



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MATEMÁTICA EM REDE NACIONAL
MESTRADO PROFISSIONAL EM MATEMÁTICA EM REDE NACIONAL

HEDILANDIO VIDAL ARAÚJO

DESENVOLVIMENTO DE UM RECURSO EDUCACIONAL DIGITAL (RED) DE
MATEMÁTICA: UMA PROPOSTA PARA RECOMPOSIÇÃO DE HABILIDADES
ESSENCIAIS DA MATRIZ DE REFERÊNCIA DE MATEMÁTICA DO SPAECE

FORTALEZA

2025

HEDILANDIO VIDAL ARAÚJO

DESENVOLVIMENTO DE UM RECURSO EDUCACIONAL DIGITAL (RED) DE
MATEMÁTICA: UMA PROPOSTA PARA RECOMPOSIÇÃO DE HABILIDADES
ESSENCIAIS DA MATRIZ DE REFERÊNCIA DE MATEMÁTICA DO SPAECE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Matemática em Rede Nacional da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Matemática. Área de concentração: Ensino de Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Ferreira de Melo

FORTALEZA

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

A689d Araújo, Hedilandio Vidal.

Desenvolvimento de um recurso educacional digital (RED) de matemática : uma proposta para recomposição de habilidades essenciais da matriz de referência de matemática do SPAECE / Hedilandio Vidal Araújo. – 2025.

120 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Departamento de Matemática, Programa de Pós-Graduação em Matemática em Rede Nacional, Fortaleza, 2025.

Orientação: Prof. Dr. Marcelo Ferreira de Melo.

1. Matemática – Estudo e ensino. 2. Gamificação. 3. Avaliação educacional. 4. Recursos educacionais digitais. I. Título.

CDD 510

HEDILANDIO VIDAL ARAÚJO

DESENVOLVIMENTO DE UM RECURSO EDUCACIONAL DIGITAL (RED) DE
MATEMÁTICA: UMA PROPOSTA PARA RECOMPOSIÇÃO DE HABILIDADES
ESSENCIAIS DA MATRIZ DE REFERÊNCIA DE MATEMÁTICA DO SPAECE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Matemática em Rede Nacional da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Matemática. Área de concentração: Ensino de Matemática.

Aprovada em: 13/06/2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Marcelo Ferreira de Melo (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Marcos Ferreira de Melo
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Flávio Alexandre Falcão Nascimento
Universidade Estadual do Ceará (UECE)

A minha mãe.

A minha esposa.

AGRADECIMENTOS

À minha amada esposa, cujo apoio inabalável, compreensão e paciência foram imprescindíveis ao longo desta jornada acadêmica.

À minha querida mãe, cujo amor incondicional e suporte constante foram a bússola que me guiou até o presente momento.

Ao Prof. Dr. Marcelo Ferreira de Melo, pela excelente orientação.

Aos professores participantes da banca examinadora, pelas valiosas colaborações e sugestões.

Aos colegas da turma de mestrado, pelos ensinamentos e companheirismo ao longo desse árduo caminho.

“Assim sendo, o erro não é fonte para castigo, mas suporte para o crescimento.” (Luckesi, 1990)

RESUMO

O presente trabalho descreve o desenvolvimento e a implementação do recurso educacional digital "Piratas da Matemática", criado na plataforma MIT App Inventor 2, com o objetivo de promover a recomposição de habilidades essenciais em matemática selecionadas da matriz de referência do Sistema Permanente de Avaliação da Educação Básica do Ceará (SPAECE). Fundamentado na teoria da gamificação e da avaliação formativa, o jogo utiliza uma narrativa envolvente para estimular o engajamento e a autorregulação dos estudantes do Ensino Médio, especialmente aqueles que apresentam dificuldades em conceitos matemáticos básicos. A metodologia adotada é qualitativa e exploratória, envolvendo etapas como levantamento bibliográfico, identificação dos descritores críticos do SPAECE, desenvolvimento técnico e estético do aplicativo, aplicação em campo e análise de impacto. Os resultados preliminares indicam que o uso do recurso digital contribui positivamente para o aumento da motivação e desempenho acadêmico dos alunos, demonstrando seu potencial como ferramenta pedagógica eficaz para auxiliar no ensino-aprendizagem da matemática.

Palavras-chave: matemática – estudo e ensino; gamificação; avaliação educacional; recursos educacionais digitais.

ABSTRACT

This work describes the development and implementation of the digital educational resource "Piratas da Matemática," created on the MIT App Inventor 2 platform, aimed at promoting the recovery of essential mathematics skills selected from the reference framework of the Permanent Evaluation System for Basic Education of Ceará (SPAECE). Grounded in gamification theory and formative assessment, the game employs an engaging narrative to encourage high school students' engagement and self-regulation, especially targeting those with difficulties in basic mathematical concepts. The adopted methodology is qualitative and exploratory, involving stages such as literature review, identification of SPAECE critical descriptors, technical and aesthetic development of the application, field implementation, and impact analysis. Preliminary results indicate that the digital resource positively contributes to increased student motivation and academic performance, demonstrating its potential as an effective pedagogical tool to support mathematics teaching and learning

