



Universidade Federal do ABC

Centro de Engenharia, Modelagem e Ciências Sociais Aplicadas

Trabalho de Graduação em Engenharia da Informação

**Desenvolvimento de Jogo Sérioo Educacional
Multimídia para Matemática do 7º Ano do
Ensino Fundamental**

Guilherme Nido de Aveiro

Santo André - SP

2025

Guilherme Nido de Aveiro

Desenvolvimento de Jogo Sério Educacional Multimídia para Matemática do 7º Ano do Ensino Fundamental

Trabalho de graduação apresentado ao curso de Engenharia de Informação da Universidade Federal do ABC, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Informação.

Universidade Federal do ABC – UFABC

Centro de Engenharia, Modelagem e Ciências Sociais Aplicadas

Trabalho de Graduação em Engenharia de Informação

Orientador: Prof. Dr. Mario Minami

Santo André - SP

2025

Agradecimentos

Agradeço primeiramente à minha mãe, por todo incentivo, apoio e força para que eu concluísse o curso, sempre acreditando no meu potencial mesmo nos momentos mais desafiadores.

À minha namorada, Júlia, pelo apoio emocional, compreensão e paciência durante toda a jornada acadêmica, sempre me motivando a seguir em frente.

Ao meu orientador, professor Mario Minami, pela dedicação, orientação e disponibilidade ao longo do desenvolvimento deste trabalho, contribuindo com conhecimento, conselhos e incentivo.

Por fim, agradeço à universidade, pelo ensino de qualidade e pelo ambiente de aprendizado que proporcionou meu crescimento acadêmico e pessoal.

Nota ao leitor: este texto emprega terminologia técnica de desenvolvimento de jogos; recomenda-se familiaridade básica com o **Unity** para plena compreensão.

Resumo

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um jogo sério composto por duas fases voltadas ao apoio à aprendizagem da matemática no 7º ano do Ensino Fundamental. O jogo foi desenvolvido em Unity e C# e tem como base as habilidades EF07MA08 e EF07MA18 da BNCC. A primeira fase trata da comparação de frações e a segunda envolve a resolução de equações do 1º grau por meio de arrastar e soltar. O objetivo do trabalho é proporcionar uma experiência de aprendizagem lúdica, interativa e personalizada, promovendo o engajamento dos alunos por meio de mecânicas simples, pontuação e *feedback* imediato. O trabalho traz o *feedback* obtido de uma consulta de experiência do usuário (UX) da área e as adaptações realizadas a partir das sugestões recebidas.

Palavras-chaves: Jogos sérios; Matemática; Ensino Fundamental; BNCC; Experiência do usuário; Unity.

Abstract

This paper presents the development of a serious game composed of two stages aimed at supporting the learning of mathematics for 7th-grade students. Developed using Unity and C#, the game is based on the BNCC competencies EF07MA08 and EF07MA18. The first stage focuses on comparing fractions, while the second involves solving first-degree equations through a drag-and-drop mechanic. The main objective is to offer a playful, interactive, and personalized learning experience, fostering student engagement through simple mechanics, scoring, and immediate feedback. The project also includes insights gathered from a user experience (UX) consultation and describes the adjustments made based on the feedback received.

Keywords: Serious games; Mathematics; Middle school; BNCC; User experience; Unity.

Sumário

1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Fundamentação teórica.....	2
1.2 Aplicações em matemática.....	3
1.3 Objetivo e relevância deste trabalho.....	4
2 METODOLOGIA.....	6
2.1 Aplicação da Engenharia de Requisitos.....	6
3 DESENVOLVIMENTO DOS JOGOS.....	8
3.1 Fase das frações.....	8
3.1.1 Estrutura de cena e prefabs.....	10
3.1.2 Fluxo de dados e JSON.....	10
3.1.3 Sorteio e exibição de questões.....	11
3.1.4 Verificação e comparação de frações.....	12
3.2 Fase das equações.....	12
3.2.1 Estrutura de cena e prefabs.....	14
3.2.2 Carregamento de equações e respostas.....	15
3.2.3 Drag-and-drop e lógica de substituição.....	17
3.2.4 Validação e feedback.....	18
3.2.5 Considerações de usabilidade.....	18
4 ENTREVISTA DE EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO.....	19
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
5.1 Funcionamento técnico e estabilidade.....	21
5.2 Alinhamento com a BNCC.....	21
5.3 Experiência do usuário entrevistado.....	22
5.4 Sugestões e implicações pedagógicas.....	22
5.5 Limitações.....	22
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	24
6.1 Melhorias futuras.....	25
7 REFERÊNCIAS.....	26
Apêndice - Telas do jogo.....	30

1 INTRODUÇÃO

A aprendizagem da matemática no Ensino Fundamental desempenha um papel essencial na formação de competências lógicas, analíticas e comunicativas dos estudantes. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018) estabelece objetivos claros para o 7º ano do Ensino Fundamental, visando desenvolver habilidades que vão além do domínio de operações básicas, incluindo a compreensão de frações, proporcionalidade, equações do 1º grau e raciocínio algébrico. Entre essas habilidades, destacamos a EF07MA08, que trata da comparação e ordenação de frações em diferentes contextos (BRASIL, 2018, p. 408), e a EF07MA18, que se refere à resolução de problemas por meio de equações polinomiais do 1.º grau, redutíveis à forma “ $ax + b = c$ ” (BRASIL, 2018, p. 409). Habilidades estas escolhidas por considerá-las das mais importantes entre as ensinadas no início do Ensino Fundamental II.

Apesar dos esforços pedagógicos, muitos alunos do ensino fundamental demonstram dificuldades persistentes na compreensão e aplicação dos conceitos matemáticos (OECD, 2019). Propomos ofertar novas formas de apresentar esses conteúdos, aliando recursos tecnológicos e abordagens pedagógicas alternativas.

Entre as abordagens emergentes, os jogos digitais educacionais têm se destacado por sua eficácia em engajar estudantes e promover a aprendizagem ativa (PAPASTERGIOU, 2009). Os chamados *serious games*, ou jogos sérios, podem ser desenvolvidos com o objetivo explícito de ensinar, promover habilidades cognitivas ou treinar competências específicas, sem deixar de lado elementos lúdicos e interativos característicos dos jogos de entretenimento. Essa ferramenta multimídia de ensino pode oferecer ao estudante desafios progressivos, *feedback* imediato, sonoro e visual, e estímulo à persistência por meio das pontuações, abordagem esta seguida neste trabalho.

Diversos estudos apontam que os jogos digitais, quando bem estruturados, contribuem para o aumento da motivação, da concentração e do rendimento acadêmico dos estudantes (CLARK; TANNER-SMITH; KILLINGSWORTH, 2016; AN, 2021). Além disso, promovem uma aprendizagem significativa por meio da

experimentação, do erro e do acerto, e da construção ativa do conhecimento (KE, 2008; PAPANASTASIOU et al., 2017). No campo da matemática, especialmente, os jogos têm sido eficazes no desenvolvimento de habilidades de cálculo, raciocínio lógico e resolução de problemas (WU; YANG, 2022).

Dessa forma, este trabalho apresenta o desenvolvimento de um jogo composto por duas fases voltadas ao ensino de matemática no 7º ano, apoiada nas habilidades EF07MA08 e EF07MA18 da BNCC (BRASIL, 2018, p. 408–409). A primeira fase trata da comparação de frações, enquanto a segunda envolve a resolução de equações do 1.º grau, ambos incorporando elementos multimídia, interatividade e sistema de pontuação. O objetivo principal é oferecer uma ferramenta de apoio à aprendizagem que seja acessível, intuitiva e motivadora para o público-alvo.

A seguir, apresenta-se a fundamentação teórica que embasa o projeto, abordando as teorias da aprendizagem relacionadas ao uso de jogos, o conceito de aprendizagem ativa, e os estudos recentes sobre a aplicação de jogos digitais no contexto escolar.

1.1 Fundamentação teórica

A fundamentação teórica deste trabalho apoia-se em diversos pilares da educação e psicologia:

- Construtivismo, conforme definido por autores contemporâneos como Moraes e Lima (2001), sugere que a aprendizagem ocorre quando o aluno constrói conhecimento ativamente por meio de experiências. Jogos educativos oferecem esse ambiente por meio da exploração e manipulação de objetos e situações. Segundo Piaget (1999), esse processo se dá por assimilação e acomodação ao longo do desenvolvimento cognitivo. Já Vygotsky (1984) complementa essa visão ao destacar o papel das interações sociais e da linguagem, por meio do conceito de zona de desenvolvimento proximal.

