
13        if check_password(senhaInput, professor.senha):
14            return JsonResponse({'message': 'Login bem-sucedido!'}, status=200)
15        return JsonResponse({'error': 'Credenciais invalidas!'}, status=400)
16 ...

```

Implementação 9. Autenticar usuário professor.

4. Resultados e Discussões

Este sistema web gamificado foi avaliado nas dependências do IFSC, campus Lages, por 27 alunos do ensino fundamental II, de duas escolas públicas de Lages, nos dias 31 de Outubro e 01 de Novembro de 2024.

Para realizar a avaliação com os discentes foi permitido que cada aluno utilizasse o jogo uma vez, respondendo as 10 perguntas presentes no mapa do jogo, foram usados problemas matemáticos sobre universo para lembrar o tema do jogo. As perguntas podem ser vistas no Apêndice C.

Após jogarem os alunos responderam um questionário com 5 perguntas, sendo 4 delas obrigatórias, os dados brutos da pesquisa se encontram no Apêndice B. As perguntas são:

1. O quão fácil foi para você, a utilização do sistema?
2. Em relação ao jogo, em uma escala de 1 a 4, o quanto você considera que o sistema lhe incentivou nos estudos de Matemática?
3. Em relação a interface, em uma escala de 1 a 4, o quão atrativa você achou?
4. Você voltaria a jogar no sistema como um método de suporte nos seus estudos? Pode selecionar mais de uma opção.
5. Esta última questão é de livre escrita, não é obrigatória. Mas se desejar, deixe aqui suas sugestões, comentários ou críticas para o projeto.

A Figura 16 (a) contém as respostas para a pergunta “O quão fácil foi para você, a utilização do sistema?”, foi utilizado uma escala de 1 a 4, sendo 1 muito difícil e 4 muito fácil. Dos 27 alunos que responderam 19 acharam muito fácil a utilização, ou seja mais de 70% dos alunos não tiveram dificuldades em entender o funcionamento do jogo.

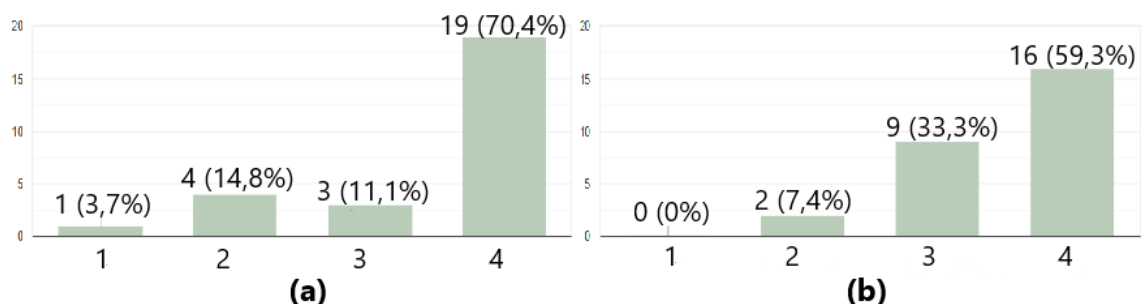


Figura 16. Respostas para a pergunta 1 e 2.

A Figura 16 (b) mostra as respostas para a pergunta “Em relação ao jogo, em uma escala de 1 a 4, o quanto você considera que o sistema lhe incentivou nos estudos de Matemática?”, sendo 1 para não incentivou e 4 para incentivou muito. Nesta questão, 16 alunos selecionaram a opção 4, indicando que o sistema os incentivou muito, enquanto 9 marcaram a opção 3, o que demonstra que também se sentiram incentivados.

A Figura 17 apresenta as respostas para a pergunta “Em relação a interface, em uma escala de 1 a 4, o quão atrativa você achou?”, na escala 1 corresponde a nada atrativa e 4 a muito atrativa. Os dados indicam que a maior parte dos alunos avaliou a interface positivamente, com 16 alunos classificando-a como muito atrativa (opção 4) e 8 alunos selecionando a opção 3, demonstrando satisfação com o aspecto visual do sistema.

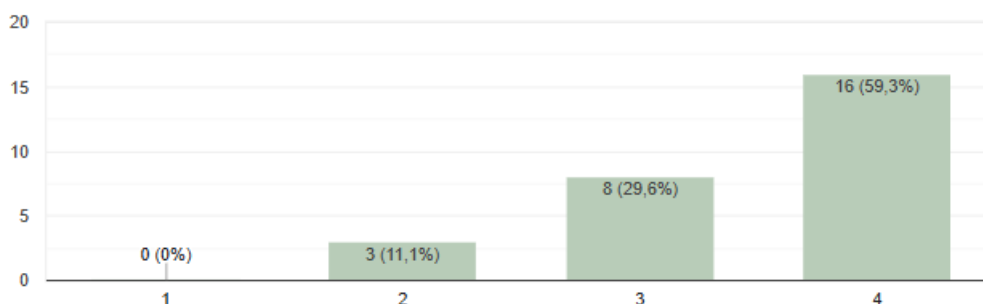


Figura 17. Respostas para a pergunta 3.