Keywords: mathematics – study and teaching; gamification; mathematics; educational assessment; digital educational resources.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Tétrade Elementar do desenvolvimento de jogos	22
Figura 2	– Pêntade Elementar do desenvolvimento de jogos educacionais	23
Figura 3	– Estrutura básica dos itens de múltipla escolha	35
Figura 4	– Nomenclatura das partes de um item, conforme o INEP	36
Figura 5	– Nomenclatura das partes de um item, conforme o Caed	37
Figura 6	– Estrutura básica dos itens de múltipla escolha (Caed)	38
Figura 7	– Estrutura básica dos itens de múltipla escolha (Caed)	40
Figura 8	– Padrões de desempenho	41
Figura 9	– Classificação do desempenho	42
Figura 10	– Exemplo de prompt dado ao Dall – E	47
Figura 11	– Página de edição do Canva	48
Figura 12	– Tela de abertura do jogo	49
Figura 13	– Interface de seleção do modo de jogo	50
Figura 14	– Interface de introdução à história	51
Figura 15	– Interface de seleção da ilha do conhecimento	52
Figura 16	– Interface de seleção do quiz	53
Figura 17	– Interface de exibição das perguntas do quiz	54
Figura 18	– Interface de congratulações	55
Figura 19	– Interface de fim de jogo	56
Figura 20	– Interface de escolha do método de revisão	57
Figura 21	– Interface de escolha do método de revisão – <i>Chatbot</i>	58
Figura 22	– Interface com a videoaula de revisão	59
Figura 23	– Sequência de falas da primeira interação do jogo	60
Figura 24	– Sequência de falas da segunda interação do Jogo	61
Figura 25	– Mensagem referente ao botão de dica	63
Figura 26	– Sinalização de acerto da resposta	64
Figura 27	– Sinalização de erro da resposta	65
Figura 28	– Mensagem de ilha bloqueada	66
Figura 29	– Exemplo de revisão com a IA	67
Figura 30	– Exemplo de um cartão desafio	68

Figura 31 – Diário de bordo - folha de cálculos	69
Figura 32 – Página inicial da plataforma MIT App Inventor	72
Figura 33 – Página inicial de desenvolvimento da plataforma MIT App Inventor	73
Figura 34 – Mudança de linguagem na página inicial de desenvolvimento	74
Figura 35 – Subdivisões do ambiente Designer	75
Figura 36 – Subdivisões do ambiente Blocos	77
Figura 37 – Exemplos de blocos	79
Figura 38 – Conjunto de blocos associados aos parâmetros da programação do quiz	80
Figura 39 – Conjunto de blocos associados aos parâmetros de conferência de resposta do quiz	81
Figura 40 – Conjunto de blocos associados ao botão play	82
Figura 41 – Qrcode para download do jogo	86
Figura 42 – Resposta aberta: O que você mais gostou no jogo?	94
Figura 43 – Continuação - Resposta aberta: O que você mais gostou no jogo?	95
Figura 44 – Resposta aberta: Quais aspectos você considera que precisam ser melhorados?	96
Figura 45 – Continuação - Resposta aberta: Quais aspectos você considera que precisam ser melhorados?	97
Figura 46 – Resposta aberta: Você tem sugestões para aprimorar a integração do jogo com práticas pedagógicas em sala de aula?	98
Figura 47 – Alunos realizando o pré-teste	100
Figura 48 – Alunos utilizando o RED – Piratas da Matemática	101

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	– Distribuição das proficiências dos alunos avaliados	83
Gráfico 2	– Descritores com maior índice de erros	84
Gráfico 3	– Familiaridade com o uso de tecnologias educacionais	87
Gráfico 4	– Uso de jogos como recurso didático	87
Gráfico 5	– Navegação e interface do jogo	88
Gráfico 6	– Instruções do jogo.....	88
Gráfico 7	– Design visual e sonoro.	89
Gráfico 8	– Tempo de resposta do jogo.....	89
Gráfico 9	– Adequação do conteúdo ao público-alvo	90
Gráfico 10	– Adequação dos desafios à matriz de referência do SPAECE	90
Gráfico 11	– Adequação à proposta de recomposição de aprendizagens.....	91
Gráfico 12	– Validade dos métodos de revisão.....	91
Gráfico 13	– Contribuição do jogo para despertar o interesse	92
Gráfico 14	– Comparação das médias pré e pós-teste nos grupos controle e experimental	102

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	– Elementos essenciais para o desenvolvimento de um jogo educacional...	23
Quadro 2	– Matriz de Referência do SPAECE 2024 - 3ª Série Ensino Médio.....	31
Quadro 3	– Componentes do item de avaliação	37
Quadro 4	– Principais componentes da paleta	76
Quadro 5	– O jogo possui uma interface intuitiva e de fácil navegação	92
Quadro 6	– RM de cada afirmação feita	93