- A Teoria da Aprendizagem Experiencial (KOLB, 1984) aplica-se ao contexto dos jogos, pois estes permitem o ciclo de ação, reflexão e ajuste contínuo de estratégias.
- A Self-Determination Theory (SDT) (DECI & RYAN, 1985) declara que a motivação intrínseca é estimulada quando se satisfazem autonomia, competência e relacionamento. Bons jogos cumprem esses requisitos, oferecendo escolhas, desafios graduados e, frequentemente, interação social.
- A Teoria do Flow (CSIKSZENTMIHALYI, 1990) descreve o estado de concentração envolvente que ocorre quando desafio e habilidade estão equilibrados — característica comum em jogos bem projetados.
- O Behaviorismo, conforme Skinner (1974), fundamenta os jogos educativos ao utilizar reforços imediatos, como pontuação e *feedback* visual, solidificando o comportamento correto por meio de condicionamento operante.

Outros modelos relevantes incluem a Teoria da Carga Cognitiva (Sweller, 1988), que sustenta que jogos podem reduzir a sobrecarga mental ao dividir conteúdos em etapas menores e manipuláveis, promovendo melhor retenção e assimilação; e a Teoria da Aprendizagem Situada (BROWN; COLLINS; DUGUID, 1989), segundo a qual o conhecimento é construído em contextos autênticos, como simulações ou desafios que remetem a situações reais — o que torna os jogos um ambiente especialmente apropriado para a aprendizagem.

1.2 Aplicações em matemática

A utilização de jogos digitais no ensino da matemática tem ganhado destaque nas últimas décadas, especialmente por sua capacidade de estimular o raciocínio lógico, a resolução de problemas e o aprendizado de conceitos abstratos por meio de representações visuais e interativas (PAPASTERGIOU, 2009; CLARK; TANNER-SMITH; KILLINGSWORTH, 2016). Essa abordagem se mostra particularmente eficaz entre alunos do Ensino Fundamental, que muitas vezes enfrentam dificuldades em conteúdos como frações, álgebra e equações (BRASIL; INEP, 2019).

Diversos estudos indicam que jogos digitais contribuem significativamente para o desenvolvimento de habilidades matemáticas. Segundo Ke (2008), jogos educacionais melhoram competências em resolução de problemas e operações matemáticas, além de promoverem um aumento no engajamento e nas atitudes positivas dos alunos em relação à disciplina. Da mesma forma, o estudo de Randel et al. (1992) já indicava que jogos podem ser tão eficazes quanto métodos tradicionais no ensino da matemática, com o diferencial de maior motivação por parte dos estudantes.

Além disso, pesquisas mais recentes, como a meta-análise conduzida por Clark, Tanner-Smith e Killingsworth (2016), mostram que jogos digitais aplicados às áreas STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática) frequentemente superam os métodos pedagógicos tradicionais em termos de desempenho acadêmico. Tais resultados sugerem que, quando bem projetados, os jogos digitais podem não apenas complementar o ensino formal, mas também oferecer experiências de aprendizagem mais eficazes e atraentes.

No caso específico da matemática, jogos digitais permitem simulações visuais que ajudam a consolidar conceitos complexos, como o valor relativo das frações ou o equilíbrio de uma equação. Segundo An (2021), a aprendizagem matemática baseada em jogos contribui para a compreensão mais profunda de conceitos, incentivando a exploração, o erro e o aprendizado ativo, o que é especialmente importante para alunos do Ensino Fundamental.

1.3 Objetivo e relevância deste trabalho

Este trabalho descreve o desenvolvimento de duas fases — voltadas à comparação e ordenação de frações (EF07MA08) (BRASIL, 2018, p. 408) e à resolução de equações do 1.º grau (EF07MA18) (BRASIL, 2018, p. 409) — criadas com Unity e C#. A plataforma oferece:

- Interatividade: arrastar e soltar respostas;
- *Feedback* visual e sonoro imediato;

- Avaliação automática da resposta;
- Registro de pontuação.

Foi realizada uma entrevista de *User Experience* (UX) com professor de Matemática para desenvolver a interface e melhorar a usabilidade do jogo para o aprendiz.

2 METODOLOGIA

Foram aplicados conceitos básicos da Engenharia de software, concretamente Engenharia de Requisitos, garantindo que o jogo atendesse aos objetivos de desenvolvimento e às necessidades reais dos usuários.

2.1 Aplicação da Engenharia de Requisitos

Seguindo os princípios da Engenharia de Requisitos descritos por Souza (2009), foram consideradas sete etapas fundamentais durante o desenvolvimento do software: concepção, levantamento, elaboração, negociação, especificação, validação e gestão.

- **Concepção:** Definimos o objetivo central do projeto, que é criar um jogo sério, abordagem educacional complementar em matemática, com base nas habilidades EF07MA08 e EF07MA18 da BNCC (BRASIL, 2018). Para isso, foi utilizado o motor de desenvolvimento Unity (Unity, 2021), em conjunto com a linguagem de programação C# (Microsoft, 2020), a biblioteca TextMeshPro (Unity Technologies, 2021b) para textos, arquivos em formato JSON (IETF, 2017) para a organização das perguntas e respostas, e recursos de som e imagem para tornar o jogo mais envolvente.
- **Levantamento:** As escolhas de layout, cores, fontes e jogabilidade foram feitas pensando no público-alvo do projeto: público pré-adolescente, adolescente e jovem (11 a 25 anos). Os jogos foram projetados para serem simples, intuitivos, visualmente agradáveis e estimulantes. Foram identificadas algumas dificuldades enfrentadas por em relação aos conteúdos de frações e equações. A entrevista de UX colaborou com essa etapa, trazendo uma visão prática do cotidiano escolar.
- **Elaboração:** A partir das necessidades levantadas, foram organizadas as principais funcionalidades dos jogos, como mecânica de resposta, sistema de pontuação, *feedback* visual e sonoro, além do uso de banco de dados externo para armazenar as questões.

- **Negociação:** Devido às limitações de tempo e escopo, foi necessário priorizar as funcionalidades mais importantes, optando por uma interface simples, acessível e com foco na jogabilidade.
- **Especificação:** Seguindo princípios de *game design* centrado no jogador (Fullerton, 2014), cada tela equilibra desafio e habilidade, apresentando fases progressivas que mantêm o aluno em estado de “*flow*” e reforçando com *feedback* positivo imediato por meio de animações e efeitos sonoros. Serviços visuais como bordas arredondadas e micro-animações destacam ações importantes (como acertos e novos níveis), promovendo engajamento e sensação de conquista contínua. As decisões de *design* e funcionamento dos jogos foram documentadas e implementadas em *scripts* organizados por cenas no Unity.
- **Validação:** Uma primeira etapa foi o teste com um usuário entrevistado, que forneceu sugestões de melhoria, como a possibilidade de relatórios, níveis de dificuldade e personalização futura.
- **Gestão:** Durante o período de desenvolvimento, foram mantidos registros das alterações e melhorias realizadas, permitindo um acompanhamento eficiente da evolução do projeto junto ao orientador deste trabalho.

A aplicação dessas etapas permitiu conduzir o desenvolvimento de forma mais estruturada, garantindo que o jogo estivesse alinhado com os objetivos propostos nas habilidades da BNCC escolhidas e as expectativas dos usuários.

3 DESENVOLVIMENTO DOS JOGOS

O desenvolvimento da plataforma foi concebido em duas linhas de jogo distintas, porém complementares, que compartilham soluções arquiteturais e de design. Ambos foram implementados em Unity 6 (versão 6000.0.38f1), utilizando C#, o sistema de UI do Unity com Canvas, e a biblioteca TextMeshPro para exibição de textos com alta qualidade. A organização geral da pasta “Assets” foi dividida em subpastas: “Scripts”, “Prefabs”, “Scenes”, “Resources” (para os JSONs), “Audio” e “Sprites”. Cada cena (*Scene*) reúne apenas os elementos necessários para cada jogo, reduzindo o carregamento de objetos em memória.

3.1 Fase das frações

A Fase das Frações foi concebida para trabalhar a habilidade EF07MA08 da BNCC, que preconiza “comparar e ordenar frações associadas às ideias de partes de inteiros, resultantes da divisão, razão e operador” (BRASIL, 2018, p. 272). Nessa fase, o aluno é apresentado a pares de frações próprias (numerador menor que o denominador) e deve indicar se a primeira é maior, menor ou igual à segunda (conforme a fig. 1). Ao optar por uma das três respostas, o estudante reforça, de forma ativa e visual, o conceito de equivalência e comparação de frações, sem depender de cálculos manuais complexos, mas desenvolvendo o raciocínio lógico por meio do produto cruzado (MOURA; LOPES, 2020). Esta fase segue o fluxograma apresentado na figura 2.