Na Figura 18, são exibidas as respostas à pergunta: “Você voltaria a jogar no sistema como um método de suporte nos seus estudos? Pode selecionar mais de uma opção.”. As respostas mostram que 18 alunos (66,7%) indicaram que voltariam a usar o sistema periodicamente, enquanto 8 alunos (29,6%) afirmaram que o utilizariam apenas em situações específicas, como ao precisar de ajuda em algum tema. Apenas 2 alunos (7,4%) declararam que não voltariam a utilizar o sistema.

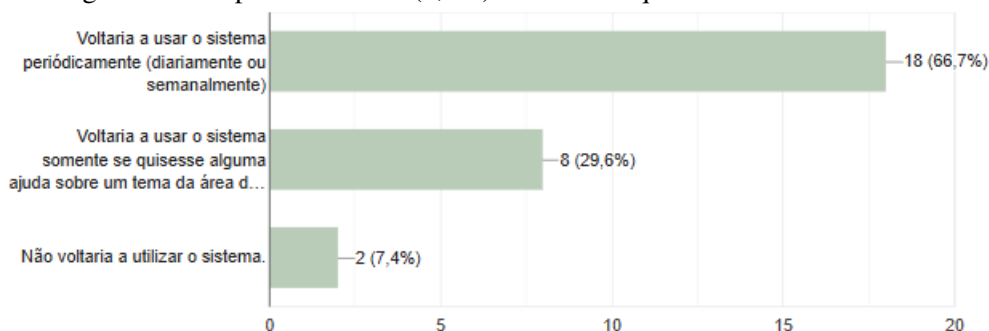


Figura 18. Respostas para a pergunta 4.

Na última questão: “Esta última questão é de livre escrita, não é obrigatória. Mas se desejar, deixe aqui suas sugestões, comentários ou críticas para o projeto.”, os alunos poderiam deixar sugestões, críticas ou comentários sobre o sistema. No total, 12 alunos responderam, e as respostas foram as seguintes:

- Gostei
- Gostei muito
- Foi boa gostei bastante
- Muito legal
- Joguinho muito top!! <3
- Achei bom e legal
- Achei bom, só acho que dava pra por a dificuldade da questão por série do aluno
- Achei bom, só acho que dava pra por a dificuldade da questão por série do aluno
- O jogo está muito bem elaborado e nos ajuda muito

A maioria dos alunos demonstrou gostar do jogo e deixou elogios, teve 2 alunos que deram a sugestão de colocar a dificuldade da questão para a visualização dos alunos também.

Segundo as respostas dos alunos a esse questionário é possível ver que o sistema teve uma boa aceitação e mostrou-se eficaz tanto em atratividade quanto em incentivo ao estudo da Matemática. Esses resultados demonstram o potencial do sistema como recurso de ensino e seu impacto positivo na aprendizagem da matemática.

Para realizar a avaliação com os docentes, foi apresentado o sistema gamificado desenvolvido, na totalidade, sendo assim foi demonstrado a navegação no portal do professor e nos níveis do jogo. Após isso, eles responderam ao questionário, o qual seus dados brutos se encontram no Apêndice D.

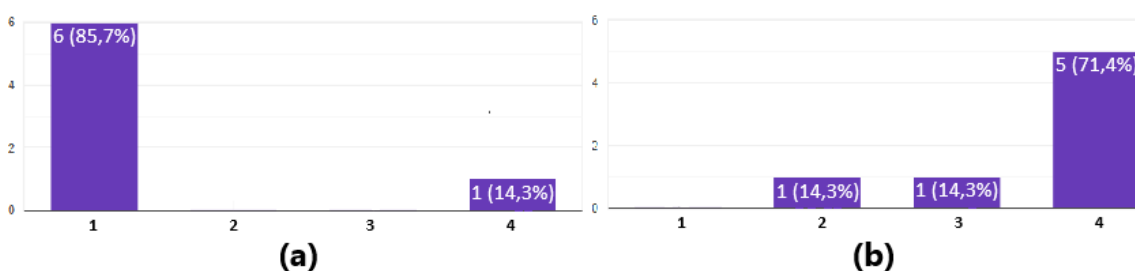


Figura 19. Respostas para a pergunta 1 e 2.

Na Figura 19 (a), são exibidas as respostas à pergunta: “Em uma escala de 1 a 4, o quão as interfaces do sistema são simples e autoexplicativas, facilitando a navegação?”. Sendo na escala o nível 1 para muito fácil e 4 para muito difícil. As respostas mostram que, do total de 7 professores, 6 (85,7%) indicaram que no ponto de vista deles, o sistema é simples e fácil de navegar, e apenas 1 professor (14,3%) concluiu que a navegação é muito difícil.

A Figura 19 (b), contém as respostas para a pergunta “Em uma escala de 1 a 4, em relação à interface do sistema, o quão atrativa você achou?”, sendo na escala o nível 1 para nada atrativo e 4 para muito atrativo. 5 professores disseram ter achado muito atrativo, ou seja, 71,4%, enquanto os níveis 2 e 3 receberam 1 voto cada, sendo assim 14,3% respectivamente. Isso indica que a maioria dos docentes manifestou um olhar positivo para as interfaces do sistema.