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CIEB	Centro de Inovação para a Educação Brasileira
IA	Inteligência Artificial
MEDs	Materiais Educacionais Digitais
OA	Objetos de Aprendizagem
REDs	Recursos Educacionais Digitais
SPAECE	Sistema Permanente de Avaliação
TDICs	Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	Problemática	15
1.2	Justificativa	16
1.3	Objetivos	16
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
2.1	Recursos Educacionais Digitais (REDs)	18
2.1.1	<i>Gamificação em Recursos Educacionais Digitais</i>	19
2.1.2	<i>Desenvolvimento de Jogos Educacionais</i>	21
2.2	Avaliação da Aprendizagem Escolar	24
2.2.1	<i>Uma definição de avaliação de aprendizagem</i>	25
2.2.2	<i>Regulação da aprendizagem e avaliação formativa</i>	27
2.3	Sistema Permanente de Avaliação da Educação Básica (SPAECE)	29
2.3.1	<i>Matriz de Referência</i>	30
2.3.2	<i>Item</i>	34
2.3.3	<i>Escala de Proficiência</i>	38
2.4	Avaliação em Jogos Educacionais	42
3	METODOLOGIA	44
4	PRODUTO EDUCACIONAL	46
4.1	Estética	46
4.1.1	<i>Gerador de imagem com inteligência artificial: Dall – E</i>	46
4.1.2	<i>Editor de imagens online: Canva</i>	47
4.1.3	<i>Interfaces gráficas do jogo</i>	48
4.2	História	59
4.3	Mecânica	62
4.4	Tecnologia	70
4.4.1	<i>Plataforma MIT App Inventor 2</i>	71
4.4.2	<i>Blocos de programação do Jogo Piratas da Matemática</i>	79
4.5	Aprendizagem	82
5	RESULTADOS	86
6	CONCLUSÃO	103
	REFERÊNCIAS	104

APÊNDICE A – Questionário destinado aos professores	107
APÊNDICE B – Instruções para a atividade de caça ao tesouro	112
APÊNDICE C – Pré-teste aplicado aos estudantes	117
APÊNDICE D – Pós-teste aplicado aos estudantes	118

1 INTRODUÇÃO

1.1 Problemática

A sociedade contemporânea é marcada por um forte dinamismo, impulsionado sobretudo pelo avanço constante das tecnologias digitais, que influenciam continuamente a maneira como nos relacionamos, trabalhamos e aprendemos. Em praticamente todos os ambientes, das residências às instituições de ensino, os dispositivos tecnológicos, como smartphones, tablets e computadores, tem redefinido as práticas sociais e educativas, influenciando diretamente a maneira como os estudantes percebem e se relacionam com o conhecimento.

Nesse cenário tecnológico emergente, torna-se essencial reconhecer a necessidade de complementar os métodos tradicionais de ensino, especialmente na área de matemática, que frequentemente enfrenta desafios relativos à motivação e engajamento dos estudantes. Essa situação é corroborada por Barbosa, Pontes e Castro (2020), que destacam:

O uso de tecnologias já faz parte do cotidiano da maioria dos alunos, todavia, percebe-se a necessidade de que a aprendizagem escolar se aproxime desse cotidiano, conheça e se aproprie desses espaços onipresentes, seja na escola ou fora dela, bem como dos benefícios proporcionados pelas tecnologias para avançarem na sua missão. (Barbosa; Pontes; Castro, 2020, p. 3)

Diante dessa necessidade de integração, uma estratégia pedagógica que tem demonstrado eficácia significativa é o uso de jogos educacionais digitais que promovem a aproximação entre o ambiente escolar e o contexto cotidiano dos alunos. Conforme Haydt (2011), a inserção de jogos na educação permite criar uma atmosfera motivacional que propicia aos estudantes uma participação ativa e envolvente, contribuindo diretamente para um processo de ensino e aprendizagem mais significativo. Além disso, o uso de jogos no contexto educacional “permite melhorar a lógica, raciocínio e outras habilidades importantes para o desenvolvimento do aluno.” (Mendoza; Leite, 2013, p. 132)

Ademais, conforme salienta Morán (2015), jogos e elementos gamificados são eficazes no ambiente escolar por se alinhar à linguagem e à experiência cotidiana dos estudantes:

Os jogos e as aulas roteirizadas com a linguagem de jogos cada vez estão mais presentes no cotidiano escolar. Para gerações acostumadas a jogar, a linguagem de desafios, recompensas, de competição e cooperação é atraente e fácil de perceber. (Morán, 2015, p.18)

Entretanto, apesar do reconhecido potencial pedagógico das tecnologias e da gamificação, observa-se uma lacuna significativa na oferta de recursos educacionais digitais voltados especificamente para o ensino da matemática que sejam, ao mesmo tempo, acessíveis, atrativos e alinhados às diretrizes curriculares nacionais ou regionais. Muitos dos aplicativos disponíveis

carecem de propostas pedagógicas consistentes ou não contemplam mecanismos que incentivem a autorregulação da aprendizagem, elemento essencial para a construção de uma aprendizagem autônoma e contínua.

1.2 Justificativa

Nesse sentido, compreendendo o potencial da gamificação como ferramenta educativa capaz de elevar o grau de motivação e envolvimento dos estudantes Fardo (2013), e após uma primeira versão que indicou o potencial da abordagem, mas também apontou áreas para aprimoramento no alinhamento curricular e na interface, foi desenvolvida a segunda versão do jogo educacional "Piratas da Matemática", utilizando a plataforma MIT App Inventor, focada no desenvolvimento de aplicativos através da linguagem de programação em blocos. Diferentemente da versão anterior, esta nova edição do jogo foi planejada com base em uma análise detalhada dos descritores críticos identificados nas avaliações externas do Sistema Permanente de Avaliação da Educação Básica do Ceará (SPAECE). Assim, o jogo foi estruturado de modo a abordar especificamente as dificuldades mais recorrentes entre os estudantes cearenses, oferecendo desafios contextualizados que promovem o desenvolvimento dessas habilidades críticas.