O formato de perguntas aleatórias e *feedback* imediato sustenta a prática espaçada e a autoavaliação, promovendo retenção de conceitos e autonomia no aprendizado (CLARK; TANNER-SMITH; KILLINGSWORTH, 2016).

Figura 1: Tela da fase de frações

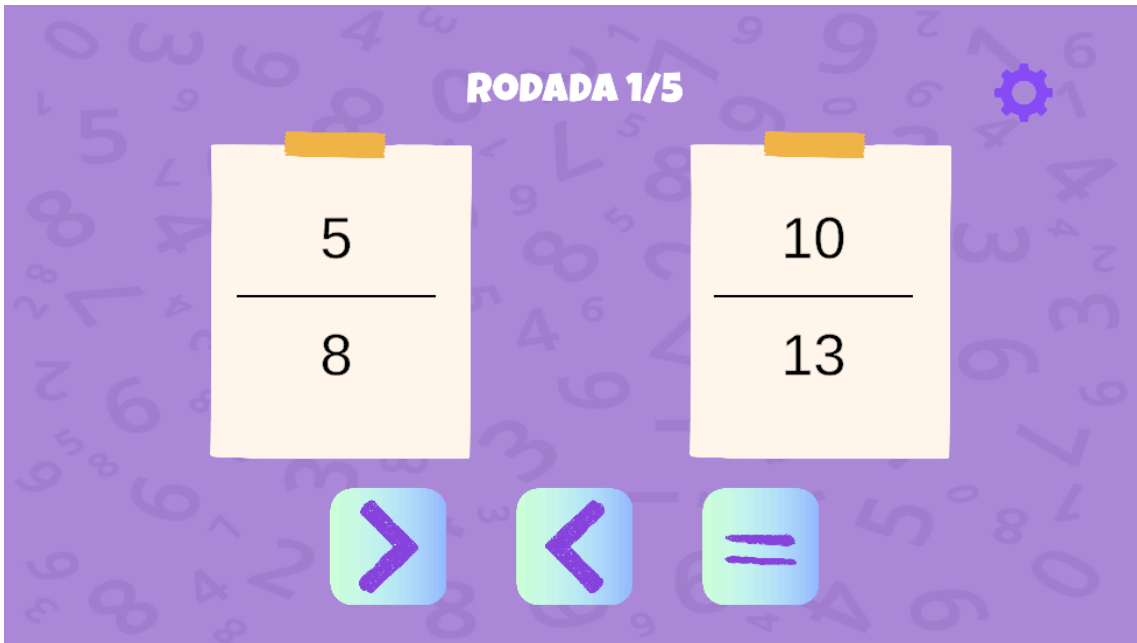
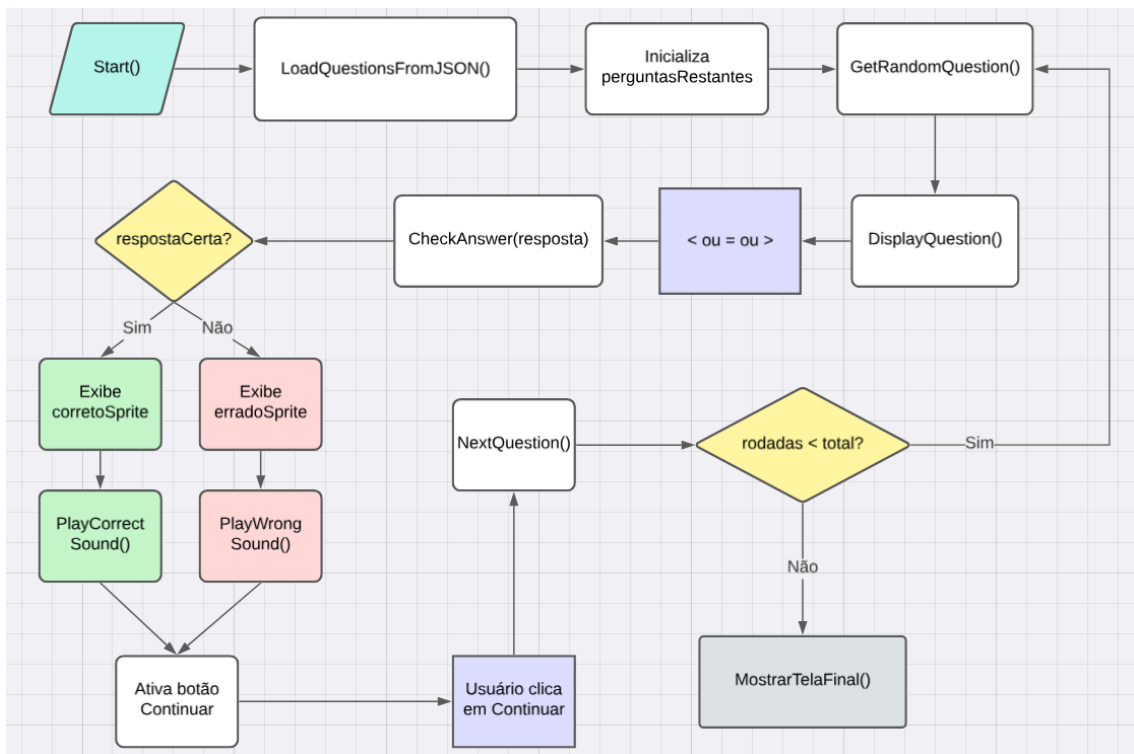


Figura 2: Fluxograma geral da fase das frações



3.1.1 Estrutura de cena e prefabs

A cena da fase das Frações é composta por três Canvas (o sistema de interface de usuário baseado em *GameObjects* que gerencia e renderiza elementos de interface na tela) principais:

1. Canvas UI Principal

- *GameObject* “FractionGameManager” (*script* controlador central)
- Painel de exibição de frações (“PanelFractions”), contendo dois “TextMeshProUGUI” para numerador/denominador
- Botões de escolha (“ButtonMenor”, “ButtonIgual”, “ButtonMaior”), cada um com componente “Button” e imagem de fundo

2. Canvas *Feedback*

- “ImageResposta” ao lado dos botões, inicialmente transparente
- “ImageSelected” central, que mostra o ícone do botão pressionado

3. Canvas Fim de Jogo

- Painel “ResultPanel” com texto de pontuação e campos para nome
- Botões “Salvar Score”, “Jogar Novamente” e “Menu”

Os *prefabs* (os modelos reutilizáveis de *GameObject* com componentes e configurações pré-definidos) principais são:

- “FractionButtonPrefab”: botão configurado com ícone, “onClick” vinculado ao método “QuizManager.CheckAnswer()”
- “ResultPanelPrefab”: painel para captura de nome e *leaderboard* (salvar via “PlayerPrefs”)

3.1.2 Fluxo de dados e JSON

As perguntas são carregadas de um arquivo “fractions.json” (fig. 3) na pasta “StreamingAssets”. No “Start()”, o *script* “QuizManager” executa:

1. "LoadQuestionsFromJSON()":
 - Lê o arquivo com "File.ReadAllText()"
 - Desserializa (converte dados de um formato de texto em objetos utilizáveis pelo programa) para a classe "FractionQuestionList" via "JsonUtility.FromJson<>()"
 - Armazena em "List<FractionQuestion> fractionQuestions"