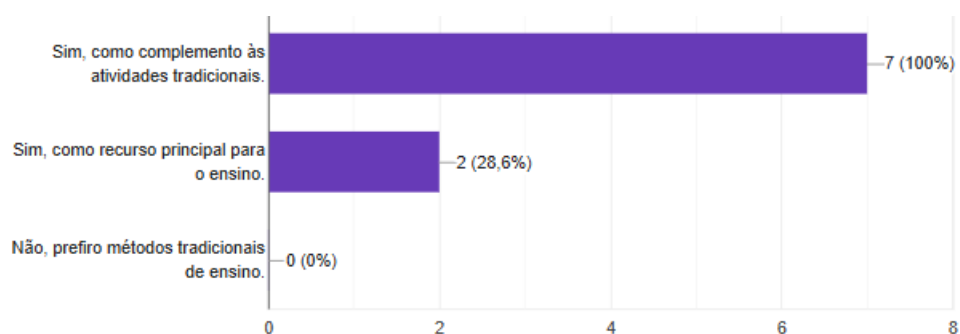


Figura 20. Resposta para a pergunta 3.

Na Figura 20, são apresentadas as respostas à pergunta: “Você utilizaria este sistema como ferramenta de suporte em sala de aula? Pode selecionar mais de uma opção?”. As respostas indicaram que 100% dos professores utilizariam este sistema como complemento às atividades tradicionais, e como a questão podia ter mais de uma resposta por professor, obteve-se 28,6% para a opção “Sim, como recurso principal para o ensino.”, ou seja, 2 docentes assinalaram esta opção também.

O Quadro 4 é composto pelos quatro sistemas relacionados mencionados anteriormente, além do sistema gamificado desenvolvido Universo da Matemática, com o propósito de realizar uma comparação com base nos seguintes critérios avaliativos: a disponibilidade do sistema, seja de forma gratuita ou mediante pagamento; a incorporação de elementos de gamificação; a responsividade; a adoção de recursos de acessibilidade; e o conteúdo projetado especificamente para a faixa etária do ensino fundamental II das escolas brasileiras.

Quadro 4. Comparação dos sistemas.

	Gratuito	Pago	Gamificado	Responsividade	Acessibilidade	Faixa Etária
Universo da Matemática	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
Kahoot!	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
Matific	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
Math Games	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não
Racha Cuca	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Não

Após fazer uma comparação entre os sistemas correlatos, é possível identificar que, embora existam diversos projetos que buscam aplicar a gamificação no ensino, muitos destes apresentam limitações em termos de acessibilidade e não são voltados para as séries do ensino fundamental II.

Por esse motivo, o sistema desenvolvido neste trabalho foi projetado especificamente para atender às necessidades dos alunos dos sextos aos nonos anos, com recursos de gamificação ajustados ao currículo escolar brasileiro. Além disso, enquanto a maioria dos sistemas analisados apresentam uma parte de seus recursos com restrições em termos de acesso, por ser pago, o sistema proposto se diferencia por ser totalmente gratuito e acessível em múltiplas plataformas, garantindo maior inclusão e equidade no acesso às ferramentas educacionais.

Durante a execução do projeto foram encontradas dificuldades na implementação do mapa do jogo, muitos dos materiais encontrados na Internet não condiziam com ideia inicial do protótipo ou usavam ferramentas pagas e de difícil utilização. Como resultado, foi implementado o mapa de forma mais simples do que o inicialmente planejado, utilizando o SVG no próprio *front-end*, no entanto, ele permaneceu visualmente atrativo e funcional, cumprindo seu papel no jogo de maneira eficaz.

5. Conclusão

O presente trabalho teve como objetivo desenvolver um sistema com gamificação para o auxílio da aprendizagem de matemática com suporte à docência, especificamente para o ensino fundamental II. Para isso, a pesquisa foi dividida em etapas que incluem a compreensão das dificuldades no ensino de matemática, a pesquisa de métodos de gamificação e a criação de um sistema interativo que une esses conceitos.

O sistema desenvolvido, apesar de ter enfrentado alguns desafios durante sua implementação, principalmente relacionados ao mapa do jogo, conseguiu atender aos objetivos propostos, oferecendo uma solução lúdica e interativa para o ensino de matemática. A aceitação do sistema pelos alunos e professores indica que a gamificação tem um grande potencial para melhorar a motivação e o engajamento no processo de aprendizagem.

Para futuras melhorias, temos como sugestões incluir o login e cadastro do aluno, permitindo que ele possa acessar o sistema em momentos diferentes e não precise responder todas as questões de uma vez. Também seria interessante dar a opção do aluno configurar as questões do jogo, escolhendo o que ele quer estudar, para que ele possa utilizar em casa para treinamentos.

Seguindo com a ideia de o aluno ter uma conta, outra melhoria poderia ser adicionar uma funcionalidade para que o professor atribuisse um jogo como tarefa para os alunos de uma turma. Mais uma melhoria importante é tornar o mapa do jogo dinâmico, a princípio ele possui 10 níveis, seria interessante dar a opção do professor ou aluno escolher quantas perguntas irão aparecer no jogo. Outra ideia seria disponibilizar diferentes formatos de questões, como descritiva, por exemplo, e também questões de outras matérias para o jogo abranger maiores áreas de conhecimento.