Um dos diferenciais deste novo jogo é o seu forte foco na autorregulação da aprendizagem, uma competência essencial que estimula os alunos a monitorarem e gerenciarem ativamente seu próprio percurso educacional. Ao utilizar elementos típicos da gamificação - tais como feedback imediato, progressão por níveis, recompensas simbólicas e uma narrativa envolvente - o jogo oferece oportunidades para que os alunos percebam claramente seus avanços, dificuldades e necessidades específicas de aprendizagem, possibilitando que façam ajustes conscientes e contínuos ao longo do processo de estudo.

Portanto, esta pesquisa tem como objetivo documentar detalhadamente o processo de desenvolvimento do jogo "Piratas da Matemática" como um Recurso Educacional Digital, destacando como a utilização de uma abordagem baseada nos descritores mais críticos do SPAECE e a inserção de mecanismos que favorecem a autorregulação do estudante podem contribuir de maneira significativa para a motivação e, conseqüentemente, para a aprendizagem efetiva da matemática no contexto escolar.

1.3 Objetivos

Geral: Detalhar o processo de criação de um jogo educacional digital, na plataforma MIT App Inventor 2, baseado em gamificação e autorregulação da aprendizagem, com foco em descritores que indicam habilidades essenciais da matriz de referência do SPAECE, a fim de promover maior engajamento, motivação e aprendizagem significativa dos conteúdos matemáticos no ensino médio.

Específicos:

- Estudar o conceito de avaliação e sua relação com o processo de ensino-aprendizagem;

- Identificar os descritores críticos da matriz de referência do SPAECE que apresentam os maiores índices de erro entre estudantes do Ensino Médio;
- Analisar os preceitos fundamentais para criação de jogos educacionais digitais;
- Desenvolver uma versão aprimorada do jogo educacional digital "Piratas da Matemática", utilizando a plataforma MIT App Inventor;
- Selecionar e integrar ao jogo os descritores da matriz de referência do SPAECE mais recorrentes nas avaliações externas do SPAECE, com ênfase nas habilidades basilares com maior índice de erro entre os estudantes;
- Incorporar ao jogo elementos de gamificação (como desafios, recompensas, níveis e feedbacks) que favoreçam o engajamento e a autorregulação da aprendizagem;
- Aplicar o jogo em turmas de 3ª série do ensino médio de uma escola pública, observando aspectos como motivação, interação e desempenho dos alunos;
- Avaliar o impacto do uso do jogo digital no processo de ensino e aprendizagem da matemática, com base em instrumentos como questionários, observações e análise de desempenho antes e depois da intervenção;
- Refletir sobre a viabilidade do uso de jogos digitais como Recursos Educacionais Digitais (REDs) no contexto escolar, em especial no ensino de matemática.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Haja vista que o presente trabalho tem como objetivo principal detalhar o processo de criação de um jogo desenvolvido com a finalidade de auxiliar na avaliação formativa dos estudantes em matemática, os preceitos teóricos são divididos em dois grandes blocos: o primeiro relativo ao desenvolvimento de recursos digitais gamificados voltados para a educação e o segundo relativo à avaliação de aprendizagem.

2.1 Recursos Educacionais Digitais (REDs)

A crescente incorporação das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) no contexto educacional contemporâneo impulsionou o desenvolvimento e a utilização de materiais didáticos em formatos digitais, produzidos especificamente para apoiar os processos de ensino e aprendizagem. Nesse contexto, emerge o conceito de Recursos Educacionais Digitais (REDs), abrangendo desde objetos de aprendizagem, simulações, vídeos educativos, quizzes interativos até jogos educacionais como o abordado nesta pesquisa.

A conceituação de REDs, no entanto, ainda carece de uma definição unívoca na literatura especializada, coexistindo com termos análogos como objetos de aprendizagem (OA), materiais educacionais digitais (MEDs), recursos educativos digitais, entre outros Hitzschky (2019). Dada essa lacuna, torna-se útil, para fins de delimitação de conceitos utilizados no presente trabalho, adotar uma visão abrangente, como a proposta pelo Centro de Inovação para a Educação Brasileira (CIEB), que define RED da seguinte forma:

Os recursos educacionais digitais devem ser compreendidos aqui como quaisquer recursos digitais que possam ser utilizados no cenário educacional, abrangendo assim um contexto bastante amplo e que contempla diversas terminologias comumente já estabelecidas nas últimas duas décadas com relação ao tema, tais como, por exemplo, objetos de aprendizagem, recursos educacionais abertos, objetos educacionais reutilizáveis, entre outras. Esses recursos podem ser de diferentes formatos (textos, imagens, vídeos, áudios, páginas web), atender a distintos níveis de público e finalidades (superior, fundamental, primário, técnico, empresarial), ter diferentes tamanhos ou granularidades (conteúdos atômicos independentes, lições, aulas completas, capítulos, livros), ser de diversos tipos (animações, simulações, tutoriais, jogos), rodar em diferentes plataformas (computadores pessoais, tablets, celulares), possuir diferentes licenças e condições de uso (gratuitos, pagos, abertos e adaptáveis, fechados) e também abordar diferentes temáticas ou disciplinas. (CIEB, 2017, p. 6)

Vale ainda destacar o caráter pedagógico de tais ferramentas como sua essência, conforme Churchill (2017):

[...]os recursos educacionais digitais (RED) são conteúdos multimídia, baseados em tecnologia, projetados especificamente para fins de Educação e treinamento.