2. Inicializa "perguntasRestantes" como uma cópia dessa lista, permitindo sorteio sem repetição.

Figura 3: fractions.json - Banco de dados da fase de frações

```

1  {
2  "questions": [
3      {"numerator1": 5, "denominator1": 8, "numerator2": 10, "denominator2": 13, "correctAnswer": "menor"},
4      {"numerator1": 3, "denominator1": 4, "numerator2": 6, "denominator2": 8, "correctAnswer": "igual"},
5      {"numerator1": 7, "denominator1": 9, "numerator2": 5, "denominator2": 6, "correctAnswer": "menor"},
6      {"numerator1": 6, "denominator1": 9, "numerator2": 2, "denominator2": 3, "correctAnswer": "igual"},
7      {"numerator1": 10, "denominator1": 18, "numerator2": 7, "denominator2": 12, "correctAnswer": "menor"},
8      {"numerator1": 6, "denominator1": 8, "numerator2": 7, "denominator2": 11, "correctAnswer": "maior"},
9      {"numerator1": 9, "denominator1": 15, "numerator2": 6, "denominator2": 10, "correctAnswer": "igual"},
10     {"numerator1": 1, "denominator1": 3, "numerator2": 3, "denominator2": 8, "correctAnswer": "menor"},
11     {"numerator1": 4, "denominator1": 10, "numerator2": 3, "denominator2": 6, "correctAnswer": "menor"},
12     {"numerator1": 9, "denominator1": 18, "numerator2": 4, "denominator2": 9, "correctAnswer": "maior"},
13     {"numerator1": 2, "denominator1": 5, "numerator2": 3, "denominator2": 10, "correctAnswer": "maior"},
14     {"numerator1": 3, "denominator1": 7, "numerator2": 2, "denominator2": 5, "correctAnswer": "maior"},
15     {"numerator1": 7, "denominator1": 9, "numerator2": 14, "denominator2": 18, "correctAnswer": "igual"},
16     {"numerator1": 1, "denominator1": 4, "numerator2": 4, "denominator2": 17, "correctAnswer": "maior"},
17     {"numerator1": 2, "denominator1": 5, "numerator2": 3, "denominator2": 12, "correctAnswer": "maior"},
18     {"numerator1": 6, "denominator1": 12, "numerator2": 2, "denominator2": 4, "correctAnswer": "igual"},
19     {"numerator1": 15, "denominator1": 17, "numerator2": 11, "denominator2": 15, "correctAnswer": "maior"},
20     {"numerator1": 5, "denominator1": 7, "numerator2": 4, "denominator2": 12, "correctAnswer": "maior"},
21     {"numerator1": 10, "denominator1": 16, "numerator2": 5, "denominator2": 8, "correctAnswer": "igual"},
22     {"numerator1": 1, "denominator1": 9, "numerator2": 2, "denominator2": 12, "correctAnswer": "menor"}
23 ]
24 }
```

3.1.3 Sorteio e exibição de questões

Para cada rodada:

- "GetRandomQuestion()":
 - Gera um índice aleatório "Random.Range(0, perguntasRestantes.Count)"
 - Remove a pergunta usada de "perguntasRestantes" (evita repetição)

- "DisplayQuestion()":

- Atualiza os campos “numerator1Text, denominator1Text, numerator2Text, denominator2Text”
- *Reset* visual: “ImageResposta.sprite = null; ImageResposta.color = transparent”

Esse processo garante que, em cinco rodadas, o aluno veja questões diversas.

3.1.4 Verificação e comparação de frações

Ao clicar em um botão, “CheckAnswer(string playerAnswer)” realiza:

- Confere “playerAnswer == currentQuestion .correctAnswer”.
- Atualiza “ImageResposta” para “correctSprite” ou “wrongSprite”.
- Toca o áudio correspondente (“audioSource.PlayOneShot(soundCorrect)” ou “soundWrong”).
- Exibe “ImageSelected” com o ícone do botão e animação de *fade* via “Coroutine”.

3.2 Fase das equações

A Fase das Equações foi estruturada para abordar a habilidade EF07MA18 da BNCC, que orienta o estudante a “resolver e elaborar problemas que possam ser representados por equações polinomiais de 1º grau, redutíveis à forma $ax + b = c$, fazendo uso das propriedades da igualdade” (BRASIL, 2018, p. 274). Neste jogo, seis equações são exibidas simultaneamente e o aluno deve arrastar o valor de x correspondente a cada uma (conforme a fig. 4), exercitando a manipulação algébrica de forma concreta e visual. Esta fase segue o fluxograma apresentado na figura 5.

A mecânica de *drag-and-drop* permite que o estudante vivencie o processo de isolar x , reforçando os princípios de equivalência e balanceamento de termos, conforme recomendado em metodologias de ensino ativo (SANTOS; SILVA, 2019). A exigência de completar todas as correspondências antes da confirmação final

estimula a revisão contínua e a reflexão sobre erros, fortalecendo a compreensão do conceito de igualdade em equações lineares (WU; YANG, 2022).

Figura 4: Tela da fase de equações

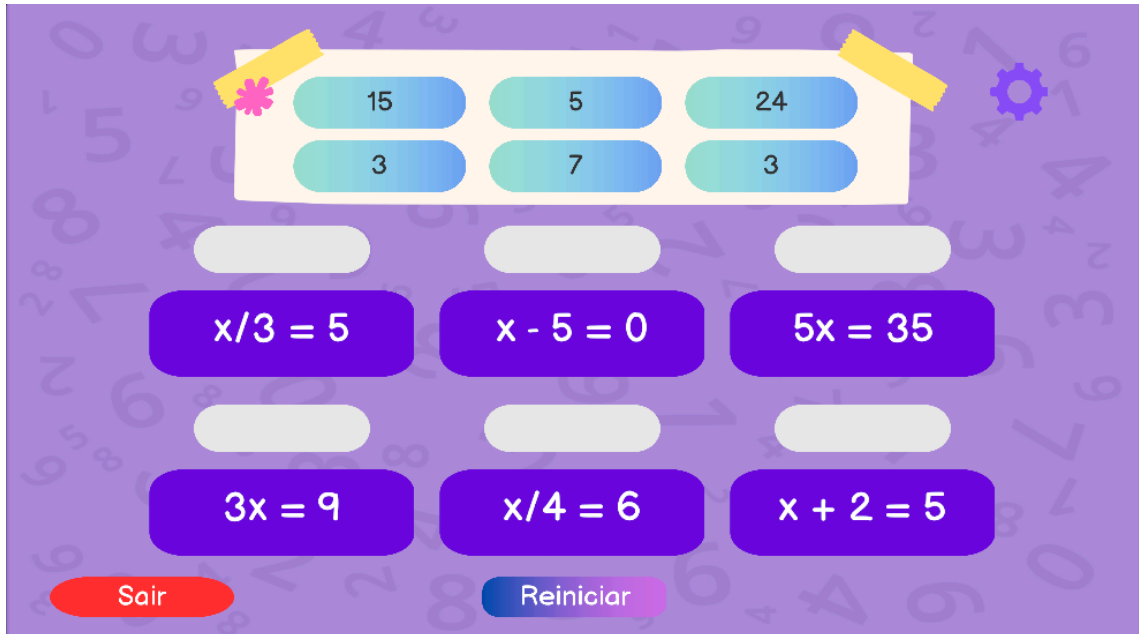
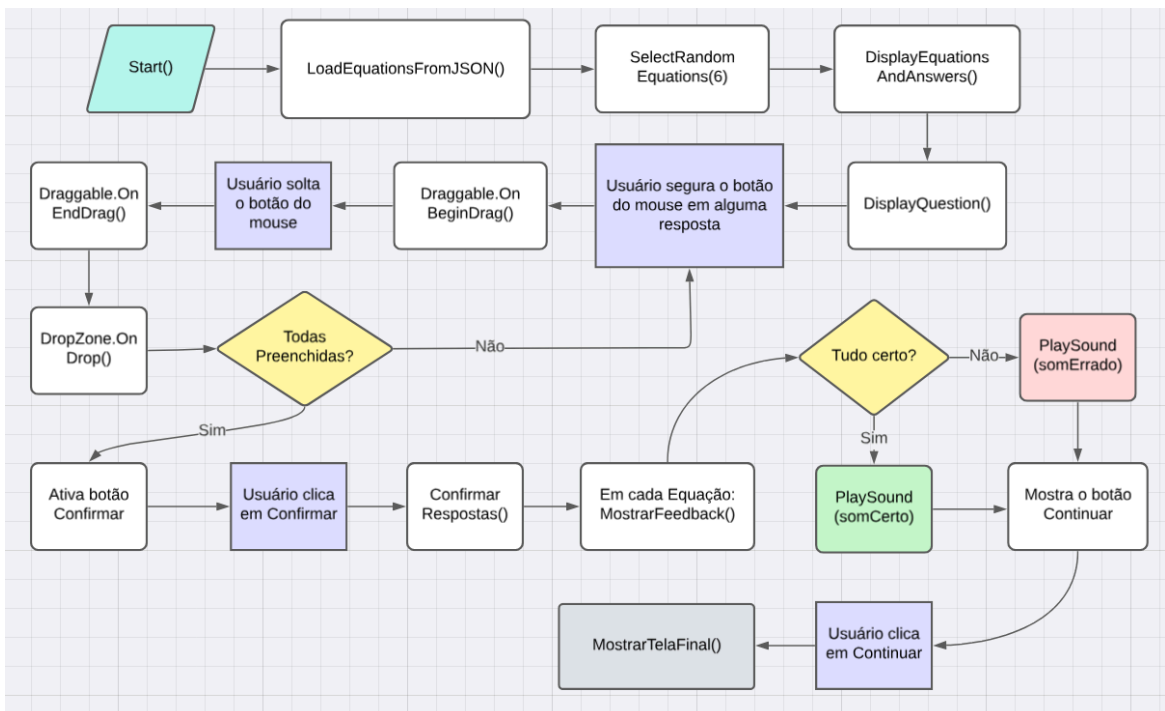


Figura 5: Fluxograma geral da fase das equações



3.2.1 Estrutura de cena e prefabs

Na cena de Equações, a hierarquia é:

1. Canvas Principal

- “EquationGameManager” (*script* controlador)
- Contêiner “EquationsContainer” (GridLayoutGroup 2x3) onde são instanciados 6 “EquationSlotPrefab”
- Contêiner “AnswersContainer” (HorizontalLayoutGroup) com “ContentSizeFitter”, onde estarão os “AnswerItemPrefab”.