É possível também adicionar tempo para o aluno responder cada questão para ensinar ele a lidar com pressão e para gerar uma análise mais detalhada do desempenho do aluno, o tempo poderia ser ajustado conforme a dificuldade do aluno. É importante também adicionar mecanismos de acessibilidade, para que alunos com algum tipo de deficiência ou dificuldade consigam usar o sistema com tranquilidade. E por último, é preciso aumentar a biblioteca de jogos analógicos que o professor pode baixar e imprimir para usar em sala de aula.

Referências

- Abreu, J. R. P. d. (2009). Contexto atual do ensino médico: metodologias tradicionais e ativas: necessidades pedagógicas dos professores e da estrutura das escolas.
- Bacich, L. e Moran, J. (2018). *Metodologias Ativas para uma Educação Inovadora: Uma Abordagem Teórico-Prática*. Penso Editora Ltda.
- Bimbati, A. P. (2023). 7 em 10 alunos no brasil não o sabem mínimo de matemática, diz prova mundial. Disponível em: <https://educacao.uol.com.br/noticias/2023/12/05/pisa-2022-alunos-brasil-desempenho-matematica.htm>. Acesso em: 13 de ago de 2024.
- Bootstrap (2011). Disponível em: <https://getbootstrap.com/>. Acesso em: 04 de nov de 2024.
- Brasil (2023). Relatório de resultados do saeb 2021 | volume 1. Disponível em: https://download.inep.gov.br/educacao_basica/saeb/2021/resultados/relatorio_de_resultados_do_saeb_2021_volume_1.pdf. Acesso em: 13 de ago de 2024.
- CNN (2023). Gamificação na educação: entenda o que é, importância e como pode ser usada. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/lifestyle/gamificacao-na-educacao/>. Acesso em: 13 de ago de 2024.
- da Rocha, C. J. T. e de Farias, S. A. (2020). Metodologias ativas de aprendizagem possíveis ao ensino de ciências e matemática. *REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática*.
- de Jesus Masola, W. e Allevato, N. (2016). Dificuldades de aprendizagem matemática de alunos ingressantes na educação superior. *Revista Brasileira de Ensino Superior*.
- Django (2005). Disponível em: <https://www.djangoproject.com/>. Acesso em: 13 de ago de 2024.
- Figma (2016). Disponível em: <https://www.figma.com/login>. Acesso em: 13 de ago de 2024.
- Gonchoroski, R. (2012). O uso da internet e dos recursos multimídia para uma prática inovadora em sala de aula. *Repositório Institucional da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (RIUT)*. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/20935>. Acesso em: 13 de ago de 2024.
- Grassi, T. M. (2008). *Oficinas Psicopedagógicas*. 2ª ed. rev. e atual. Curitiba: IBPEX.
- Hebebcı, M. T. e Alan, S. (2021). Gamification in education: An overview of the literature. *Current Studies in Social Sciences*.
- ISO (2018). *Ergonomics of human-system interaction: Part 11: Usability: Definitions and concepts*. International Organization for Standardization, ISO 9241-11:2018 edition.

- ISO/IEC (2014). *Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — Guide to SQuaRE*. International Organization for Standardization, (edition 2, 2014) edition.
- Kahoot! (2013). Disponível em: <https://kahoot.it>. Acesso em: 13 de ago de 2024.
- Krug, S. (2014). Não me faça pensar: atualizado. *Uma Abordagem de Bom Senso à Usabilidade na Web*.
- Lubachewski, G. C. e Cerutti, E. (2020). Metodologias ativas no ensino da matemática no anos iniciais: aprendizagem por meio de jogos. *RIDPHERRevistaIberoamericanadoPatrimnioHistorico – Educativo*.
- Masola, W. e Allevato, N. (2019). Dificuldades de aprendizagem matemática: algumas reflexões. *Educação Matemática Debate*.
- MathGames (2012). Disponível em: <https://www.mathgames.com/>. Acesso em: 13 de ago de 2024.
- Matific (2012). Disponível em: <https://www.matific.com/bra/pt-br/home/>. Acesso em: 13 de ago de 2024.
- Mesquita, F. A. S. e Bueno, A. M. F. (2023). Gamificação no ensino de matemática: Revisão acerca do uso da plataforma kahoot! no ensino fundamental. *Revista Interdisciplinar de Ensino, Pesquisa e Extensão*.
- Norman, D. (2019). The four fundamental principles of human-centered design and application. *jnd.org*.
- Notare, M. e Basso, M. (2012). Tecnologia na educação matemática: Trilhando o caminho do fazer ao compreender. *CINTED-UFRGS*.
- RachaCuca (1984). Disponível em: <https://rachacuca.com.br/educacao/matematica/>. Acesso em: 13 de ago de 2024.
- Vue.js (2014). Disponível em: <https://vuejs.org/>. Acesso em: 13 de ago de 2024.
- Winckler, M. e Pimenta, M. S. (2002). Avaliação de usabilidade de sites web. *Escola de Informática da SBC Sul (ERI 2002)*. Porto Alegre, 1(85-137):51.