Tem como base, o foco na forma em como as pessoas aprendem com a utilidade de tais meios em suas atividades, e como tais recursos podem ser concebidos, desenvolvidos e geridos para esse fim específico (Churchill, 2017 apud Castro *et al.*, 2020, p. 4).

Sendo assim, entende-se por RED qualquer recurso digital que apresenta finalidades educacionais aplicadas ao ensino e à aprendizagem. A intencionalidade pedagógica é o cerne da criação de recursos educacionais digitais, não podendo ser tratado como um mero acessório do jogo. Autores como Braga *et al.* (2012) trazem atenção a este fato, alertando sobre recursos que “não deixam claro nem para o professor e nem para o aluno o objetivo pedagógico a ser atingido. Isso porque esses OA estão sendo desenvolvidos focando atributos técnicos, tratando os atributos pedagógicos de forma marginal” (Braga *et al.*, 2012, p. 5).

Assim, pode-se concluir que um RED deve ser projetado e estruturado com objetivos de aprendizagem claros, buscando facilitar a compreensão de conceitos, o desenvolvimento de habilidades ou a avaliação do aprendizado. Não se trata, portanto, de qualquer conteúdo digital, mas daquele que possui uma finalidade educacional explícita em sua concepção ou uso.

Compreender a conceituação dos REDs é fundamental para esta pesquisa, pois o produto educacional desenvolvido, denominado “Piratas da Matemática” se caracteriza como tal, explorando características presentes nos REDs com o objetivo de apoiar o ensino de matemática alinhado aos descritores da matriz de referência do SPAECE. A análise das potencialidades e desafios desses recursos, embasada nos autores citados, fornecerá o alicerce teórico para as seções subsequentes.

Na seção a seguir, discute-se uma das estratégias que tem ganhado cada vez mais relevância no cenário educacional contemporâneo, conhecida no Brasil como gamificação, cuja aplicação em recursos digitais amplia significativamente o potencial de engajamento e aprendizagem dos estudantes.

2.1.1 Gamificação em Recursos Educacionais Digitais

A crescente popularidade dos jogos digitais como forma de entretenimento consolidada entre diversas faixas etárias, notadamente entre as gerações mais jovens, também chamada de nativos digitais, desperta crescente interesse em múltiplos campos do saber, incluindo, de forma natural, a educação. No cenário brasileiro, a identificação de uma parcela expressiva da população como jogadores regulares reforça a relevância cultural e social dessa mídia. Neste contexto, emerge a gamificação, que conforme expresso por Fardo (2013):

[...] deriva diretamente da popularização e da popularidade dos games, e de suas capacidades intrínsecas de motivar a ação, resolver problemas e potencializar aprendizagens nas mais diversas áreas do conhecimento e da vida dos indivíduos (Fardo, 2013, p.2)

Ainda segundo esse autor, a gamificação pode ser entendida como a aplicação estratégica de elementos, mecânicas e lógicas de design de jogos em contextos diversos, com

o objetivo primordial de engajar indivíduos, motivar ações, facilitar a resolução de problemas complexos e promover processos de aprendizagem significativa.

Além disso, é importante destacar que os elementos e benefícios dos jogos aqui mencionados não se restringem a jogos digitais, que necessitam, desde sua concepção, do auxílio de suportes tecnológicos digitais para existirem. De acordo com Rodrigues e Netto (2022) é possível "utilizar da gamificação sem a utilização de internet, celular, aplicativos, computadores e outras ferramentas tecnológicas semelhantes."

No âmbito educacional, a gamificação surge como uma abordagem pedagógica promissora, particularmente alinhada às características de um público discente cada vez mais imerso na cultura digital e, por vezes, demonstrando desinteresse por metodologias de ensino expositivas tradicionais.

[...] a gamificação encontra na educação formal uma área bastante fértil para a sua aplicação, pois lá ela encontra os indivíduos que carregam consigo muitas aprendizagens advindas das interações com os games. Encontra também uma área que necessita de novas estratégias para dar conta de indivíduos que cada vez estão mais inseridos no contexto das mídias e das tecnologias digitais e se mostram desinteressados pelos métodos passivos de ensino e aprendizagem utilizados na maioria das escolas. (Fardo, 2013, p. 3)

A fundamentação conceitual da gamificação reside na compreensão de um jogo como um sistema complexo, composto por elementos interconectados (regras, metas, feedback, desafio, interação), mas que em sua totalidade, orquestram uma experiência engajadora para o jogador, promovendo um envolvimento profundo na resolução do desafio. Conforme afirmam Martins e Giraffa (2015) "o prazer de ser desafiado para solucionar um problema e ser recompensado por isso, que é a essência da estrutura de um jogo, vem sendo levado para diferentes contextos objetivando engajar os sujeitos em distintas ações" (Martins; Giraffa, 2015, p.43)