2. Canvas Controles

- Botão “ConfirmarButton”, inicialmente desativado
- Botão “ResetButton” para reposicionar itens
- Botão “VoltarMenu”

Cada “EquationSlotPrefab” inclui:

- Um “TextMeshProUGUI” com a equação (“ $ax + b = c$ ”)
- Um “DropZone” (com “Image” de fundo e componente “DropZone.cs”)
- Uma “Image feedbackImage” oculta para exibir “check” ou “X”

O “AnswerItemPrefab” inclui:

- Um “TextMeshProUGUI” com o valor de x
- Um “CanvasGroup” e componente “Draggable.cs”
- Collider 2D para “EventTrigger” de *drag*

3.2.2 Carregamento de equações e respostas

No “Start()”, “EquationGameManager” chama:

- “LoadEquationsFromJSON()”: desserializa arquivo “equations.json” (fig. 6)
- “SelectRandomEquations(6)”: remove 6 itens aleatórios de “allEquations”
- “DisplayEquationsAndAnswers()”:
 - Adiciona “eq.correctAnswer” à lista “answers”, embaralha e instancia os “AnswerItemPrefab”
 - Instancia slots, conforme a fig. 7

Figura 6: equations.json - Banco de dados da fase de equações

```
2  "equations": [  
3    { "equationText": "2x + 4 = 10", "correctAnswer": "3" },  
4    { "equationText": "x - 5 = 0", "correctAnswer": "5" },  
5    { "equationText": "3x = 9", "correctAnswer": "3" },  
6    { "equationText": "x/2 = 4", "correctAnswer": "8" },  
7    { "equationText": "x + 7 = 10", "correctAnswer": "3" },  
8    { "equationText": "4x = 16", "correctAnswer": "4" },  
9    { "equationText": "x - 3 = 2", "correctAnswer": "5" },  
10   { "equationText": "x + 1 = 9", "correctAnswer": "8" },  
11   { "equationText": "5x = 25", "correctAnswer": "5" },  
12   { "equationText": "x - 8 = 4", "correctAnswer": "12" },  
13   { "equationText": "x + 10 = 13", "correctAnswer": "3" },  
14   { "equationText": "7x = 21", "correctAnswer": "3" },  
15   { "equationText": "x/5 = 3", "correctAnswer": "15" },  
16   { "equationText": "6x = 12", "correctAnswer": "2" },  
17   { "equationText": "x - 2 = 7", "correctAnswer": "9" },  
18   { "equationText": "9x = 27", "correctAnswer": "3" },  
19   { "equationText": "x + 6 = 12", "correctAnswer": "6" },  
20   { "equationText": "8x = 64", "correctAnswer": "8" },  
21   { "equationText": "x/4 = 6", "correctAnswer": "24" },  
22   { "equationText": "2x = 14", "correctAnswer": "7" },  
23   { "equationText": "x - 4 = 1", "correctAnswer": "5" },  
24   { "equationText": "10x = 100", "correctAnswer": "10" },  
25   { "equationText": "x + 2 = 5", "correctAnswer": "3" },  
26   { "equationText": "x - 9 = 0", "correctAnswer": "9" },  
27   { "equationText": "x/3 = 5", "correctAnswer": "15" },  
28   { "equationText": "3x + 6 = 15", "correctAnswer": "3" },  
29   { "equationText": "x - 1 = 8", "correctAnswer": "9" },  
30   { "equationText": "x + 4 = 14", "correctAnswer": "10" },  
31   { "equationText": "5x = 35", "correctAnswer": "7" },  
32   { "equationText": "x - 6 = 2", "correctAnswer": "8" }  
33 ]
```

Figura 7: Função “DisplayEquationsAndAnswers()”

```

void DisplayEquationsAndAnswers(){
    // Cria uma lista para armazenar todas as respostas corretas
    List<string> answers = new List<string>();
    // Para cada equação selecionada aleatoriamente...
    foreach (var eq in selectedEquations)
    {
        // 1) Instancia o prefab do slot de equação dentro do container de equações
        GameObject slot = Instantiate(equationSlotPrefab, equationsContainer);
        // 2) Seta o texto do TMP_Text no slot para exibir a equação (por exemplo: "2x + 4 = 10")
        slot.GetComponentInChildren<TMP_Text>().text = eq.equationText;
        // 3) Obtém o componente DropZone (para receber o item arrastável)
        DropZone dz = slot.GetComponentInChildren<DropZone>();
        // 4) Obtém o componente EquationSlot (para verificar a resposta depois)
        EquationSlot eqSlot = slot.GetComponent<EquationSlot>();
        // 5) Atribui à DropZone qual resposta ela deve aceitar
        dz.expectedAnswer = eq.correctAnswer;
        // 6) Informa à DropZone qual é o container original das respostas,
        // necessário para devolver itens antigos ao resetar
        dz.answersContainer = answersContainer;
        // 7) Informa ao EquationSlot qual é a resposta correta, para feedback
        eqSlot.respostaCorreta = eq.correctAnswer;
        // 8) Adiciona essa resposta à lista de respostas que será embaralhada
        answers.Add(eq.correctAnswer);
    }

    // Embaralha a lista de respostas para que não fiquem na ordem das equações
    ShuffleList(answers);

    // Para cada resposta embaralhada...
    foreach (var ans in answers)
    {
        // 1) Instancia o prefab de item de resposta dentro do container de respostas
        GameObject answer = Instantiate(answerItemPrefab, answersContainer);

        // 2) Seta o texto do TMP_Text no item para exibir o valor de x
        answer.GetComponentInChildren<TMP_Text>().text = ans;

        // 3) Informa ao script Draggable qual é o texto (valor) que ele representa
        answer.GetComponent<Draggable>().answerText = ans;
    }
}

```

3.2.3 Drag-and-drop e lógica de substituição

O componente “Draggable.cs” implementa “IBeginDrag”, “IDrag”, “IEndDrag”:

- Ao iniciar *drag*, armazena “originalParent”
- Desabilita “blocksRaycasts” para permitir *drop*
- Durante *drag*, “transform.position = Input.mousePosition”
- Ao fim, se não posicionado em um “DropZone”, retorna ao “originalParent”

O “DropZone.cs”:

- “OnDrop(PointerEventData)” confere se há “droppedItem” existente:
 - Se sim, retorna o anterior ao “answersContainer”
- Posiciona o novo item: “draggable.transform.SetParent(this.transform);
localPosition = Vector3.zero”
- Atualiza “droppedItem”
- Chama “EquationGameManager.VerificarDropZones()”

3.2.4 Validação e *feedback*

Quando todas as zonas estiverem preenchidas, “ConfirmarButton.SetActive(true)”:

- “ConfirmarRespostas()” percorre cada “EquationSlot”
- Desabilita todos os “Draggable” (impede novas alterações)
- Toca som geral de acerto ou erro
- Esconde “ResetButton” e exhibe “ContinueButton”

O “ContinueButton” aciona “ExibirLeaderboard()”, que:

- Exibe painel de pontuação final
- Configura “LeaderboardManager.SetFinalScore(pontuacao)”

3.2.5 Considerações de usabilidade

- Reconhecimento de área de *drop*: zonas marcadas com cor suave para guiar o aluno
- *Feedback* contínuo: animações de resposta (*fade-in/out* da “feedbackImage”)
- Layout adaptativo: uso de “Content Size Fitter” e “Safe Area” para dispositivos móveis futuros
- Manutenção de estado: *scripts* isolados para facilitar adição de novos modos (tempo, modo livre)

4 ENTREVISTA DE EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO

A fim de avaliar o jogo desenvolvido através do ponto de vista de um usuário, foi realizada uma entrevista de UX (BERNHaupt, 2010), com um profissional da área de ensino. O usuário entrevistado (UE), docente de Matemática do 7º e 8º ano do Ensino Fundamental em uma escola pública da cidade de Santo André (SP), contribuiu com sua visão e experiência sobre o uso de jogos digitais na educação matemática.