A. Apêndice A - Dados Brutos do Questionário com professores

- 09/08/2024 10:22:01
 - A escola em que você trabalha tem acesso a internet e computadores para os alunos? **Somente internet**
 - Qual série você sente que tem mais dificuldade em matemática, normalmente? **7°**
 - Quais conteúdos você percebe que os alunos têm mais dificuldade em aprender? **Equações e polinômios**
 - Quais conteúdos você tem mais dificuldade em ensinar? **Equações**
 - Você acha que se os alunos tivessem acesso a algum jogo relacionado à matemática eles teriam mais facilidade em absorver os conteúdos? **Sim**
 - Se sim, você usaria esse jogo em sala de aula? **Sim**
 - Gostaria de dar alguma sugestão de como poderia ser esse jogo? **Talvez, envolvendo figuras.**
- 09/08/2024 19:30:09
 - A escola em que você trabalha tem acesso a internet e computadores para os alunos? **Não**
 - Qual série você sente que tem mais dificuldade em matemática, normalmente? **6°**
 - Quais conteúdos você percebe que os alunos têm mais dificuldade em aprender? **Equação**
 - Quais conteúdos você tem mais dificuldade em ensinar? **Geometria plana**
 - Você acha que se os alunos tivessem acesso a algum jogo relacionado à matemática eles teriam mais facilidade em absorver os conteúdos? **Sim**
 - Se sim, você usaria esse jogo em sala de aula? **Sim**
- 10/08/2024 13:41:03
 - A escola em que você trabalha tem acesso a internet e computadores para os alunos? **Somente internet**
 - Qual série você sente que tem mais dificuldade em matemática, normalmente? **7°**
 - Quais conteúdos você percebe que os alunos têm mais dificuldade em aprender? **Divisores e equações**
 - Quais conteúdos você tem mais dificuldade em ensinar? **Frações**
 - Você acha que se os alunos tivessem acesso a algum jogo relacionado à matemática eles teriam mais facilidade em absorver os conteúdos? **Talvez**
- 12/08/2024 09:40:48
 - A escola em que você trabalha tem acesso a internet e computadores para os alunos? **Somente internet**
 - Qual série você sente que tem mais dificuldade em matemática, normalmente? **7°**

- Quais conteúdos você percebe que os alunos têm mais dificuldade em aprender? **Polinômios e equações**
- Quais conteúdos você tem mais dificuldade em ensinar? **Equações de segundo grau**
- Você acha que se os alunos tivessem acesso a algum jogo relacionado à matemática eles teriam mais facilidade em absorver os conteúdos? **Sim**
- Se sim, você usaria esse jogo em sala de aula? **Talvez**

B. Apêndice B - Dados Brutos do Questionário com Alunos

- 31/10/2024 15:40:18
 - O quão fácil foi para você, a utilização do sistema? **2**
 - Em relação ao jogo, em uma escala de 1 a 4, o quanto você considera que o sistema lhe incentivou nos estudos de Matemática? **3**
 - Em relação a interface, em uma escala de 1 a 4, o quão atrativa você achou? **3**
 - Você voltaria a jogar no sistema como um método de suporte nos seus estudos? **Voltaria a usar o sistema somente se quisesse alguma ajuda sobre um tema da área de Matemática**
 - Sugestões, comentários ou críticas para o projeto: **Gostei**
- 31/10/2024 15:40:23
 - O quão fácil foi para você, a utilização do sistema? **2**
 - Em relação ao jogo, em uma escala de 1 a 4, o quanto você considera que o sistema lhe incentivou nos estudos de Matemática? **3**
 - Em relação a interface, em uma escala de 1 a 4, o quão atrativa você achou? **4**
 - Você voltaria a jogar no sistema como um método de suporte nos seus estudos? **Voltaria a usar o sistema periodicamente (diariamente ou semanalmente)**
 - Sugestões, comentários ou críticas para o projeto: **Gostei muito**
- 31/10/2024 15:50:52
 - O quão fácil foi para você, a utilização do sistema? **4**
 - Em relação ao jogo, em uma escala de 1 a 4, o quanto você considera que o sistema lhe incentivou nos estudos de Matemática? **3**
 - Em relação a interface, em uma escala de 1 a 4, o quão atrativa você achou? **4**
 - Você voltaria a jogar no sistema como um método de suporte nos seus estudos? **Voltaria a usar o sistema periodicamente (diariamente ou semanalmente)**
 - Sugestões, comentários ou críticas para o projeto: **(sem comentário)**
- 31/10/2024 15:50:53
 - O quão fácil foi para você, a utilização do sistema? **4**

- Em relação ao jogo, em uma escala de 1 a 4, o quanto você considera que o sistema lhe incentivou nos estudos de Matemática? **3**
- Em relação a interface, em uma escala de 1 a 4, o quão atrativa você achou? **4**
- Você voltaria a jogar no sistema como um método de suporte nos seus estudos?