A transposição dos elementos presentes em jogos para o cenário educacional pode variar em complexidade e profundidade. Segundo Fardo (2013), uma forma básica de realizar essa transposição envolve o uso de mecânicas como pontos, emblemas (ou medalhas) e quadros de líderes (PBL - Points, Badges, Leaderboards), que visam, sobretudo, estimular mudanças comportamentais por meio de recompensas extrínsecas. Entretanto, Martins e Giraffa (2015) salientam que a transposição da gamificação para a educação exige mais do que a simples adoção de mecanismos de recompensa. Concentrar-se exclusivamente em pontuações, sem uma articulação profunda com os objetivos e as etapas da construção do conhecimento pelo aluno, compromete a qualidade pedagógica e o verdadeiro potencial engajador e formativo do recurso.

Para sua implementação eficaz em ambientes de aprendizagem, Fardo (2013) destaca algumas diretrizes podem ser consideradas, tais como:

- Resignificar o erro: Encarar falhas não como penalidades, mas como oportunidades intrínsecas ao processo de aprendizagem, incentivando a reflexão e a interação.

- Integrar narrativas: Contextualizar os objetivos e atividades de aprendizagem dentro de uma história ou cenário coeso, conferindo maior sentido e propósito às tarefas.
- Equilibrar competição e colaboração: Utilizar dinâmicas competitivas e colaborativas de forma estratégica para potencializar a interação social e fornecer contexto aos objetivos individuais e coletivos.
- Valorizar a diversão significativa: Reconhecer o prazer e a satisfação como componentes importantes da aprendizagem, buscando tornar a jornada educacional mais agradável e, conseqüentemente, mais eficaz.

Em suma, a gamificação apresenta-se como uma estratégia pedagógica inovadora com notável potencial para reconfigurar a experiência de aprendizagem, especialmente para a "geração gamer". Ao integrar elementos do universo lúdico dos jogos em contextos educacionais formais, como o ensino de matemática, busca-se promover um aprendizado mais engajador, significativo e alinhado às características e expectativas dos estudantes contemporâneos.

2.1.2 Desenvolvimento de Jogos Educacionais

Em sentido amplo, o desenvolvimento de um jogo é um processo que envolve uma combinação de criatividade, planejamento e habilidades técnicas. Nesse processo, existem alguns passos fundamentais que devem ser considerados, desde a concepção inicial até a criação da interface de conexão com os usuários. Com base na leitura dos artigos e livros indicados na bibliografia, podemos destacar alguns pontos essenciais atrelados ao processo de desenvolvimento de um jogo, são eles:

1) Conceito e Design: O primeiro passo no desenvolvimento de um jogo é ter uma ideia clara do conceito e do design do jogo. Isso envolve definir o gênero do jogo, a mecânica, os objetivos e a história por trás dele. Segundo Fernandes et al. (2020), é nessa etapa em que "são definidas a ideia central do jogo, seu estilo, público alvo, narrativa, mecânica, personagens, cenários, objetivos, fases, níveis de dificuldade, sonorização, entre outros aspectos."

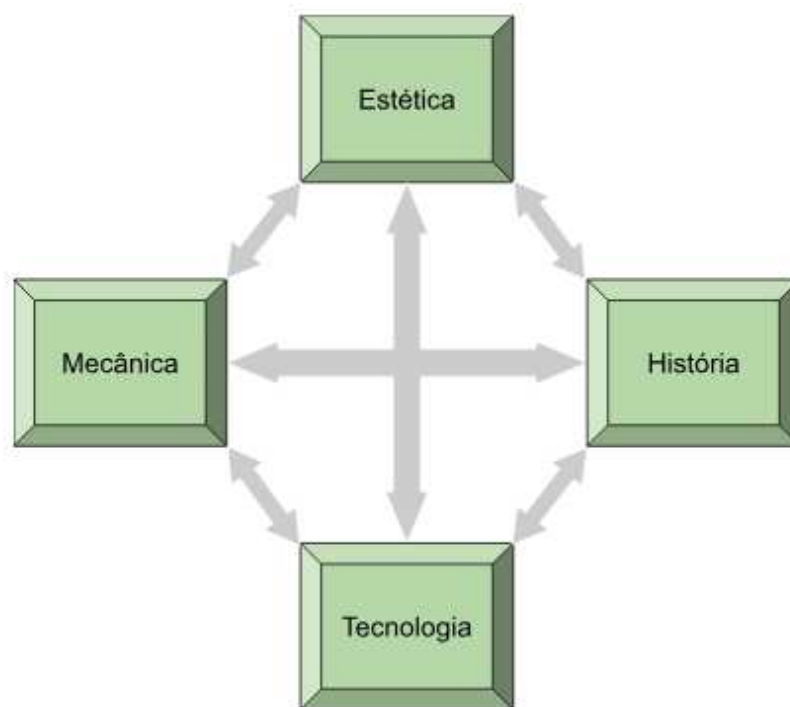
2) Desenvolvimento do Código: O desenvolvimento do código é uma parte crucial do processo de desenvolvimento de jogos. Aqui, os programadores trabalham para transformar as ideias e o design em código executável. Isso envolve a definição das linguagens de programação que serão utilizadas, a criação de sistemas de jogabilidade, gráficos, áudio e outros elementos interativos. De acordo com Novak (2011):