O encontro ocorreu presencialmente em um sábado pela manhã, nas dependências da universidade. O UE teve acesso à versão funcional da plataforma e pôde explorar os dois jogos propostos: o jogo de comparação de frações (habilidade EF07MA08 da BNCC) (BRASIL, 2018, p. 408) e o jogo de resolução de equações do 1º grau com recurso de arrastar e soltar (habilidade EF07MA18) (BRASIL, 2018, p. 409). A conversa foi gravada e transcrita.

Algumas perguntas foram feitas sobre as questões estéticas do jogo, para saber se estava condizente com o que ele esperava em um jogo para pré-adolescentes. A partir daí, se desenrolou uma conversa mais informal, onde o UE contou suas experiências e pôde testar o jogo e fazer seus apontamentos.

Durante a conversa, alguns pontos foram destacados pelo usuário:

- **Valorização do caráter lúdico e interativo:** o usuário entrevistado enfatizou a necessidade de recursos tecnológicos que estimulem o raciocínio matemático de forma divertida, apontando que os jogos têm potencial para atrair o interesse dos alunos em temas tradicionalmente considerados mais difíceis, como frações e equações.
- **Importância do momento pedagógico:** ressaltou que, na faixa etária de 12 anos, o domínio de frações e de equações de 1º grau é fundamental para o aprendizado dos conteúdos subsequentes no Ensino Fundamental.
- **Fase de frações (EF07MA08):** elogiou a visualização “clean” das frações e a mecânica de escolha (maior, menor ou igual), afirmando que esses elementos fixam o conceito de equivalência. Sugeriu, porém, a inclusão de

representações gráficas (barras ou círculos) em futuras versões, para reforçar ainda mais a compreensão visual.

- **Fase de equações (EF07MA18):** aprovou a mecânica de **drag-and-drop**, por exigir associação ativa de conceitos. Entretanto, indicou que a apresentação visual dos elementos poderia ser enriquecida e que a variedade de tipos de equação deveria aumentar, para evitar resolução mecânica.
- **Níveis de dificuldade:** recomendou implementar fases graduais de complexidade, permitindo personalizar o desafio conforme o desempenho individual de cada aluno.
- **Estética e engajamento:** destacou a relevância de elementos visuais “fofos”, animações leves, paletas de cores vibrantes e sons envolventes para manter a atenção e o prazer dos estudantes de 12 anos.
- **Dashboard para professores:** sugeriu criar um ambiente virtual onde o docente possa consultar relatórios de desempenho, registrando acertos, erros e evolução de cada aluno ao longo das fases.
- **Leaderboard integrado:** propôs a implementação de um ranking de maior pontuação para motivar a competição saudável e permitir que os alunos acompanhem suas próprias metas de desempenho.
- **Uso em sala de aula:** afirmou que utilizaria as fases em momentos de revisão e reforço, observando que plataformas bem elaboradas promovem aprendizagem ativa, engajamento e autonomia do estudante no processo educativo.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção discutem-se os principais achados decorrentes da aplicação e avaliação das duas fases da plataforma, bem como a percepção do usuário entrevistado sobre usabilidade e pertinência pedagógica.

5.1 Funcionamento técnico e estabilidade

Durante os testes em laboratório, ambas as fases apresentaram carregamento rápido e fluidez na interação. A fase de frações executou corretamente a comparação das frações por produto cruzado, sem apresentar travamentos ou atrasos perceptíveis. Na fase de equações, o mecanismo de *drag-and-drop* permitiu que os itens fossem arrastados e posicionados sem inconsistências, e a lógica de substituição automática evitou sobreposições, garantindo uma experiência limpa e sem erros graves de interface. Essas observações indicam uma implementação robusta dos mecanismos centrais em Unity, usando “*prefabs*” para padronizar elementos de UI e *scripts* leves para manter a performance.

5.2 Alinhamento com a BNCC

Ambas as fases foram desenvolvidas buscando seguir os requisitos das habilidades escolhidas. Na fase de frações (EF07MA08), a atividade de comparar pares de frações expôs o aluno à lógica de equivalência e ordenação, reforçando o conceito de frações próprias em um contexto visual e interativo. Na fase de equações (EF07MA18), o arrastar e soltar dos valores de x ajudou o aluno a vivenciar a ideia de balanceamento de termos e a prática de “isolar” a variável, sem exigir cálculos algébricos formais. Dessa forma, as mecânicas de jogo dialogaram diretamente com as competências definidas pela BNCC, criando um ambiente de prática ativa.

5.3 Experiência do usuário entrevistado

O usuário entrevistado considerou a interface do sistema clara e fácil de navegar, observando que os botões e zonas de interação estão posicionados de forma lógica e acessível ao público-alvo. As cores vibrantes e os ícones com traços suaves chamaram a atenção, mantendo o interesse durante toda a atividade. Na fase das equações, a substituição automática de um valor ao posicionar outro foi apontada como um recurso que reduz confusões e facilita a correção de erros, gerando uma sensação de fluidez.

De modo geral, o entrevistado avaliou positivamente a agilidade das respostas do jogo e o equilíbrio entre desafio e simplicidade, indicando que a plataforma proporciona um ambiente confortável para a prática de conceitos matemáticos.

5.4 Sugestões e implicações pedagógicas

O usuário entrevistado sugeriu a introdução de representações gráficas (por exemplo, barras de fração) na fase de frações, a criação de níveis de dificuldade graduais e a geração de relatórios simples para acompanhamento docente. Tais propostas aparecem como diretrizes para as melhorias futuras (Seção 6.1) e reforçam a ideia de que jogos educativos devem combinar desafio, visualização e feedback de forma integrada ao currículo.

5.5 Limitações

Foram identificadas algumas limitações que devem ser consideradas:

- Escopo reduzido de conteúdo: as duas fases cobrem apenas frações simples e equações lineares.
- Dependência de desktop: atualmente, a plataforma exige Unity instalado, o que limita o acesso em ambientes sem o software.

- Disponibilidade do usuário: não foi possível realizar uma segunda entrevista com o UE1, o que seria ideal.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de um jogo sério composto por duas fases voltadas ao exercício da matemática com habilidades do 7º ano do Ensino Fundamental, concretamente as habilidades EF07MA08 (frações) e EF07MA18 (equações) da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Utilizando o motor de jogos Unity e a linguagem C#, as fases foram concebidas com foco em proporcionar uma experiência do usuário, um professor da área, de forma lúdica, interativa e acessível, valorizando elementos como *feedback* imediato, sistema de pontuação e mecânicas simples, porém envolventes.

A partir do contato com um professor da área, foi possível incorporar aspectos multimídia de apoio educacional à proposta inicial e realizar ajustes práticos a partir de sugestões recebidas. Essa colaboração reforçou a importância de alinhar os aspectos técnicos e visuais dos jogos às necessidades e ao perfil dos jogadores aprendizes.

Durante a sessão de UX realizada com o professor, observou-se que a interface despertou curiosidade e permaneceu clara mesmo sem instruções extensivas — o entrevistado destacou as cores vibrantes, a disposição dos elementos e a responsividade dos botões como pontos fortes. Além disso, o fluxo de jogo foi considerado intuitivo, permitindo que o usuário testasse hipóteses e corrigisse erros rapidamente, o que reforça a usabilidade do protótipo em um contexto de avaliação prática.

O projeto tentou seguir a aplicação da engenharia de requisitos desde a concepção da ideia até a implementação final, garantindo um procedimento metodológico bem definido, funcionalidades priorizadas e uma interface amigável próxima a um provável público-alvo.

6.1 Melhorias futuras

Com os comentários de feedback positivos recebidos, observamos que diversas melhorias podem ser consideradas em versões futuras da plataforma, com vistas a uma possível aplicação educacional e à personalização da experiência do usuário.