Voltaria a usar o sistema periodicamente (diariamente ou semanalmente)
- Sugestões, comentários ou críticas para o projeto: **(sem comentário)**
- 31/10/2024 16:00:35
 - O quão fácil foi para você, a utilização do sistema? **4**
 - Em relação ao jogo, em uma escala de 1 a 4, o quanto você considera que o sistema lhe incentivou nos estudos de Matemática? **3**
 - Em relação a interface, em uma escala de 1 a 4, o quão atrativa você achou? **2**
 - Você voltaria a jogar no sistema como um método de suporte nos seus estudos?
Não voltaria a utilizar o sistema.
 - Sugestões, comentários ou críticas para o projeto: **(sem comentário)**
- 31/10/2024 16:00:40
 - O quão fácil foi para você, a utilização do sistema? **4**
 - Em relação ao jogo, em uma escala de 1 a 4, o quanto você considera que o sistema lhe incentivou nos estudos de Matemática? **3**
 - Em relação a interface, em uma escala de 1 a 4, o quão atrativa você achou? **2**
 - Você voltaria a jogar no sistema como um método de suporte nos seus estudos?
Não voltaria a utilizar o sistema.
 - Sugestões, comentários ou críticas para o projeto: **(sem comentário)**
- 31/10/2024 16:07:51
 - O quão fácil foi para você, a utilização do sistema? **4**
 - Em relação ao jogo, em uma escala de 1 a 4, o quanto você considera que o sistema lhe incentivou nos estudos de Matemática? **4**
 - Em relação a interface, em uma escala de 1 a 4, o quão atrativa você achou? **4**
 - Você voltaria a jogar no sistema como um método de suporte nos seus estudos?
Voltaria a usar o sistema somente se quisesse alguma ajuda sobre um tema da área de Matemática
 - Sugestões, comentários ou críticas para o projeto: **Foi boa gostei bastante**
- 31/10/2024 16:08:00
 - O quão fácil foi para você, a utilização do sistema? **4**
 - Em relação ao jogo, em uma escala de 1 a 4, o quanto você considera que o sistema lhe incentivou nos estudos de Matemática? **3**

- Em relação a interface, em uma escala de 1 a 4, o quão atrativa você achou? **2**
- Você voltaria a jogar no sistema como um método de suporte nos seus estudos?
Voltaria a usar o sistema somente se quisesse alguma ajuda sobre um tema da área de Matemática
- Sugestões, comentários ou críticas para o projeto: **(sem comentário)**
- 31/10/2024 16:16:05
 - O quão fácil foi para você, a utilização do sistema? **1**
 - Em relação ao jogo, em uma escala de 1 a 4, o quanto você considera que o sistema lhe incentivou nos estudos de Matemática? **4**
 - Em relação a interface, em uma escala de 1 a 4, o quão atrativa você achou? **4**
 - Você voltaria a jogar no sistema como um método de suporte nos seus estudos?
Voltaria a usar o sistema somente se quisesse alguma ajuda sobre um tema da área de Matemática
 - Sugestões, comentários ou críticas para o projeto: **Muito legal**
- 31/10/2024 16:16:12
 - O quão fácil foi para você, a utilização do sistema? **4**
 - Em relação ao jogo, em uma escala de 1 a 4, o quanto você considera que o sistema lhe incentivou nos estudos de Matemática? **4**
 - Em relação a interface, em uma escala de 1 a 4, o quão atrativa você achou? **3**
 - Você voltaria a jogar no sistema como um método de suporte nos seus estudos?
Voltaria a usar o sistema periodicamente (diariamente ou semanalmente), Voltaria a usar o sistema somente se quisesse alguma ajuda sobre um tema da área de Matemática
 - Sugestões, comentários ou críticas para o projeto: **Joguinho muito top!! <3**
- 31/10/2024 16:22:16
 - O quão fácil foi para você, a utilização do sistema? **4**
 - Em relação ao jogo, em uma escala de 1 a 4, o quanto você considera que o sistema lhe incentivou nos estudos de Matemática? **3**
 - Em relação a interface, em uma escala de 1 a 4, o quão atrativa você achou? **3**
 - Você voltaria a jogar no sistema como um método de suporte nos seus estudos?
Voltaria a usar o sistema somente se quisesse alguma ajuda sobre um tema da área de Matemática
 - Sugestões, comentários ou críticas para o projeto: **Ótimo projeto, mas o sistema precisa melhorar um pouco a jogabilidade.**
- 31/10/2024 16:24:14
 - O quão fácil foi para você, a utilização do sistema? **2**

- Em relação ao jogo, em uma escala de 1 a 4, o quanto você considera que o sistema lhe incentivou nos estudos de Matemática? **3**
- Em relação a interface, em uma escala de 1 a 4, o quão atrativa você achou? **4**
- Você voltaria a jogar no sistema como um método de suporte nos seus estudos?
Voltaria a usar o sistema somente se quisesse alguma ajuda sobre um tema da área de Matemática
- Sugestões, comentários ou críticas para o projeto: **(sem comentário)**
- 31/10/2024 16:28:00
 - O quão fácil foi para você, a utilização do sistema? **4**
 - Em relação ao jogo, em uma escala de 1 a 4, o quanto você considera que o sistema lhe incentivou nos estudos de Matemática? **4**
 - Em relação a interface, em uma escala de 1 a 4, o quão atrativa você achou? **4**
 - Você voltaria a jogar no sistema como um método de suporte nos seus estudos?