A programação de um game pode envolver uma infinidade de atividades, desde a criação do motor (engine) do game (seu código principal) até o desenvolvimento interno de bancos de dados e ferramentas gráficas, de áudio e de construção de mundos virtuais usadas pelos outros membros da equipe durante o processo de produção para gerenciar os itens existentes e criar imagens, sons e mundos de games. (Novak, 2011, p. 318)

3) Interface de Conexão com o Usuário: Segundo Novak (2011), a interface de conexão é a camada que permite aos jogadores interagirem com o jogo. Isso inclui elementos como menus, controles de jogo e outros componentes gráficos. A interface de conexão deve ser intuitiva, responsiva e visualmente agradável, a fim de proporcionar uma experiência imersiva e agradável para os jogadores.

4) Testes e Depuração: Após a conclusão do desenvolvimento do jogo, é importante realizar testes rigorosos para identificar e corrigir quaisquer bugs ou problemas de desempenho. Os testes devem ser realizados em diferentes plataformas e dispositivos para garantir uma experiência de jogo suave e sem falhas. Nesta etapa, Novak (2011) afirma que erros que passarem despercebidos durante a fase inicial de testes podem ser corrigidos em futuras versões lançadas para substituir e melhorar o game original. Contribuindo para essa identificação da estrutura base de um jogo, Shell (2011) apresenta o conceito de “tétrade elementar”, mostrada na figura 1 a seguir, em que define quatro dimensões consideradas na criação de um jogo. (Shell apud Leite; Mendonça, 2013).

Figura 1 – Tétrade Elementar do desenvolvimento de jogos

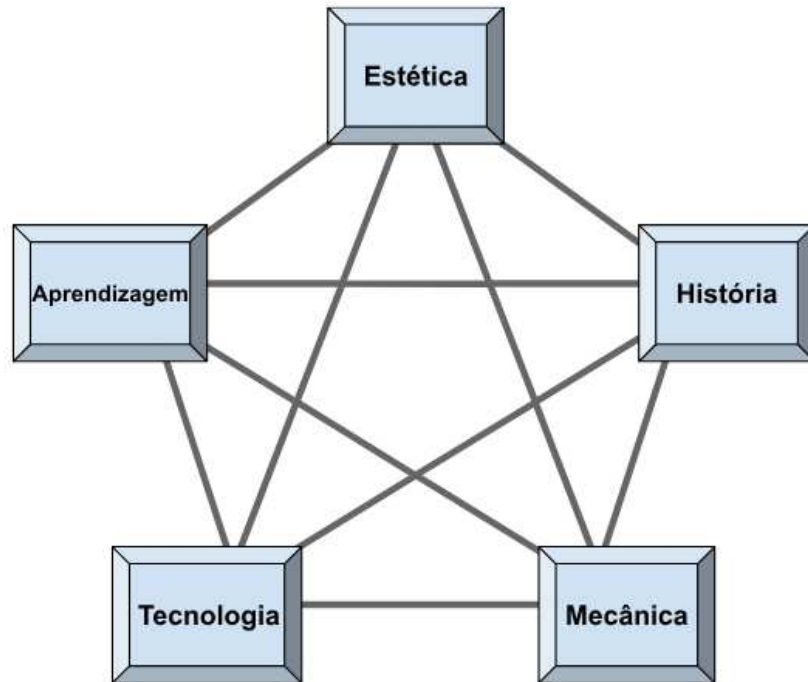


Fonte: Elaborado pelo autor

Esses parâmetros são gerais a todos os jogos, inclusive aos jogos educacionais que, conforme Mendonça e Leite (2013), são jogos que precisam, acima de tudo, levar em consideração o processo de ensino e aprendizagem, contendo claramente a descrição dos conteúdos pedagógicos e definição dos objetos de aprendizagem, além de oferecer ao educador recursos para que ele possa avaliar o desempenho do aluno.

Traçando-se um paralelo com o conceito de “tétrade elementar” pode-se dizer que os jogos educacionais devem considerar em sua estrutura básica cinco elementos principais, uma “pêntade elementar”, mostrada na figura 2 a seguir, adaptando o conceito de Shell (2011).

Figura 2 – Pêntade Elementar do desenvolvimento de jogos educacionais



Fonte: Elaborado pelo autor.

Detalhando tais elementos basilares dos jogos educacionais, Mendonça e Leite (2013) apresentam o seguinte quadro explicativo:

Quadro 1 – Elementos essenciais para o desenvolvimento de um jogo educacional

Dimensões básicas dos jogos educacionais	
Estética:	está relacionada, principalmente, às partes visual e sonora do jogo.
História:	descrição da história e acontecimentos relacionados ao mundo do jogo e seus personagens.
Mecânica:	define como o jogador interage com o jogo, como ele irá se comportar e seus objetivos.
Tecnologia:	permite a criação e funcionamento do jogo.
Aprendizagem:	descrição dos conteúdos pedagógicos e definição dos objetos de aprendizagem que serão abordados e trabalhados no jogo.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Como se pode perceber no diagrama, o primeiro aspecto distintivo ao desenvolver jogos educacionais está relacionado à definição clara dos objetivos pedagógicos. Segundo Mattar (2010), diferentemente dos jogos voltados exclusivamente ao entretenimento, os jogos educacionais precisam explicitar com precisão quais habilidades e competências pretendem desenvolver, garantindo que as atividades estejam coerentemente alinhadas aos objetivos educacionais previamente estabelecidos e facilitando a avaliação dos resultados educacionais obtidos.