Alguns próximos passos do trabalho seriam:

1. **Adição de novos conteúdos e fases:** Incluir mais habilidades da BNCC e conteúdos progressivos permitiria atender um espectro mais amplo do currículo de matemática, abrangendo outros tópicos como geometria, proporcionalidade e estatística. Além de mais fases com diferentes dificuldades para a mesma habilidade.
2. **Novas entrevistas de UX:** Realizar uma nova entrevista com o primeiro usuário entrevistado (UE1), e entrevistar pelo menos mais 2 usuários para obter *feedbacks* para novas melhorias futuras.
3. **Inserção de animações educativas:** Adicionar elementos animados, como personagens, efeitos de transição e *feedbacks* visuais mais dinâmicos, pode tornar a experiência mais atrativa para o público-alvo. As animações ajudam a manter a atenção do jogador e tornam o processo de aprendizagem mais lúdico e envolvente.
4. **Relatórios de desempenho:** Implementar um painel para professores com relatórios de acertos, erros e evolução dos alunos contribuiria para integrar o jogo ao processo avaliativo e permitir intervenções pedagógicas mais assertivas.

Essas sugestões visam transformar os jogos em uma ferramenta ainda mais eficaz e alinhada às demandas contemporâneas da educação básica, promovendo um ensino de matemática mais inclusivo, significativo e prazeroso.

7 REFERÊNCIAS

AN, Yungho. The effects of game-based learning on mathematical reasoning. *Educational Studies in Mathematics*, v. 106, n. 3, p. 375–392, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10649-021-10055-0>

AROSQUIPA LOPEZ, K. et al. Influence of serious games on the performance of primary school students: a systematic review. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, v. 22, n. 4, p. 117–132, 2023. Disponível em: <https://ijlter.ijhss.net/index.php/ijlter/article/view/7028>. Acesso em: 15 jul. 2025.

BERNHaupt, Regina (org.). *Game Usability: Advancing the Player Experience*. London: Springer, 2010.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: Ministério da Educação, 2018. Disponível em: <https://basenacionalcomum.mec.gov.br>. Acesso em: 15 jul. 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA) 2018: Resultados do Brasil. Brasília: INEP, 2019.

BROWN, J. S.; COLLINS, A.; DUGUID, P. Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, v. 18, n. 1, p. 32–42, 1989.

CLARK, Douglas B.; TANNER-SMITH, Emily E.; KILLINGSWORTH, Stephen S. Digital games, design, and learning: A systematic review and meta-analysis. *Review of Educational Research*, v. 86, n. 1, p. 79–122, 2016.

CSIKSZENTMIHALYI, M. *Flow: The psychology of optimal experience*. New York: Harper & Row, 1990.

DECI, E. L.; RYAN, R. M. *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior*. New York: Plenum, 1985.

IETF – INTERNET ENGINEERING TASK FORCE. RFC 8259: The JavaScript Object Notation (JSON) Data Interchange Format. Fremont, CA: IETF, 2017. Disponível em: <https://tools.ietf.org/html/rfc8259>. Acesso em: 31 jul. 2025.

KE, Fengfeng. A case study of computer gaming for math: Engaged learning from gameplay? *Computers & Education*, v. 51, n. 4, p. 1609–1620, 2008.

KOLB, D. A. *Experiential learning: experience as the source of learning and development*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1984.

MICROSOFT CORPORATION. C# Language Specification (Version 8.0). Redmond: Microsoft, 2020. Disponível em: <https://docs.microsoft.com/dotnet/csharp/language-reference/language-specification/>. Acesso em: 31 jul. 2025.

MORAES, M. C.; LIMA, E. A. *Complexidade e educação*. Brasília: Liber Livro, 2001.

MOURA, Tatiana; LOPES, João. Estratégias visuais no ensino de frações: o uso de tecnologias. *Revista Ensino de Matemática*, v. 12, n. 2, p. 45–60, 2020.

OECD. PISA 2018 Results (Volume I): What Students Know and Can Do. Paris: OECD Publishing, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1787/5f07c754-en>. Acesso em: 31 jul. 2025.

PAPANASTASIOU, G.; SAVVA, S.; ZAPHIRIOU, P. The Use of Serious Games in Primary Education. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, v. 12, n. 1, p. 44–55, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.3991/ijet.v12i01.6065>. Acesso em: 15 jul. 2025.

PAPASTERGIOU, Maria. Digital game-based learning in high school computer science education: impact on educational effectiveness and student motivation. *Computers & Education*, v. 52, n. 1, p. 1–12, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2008.06.004>.

PIAGET, J. *A psicologia da criança*. 5. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. (Original publicado em 1966)

RANDEL, Judith M. et al. The effectiveness of games for educational purposes: A review of recent research. *Simulation & Gaming*, v. 23, n. 3, p. 261–276, 1992.

SANTOS, Rafael; SILVA, Mariana. Aprendizagem ativa em álgebra: recursos interativos e jogos. *Cadernos de Educação Matemática*, v. 15, n. 1, p. 101–118, 2019.

SKINNER, B. F. Sobre o behaviorismo. São Paulo: Cultrix, 1974.

SOUZA, Robson Vinícius. Introdução à engenharia de requisitos. DevMedia, 2009. Disponível em: <https://www.devmedia.com.br/introducao-a-engenharia-de-requisitos/8034>. Acesso em: 15 jul. 2025.

SWELLER, J. Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, v. 12, n. 2, p. 257–285, 1988.

UNITY TECHNOLOGIES. TextMesh Pro Documentation. San Francisco: Unity Technologies, 2021. Disponível em: <https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.textmeshpro@3.0/manual/index.html>. Acesso em: 31 jul. 2025.

UNITY TECHNOLOGIES. Unity User Manual (Version 2021.3 LTS). San Francisco: Unity Technologies, 2021. Disponível em: <https://docs.unity3d.com/2021.3/Documentation/Manual/index.html>. Acesso em: 31 jul. 2025.

VYGOTSKY, L. S. A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. São Paulo: Martins Fontes, 1984. (Original publicado em 1934)

WOO, J. Educational Use of Computer Games. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, v. 62, p. 362-364, 2010. Disponível em: <https://rsisinternational.org/journals/ijriss/articles/game-based-learning-in-improving-student-engagement>. Acesso em: 15 jul. 2025.

WU, M.; YANG, F. Effects of digital game-based learning on students' mathematics achievement: A meta-analysis. *International Journal of STEM Education*, v. 9, n. 1, 2022. Disponível em:

<https://stemeducationjournal.springeropen.com/articles/10.1186/s40594-022-00344-0>.

Acesso em: 15 jul. 2025.