Voltaria a usar o sistema somente se quisesse alguma ajuda sobre um tema da área de Matemática
 - Sugestões, comentários ou críticas para o projeto: **Gostei muito!**
- 31/10/2024 16:35:02
 - O quão fácil foi para você, a utilização do sistema? **4**
 - Em relação ao jogo, em uma escala de 1 a 4, o quanto você considera que o sistema lhe incentivou nos estudos de Matemática? **4**
 - Em relação a interface, em uma escala de 1 a 4, o quão atrativa você achou? **4**
 - Você voltaria a jogar no sistema como um método de suporte nos seus estudos?
Voltaria a usar o sistema periodicamente (diariamente ou semanalmente)
 - Sugestões, comentários ou críticas para o projeto: **(sem comentário)**
- 31/10/2024 16:37:17
 - O quão fácil foi para você, a utilização do sistema? **4**
 - Em relação ao jogo, em uma escala de 1 a 4, o quanto você considera que o sistema lhe incentivou nos estudos de Matemática? **3**
 - Em relação a interface, em uma escala de 1 a 4, o quão atrativa você achou? **2**
 - Você voltaria a jogar no sistema como um método de suporte nos seus estudos?
Voltaria a usar o sistema somente se quisesse alguma ajuda sobre um tema da área de Matemática
 - Sugestões, comentários ou críticas para o projeto: **(sem comentário)**
- 31/10/2024 16:39:52
 - O quão fácil foi para você, a utilização do sistema? **4**

- Em relação ao jogo, em uma escala de 1 a 4, o quanto você considera que o sistema lhe incentivou nos estudos de Matemática? **4**
- Em relação a interface, em uma escala de 1 a 4, o quão atrativa você achou? **4**
- Você voltaria a jogar no sistema como um método de suporte nos seus estudos?
Voltaria a usar o sistema periodicamente (diariamente ou semanalmente)
- Sugestões, comentários ou críticas para o projeto: **(sem comentário)**
- 31/10/2024 16:46:20
 - O quão fácil foi para você, a utilização do sistema? **4**
 - Em relação ao jogo, em uma escala de 1 a 4, o quanto você considera que o sistema lhe incentivou nos estudos de Matemática? **4**
 - Em relação a interface, em uma escala de 1 a 4, o quão atrativa você achou? **4**
 - Você voltaria a jogar no sistema como um método de suporte nos seus estudos?
Voltaria a usar o sistema periodicamente (diariamente ou semanalmente)
 - Sugestões, comentários ou críticas para o projeto: **(sem comentário)**
- 31/10/2024 16:49:19
 - O quão fácil foi para você, a utilização do sistema? **4**
 - Em relação ao jogo, em uma escala de 1 a 4, o quanto você considera que o sistema lhe incentivou nos estudos de Matemática? **4**
 - Em relação a interface, em uma escala de 1 a 4, o quão atrativa você achou? **4**
 - Você voltaria a jogar no sistema como um método de suporte nos seus estudos?
Voltaria a usar o sistema periodicamente (diariamente ou semanalmente)
 - Sugestões, comentários ou críticas para o projeto: **(sem comentário)**
- 31/10/2024 16:49:45
 - O quão fácil foi para você, a utilização do sistema? **4**
 - Em relação ao jogo, em uma escala de 1 a 4, o quanto você considera que o sistema lhe incentivou nos estudos de Matemática? **4**
 - Em relação a interface, em uma escala de 1 a 4, o quão atrativa você achou? **4**
 - Você voltaria a jogar no sistema como um método de suporte nos seus estudos?
Voltaria a usar o sistema periodicamente (diariamente ou semanalmente)
 - Sugestões, comentários ou críticas para o projeto: **(sem comentário)**
- 31/10/2024 16:50:19
 - O quão fácil foi para você, a utilização do sistema? **4**
 - Em relação ao jogo, em uma escala de 1 a 4, o quanto você considera que o sistema lhe incentivou nos estudos de Matemática? **4**
 - Em relação a interface, em uma escala de 1 a 4, o quão atrativa você achou? **3**

- Você voltaria a jogar no sistema como um método de suporte nos seus estudos?
Voltaria a usar o sistema periodicamente (diariamente ou semanalmente)
- Sugestões, comentários ou críticas para o projeto: **(sem comentário)**

C. Apêndice C - Perguntas Utilizadas no Jogo para a Avaliação com os Discentes

- **Fácil:** Um astronauta trouxe 23 kg de suprimentos e recebeu mais 19 kg de um transporte de carga. Quantos kg de suprimentos ele tem agora?
 - (A) 44 kg
 - (B) 43 kg
 - (C) 45 kg
 - **Resposta:** 42 kg
- **Fácil:** A nave espacial utilizou 45 litros de combustível em uma viagem e, depois, mais 17 litros em outra. Quantos litros de combustível foram utilizados no total?
 - (A) 52 litros
 - (B) 72 litros
 - (C) 42 litros
 - **Resposta:** 62 litros
- **Médio:** Uma pesquisa espacial precisa de 8 amostras de solo, e cada amostra pesa 7 kg. Qual é o peso total das amostras?