Apêndice - Telas do jogo

Figura 8: Tela do Menu do jogo



Figura 9: Tela de seleção de fases



Figura 10: Tela de instrução da fase de frações

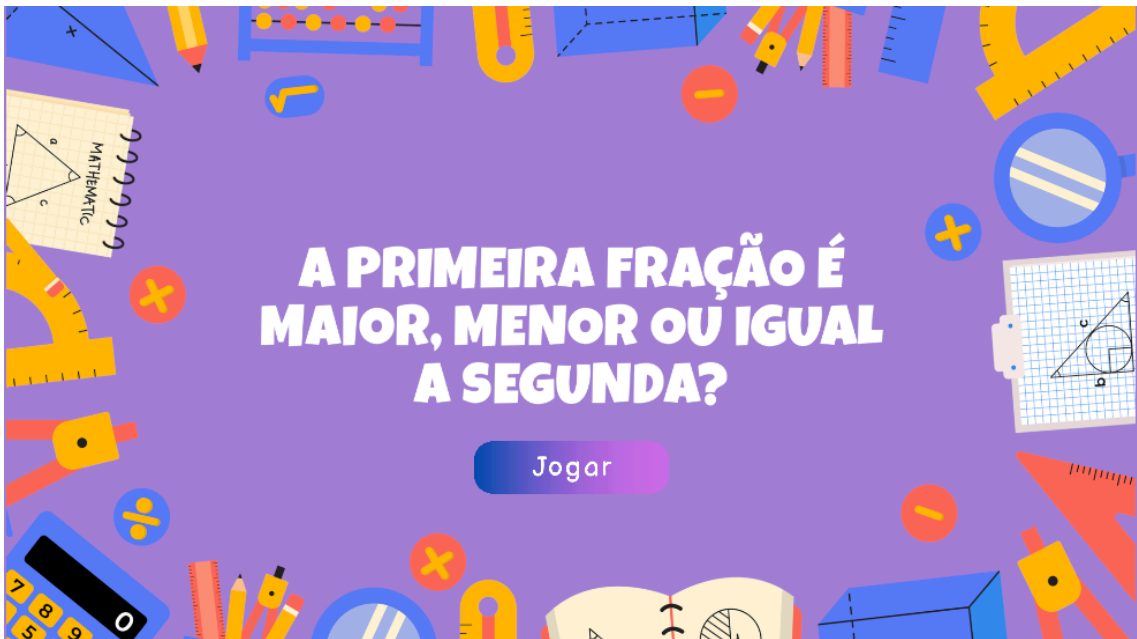


Figura 11: Exemplo de acerto em uma rodada do jogo de frações

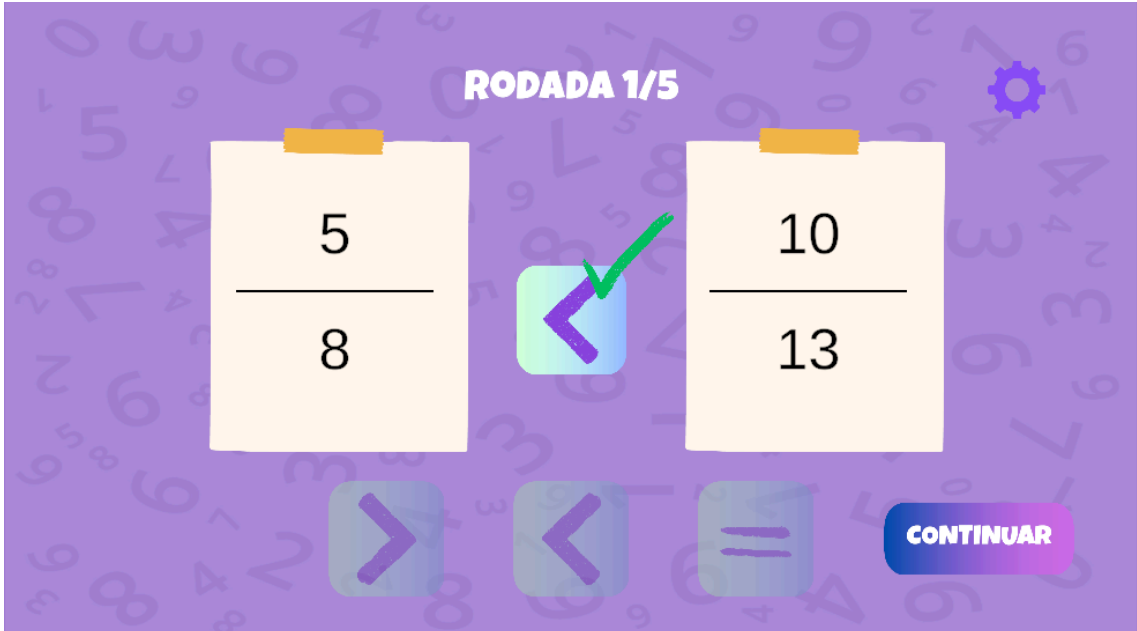


Figura 12: Exemplo de erro em uma rodada do jogo de frações

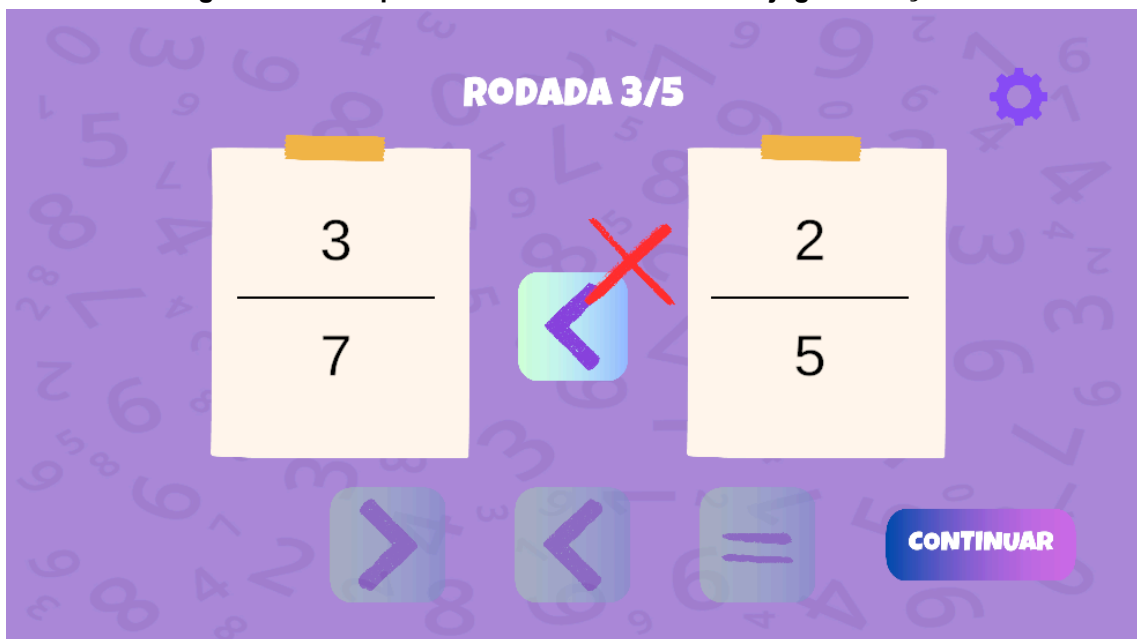
Figura 13: Tela de pontuação com entrada do nome para o *Leaderboard*

Figura 14: Leaderboard após término das fases



Figura 15: Tela da fase de equações após “arrastar” as respostas para equações correspondentes

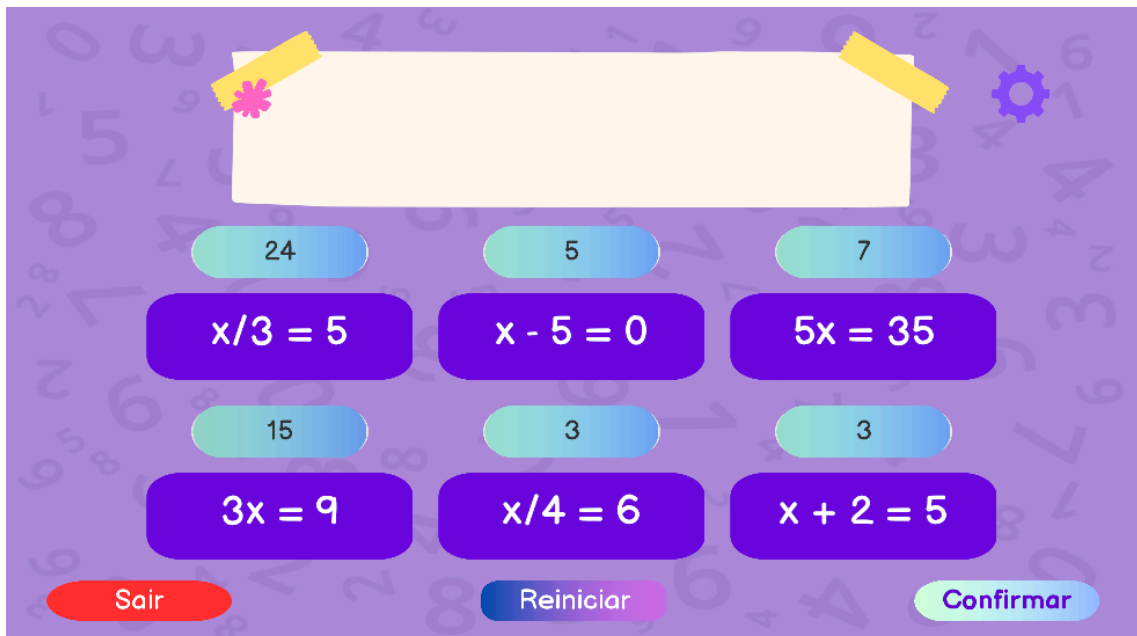


Figura 16: Tela da fase de equações com os *feedbacks* após clicar para confirmar as respostas

The image shows a digital interface for a math quiz. At the top, there is a large yellow rectangular area with a pink star on the left and a purple gear on the right. Below this, there are six equations arranged in a 2x3 grid. Each equation has a corresponding answer input field with a feedback icon (a red 'X' for incorrect and a green checkmark for correct). At the bottom, there are two buttons: 'Sair' (Exit) in a red oval and 'Continuar' (Continue) in a light blue oval.

24	5	7
$x/3 = 5$	$x - 5 = 0$	$5x = 35$
15	3	3
$3x = 9$	$x/4 = 6$	$x + 2 = 5$

Sair Continuar