 - (A) 54 kg
 - (B) 58 kg
 - (C) 60 kg
 - **Resposta:** 56 kg
- **Médio:** Se uma nave precisa de 56 litros de água para uma missão e cada tanque armazena 8 litros, quantos tanques são necessários?
 - (A) 5 tanques
 - (B) 6 tanques
 - (C) 8 tanques
 - **Resposta:** 7 tanques
- **Fácil:** Uma equipe de astronautas recebe 3 pacotes de comida cada dia, e cada pacote contém 5 unidades de ração. Quantas unidades de ração eles recebem em 2 dias?
 - (A) 15 unidades
 - (B) 20 unidades
 - (C) 30 unidades

- **Resposta:** 30 unidades
- **Médio:** Um laboratório na nave precisa de $(2 + 3)$ unidades de energia para cada experimento, e eles fazem 4 experimentos por dia. Quantas unidades de energia são necessárias por dia?
 - (A) 8 unidades
 - (B) 5 unidades
 - (C) 12 unidades
 - **Resposta:** 20 unidades
- **Fácil:** Um robô de exploração trabalha por 6 horas, dividindo seu tempo igualmente entre 3 tarefas. Quantas horas ele gasta em cada tarefa?
 - (A) 1 hora
 - (B) 2 horas
 - (C) 3 horas
 - **Resposta:** 2 horas
- **Difícil:** Uma nave espacial viaja a uma velocidade constante e percorre 56.000 km em 2 horas. Qual é a velocidade da nave em km/h?
 - (A) 20.000 km/h
 - (B) 24.000 km/h
 - (C) 23.000 km/h
 - **Resposta:** 28.000 km/h
- **Difícil:** Um astronauta tem uma quantidade de suprimentos representada pela equação $3x + 5 = 17$. Quantos suprimentos ele tem?
 - (A) 2 unidades
 - (B) 3 unidades
 - (C) 4 unidades
 - **Resposta:** 4 unidades
- **Difícil:** Um tanque de combustível na nave é representado pela equação $5x - 2 = 28$. Quantos litros de combustível o tanque pode conter?
 - (A) 3 litros
 - (B) 4 litros
 - (C) 5 litros
 - **Resposta:** 6 litros

D. Apêndice D - Dados Brutos do Questionário de Avaliação do Sistema com Docentes

- 06/12/2024 06:23:05
 - Em uma escala de 1 a 4, o quão as interfaces do sistema são simples e autoexplicativas, facilitando a navegação? **1**
 - Em uma escala de 1 a 4, em relação à interface do sistema, o quão atrativa você achou? **4**
 - Você utilizaria este sistema como ferramenta de suporte em sala de aula? **Sim, como complemento às atividades tradicionais.**
- 06/12/2024 08:57:35
 - Em uma escala de 1 a 4, o quão as interfaces do sistema são simples e autoexplicativas, facilitando a navegação? **1**
 - Em uma escala de 1 a 4, em relação à interface do sistema, o quão atrativa você achou? **4**
 - Você utilizaria este sistema como ferramenta de suporte em sala de aula? **Sim, como complemento às atividades tradicionais., Sim, como recurso principal para o ensino.**
- 06/12/2024 09:34:07
 - Em uma escala de 1 a 4, o quão as interfaces do sistema são simples e autoexplicativas, facilitando a navegação? **4**
 - Em uma escala de 1 a 4, em relação à interface do sistema, o quão atrativa você achou? **4**
 - Você utilizaria este sistema como ferramenta de suporte em sala de aula? **Sim, como complemento às atividades tradicionais., Sim, como recurso principal para o ensino.**
- 06/12/2024 09:57:36
 - Em uma escala de 1 a 4, o quão as interfaces do sistema são simples e autoexplicativas, facilitando a navegação? **1**
 - Em uma escala de 1 a 4, em relação à interface do sistema, o quão atrativa você achou? **2**
 - Você utilizaria este sistema como ferramenta de suporte em sala de aula? **Sim, como complemento às atividades tradicionais.**
- 06/12/2024 10:27:47
 - Em uma escala de 1 a 4, o quão as interfaces do sistema são simples e autoexplicativas, facilitando a navegação? **1**
 - Em uma escala de 1 a 4, em relação à interface do sistema, o quão atrativa você achou? **3**
 - Você utilizaria este sistema como ferramenta de suporte em sala de aula? **Sim, como complemento às atividades tradicionais.**

- 06/12/2024 16:13:59
 - Em uma escala de 1 a 4, o quão as interfaces do sistema são simples e autoexplicativas, facilitando a navegação? **1**
 - Em uma escala de 1 a 4, em relação à interface do sistema, o quão atrativa você achou? **4**
 - Você utilizaria este sistema como ferramenta de suporte em sala de aula? **Sim, como complemento às atividades tradicionais.**

- 06/12/2024 18:06:07
 - Em uma escala de 1 a 4, o quão as interfaces do sistema são simples e autoexplicativas, facilitando a navegação? **1**
 - Em uma escala de 1 a 4, em relação à interface do sistema, o quão atrativa você achou? **4**
 - Você utilizaria este sistema como ferramenta de suporte em sala de aula? **Sim, como complemento às atividades tradicionais.**