Outro aspecto dos jogos educacionais é o foco no usuário como aprendiz ativo, em constante processo de autorregulação. Mattar (2010) salienta que jogos educativos eficazes devem dar “liberdade para fracassar”, isto é, desmistificar o erro, tratando-o não como uma falha final, mas como uma etapa intrínseca e construtiva, essencial para a consolidação do conhecimento.

A seleção criteriosa das estratégias didáticas integradas ao jogo também é essencial. Em jogos educacionais, é fundamental que o desenvolvedor e a equipe pedagógica trabalhem em conjunto para selecionar as metodologias de ensino mais apropriadas, garantindo que a abordagem lúdica esteja sempre atrelada à promoção efetiva de aprendizagens significativas (Cezarotto; Battaiola, 2017). Assim, elementos como feedbacks imediatos, recompensas educativas, níveis de progresso bem definidos e oportunidades constantes de revisão e reflexão tornam-se essenciais, pois permitem aos alunos reconhecerem seus erros e acertos de maneira formativa e construtiva.

Além disso, conforme reforçam Oliveira et al. (2022), os jogos educacionais devem contemplar também mecanismos eficazes de “avaliação em jogo”, que ao contrário da “avaliação do jogo”, muito comum em jogos não educacionais, em que a experiência do usuário é frequentemente avaliada apenas pela diversão ou engajamento, nos jogos educacionais é imprescindível que existam instrumentos claros para avaliar o aprendizado do aluno.

As seções seguintes tratarão da avaliação educacional: iniciaremos com a avaliação de aprendizagem escolar, definiremos o conceito de aprendizagem, e, por fim, discutiremos como a autorregulação da aprendizagem e a avaliação formativa se configuram como componentes essenciais para o design de mecanismos avaliativos integrados e eficientes em jogos.

2.2 Avaliação da Aprendizagem Escolar

Avaliar é uma incumbência fundamental e contínua do trabalho docente, indissociável do processo de ensino e aprendizagem. Através da avaliação, o resultado do trabalho colaborativo entre professor e aluno transforma-se em um objeto mensurável, permitindo estabelecer uma comparação com os objetivos previamente estabelecidos, com a finalidade de observar progressos, dificuldades e regular os mecanismos didáticos, objetivando o avanço do aluno na aquisição do conhecimento.

Entretanto, no cotidiano escolar, a avaliação tem sido empregada, única e exclusivamente, como mecanismo classificatório, isto é, os dados obtidos pela avaliação são interpretados em relação a um padrão de desempenho e utilizados para classificar o aluno em um determinado nível de aprendizagem, expresso como juízo de valor (insatisfatório, satisfatório, bom, muito bom

etc) sobre o rendimento escolar. Porém, nenhuma ação é tomada em termos de recomposição de aprendizagem.

Os parágrafos a seguir trarão importantes considerações sobre o conceito de avaliação de aprendizagem escolar, bem como sua relevância no processo de ensino-aprendizagem, sobretudo na perspectiva do professor Cipriano Carlos Luckesi e do sociólogo Philippe Perrenoud.

2.2.1 Uma definição de avaliação de aprendizagem

Na maioria das escolas brasileiras, com raras exceções, o que se entende como avaliação escolar e se pratica em sala de aula, inclusive nas aulas de matemática, compreende basicamente a seguinte praxe: o professor leciona certos conteúdos durante algumas semanas e indica aos alunos exercícios sobre o respectivo conteúdo. Após a acumulação natural dos conteúdos ministrados, formula-se uma prova na qual o professor poderá aferir se os alunos foram capazes de compreender os conteúdos ministrados.

Em posse das provas respondidas, o professor corrige-as e atribui um valor individual (nota ou conceito) a cada estudante, que teoricamente corresponde ao nível de conhecimento adquirido pelo estudante sobre todo o conteúdo ministrado anteriormente. Por fim, essa qualificação é registrada e passa a compor o histórico da trajetória escolar do aluno. Repete-se esse processo até o final do ano letivo onde então o aluno é classificado como aprovado ou reprovado naquela disciplina ou série escolar.

Nesse ciclo descrito, a “avaliação” resume-se a realização de provas e atribuição de notas, ou seja, assume um papel meramente classificatório, um exame, através do qual o professor deverá rotular os estudantes em “bons” e “ruins”, “capazes” e “incapazes”, o que segundo Luckesi (2008) “não serve para auxiliar o avanço e o crescimento do educando, mas sim para assegurar a sua estagnação, em termos de apropriação de conhecimentos e habilidades mínimos necessários.” (Luckesi, 2008, p. 66) O que ocorre nesse rito exemplificado é que o conceito de avaliação é entendido parcialmente e, portanto, aplicado de forma incompleta. Para Luckesi:

[...] a escola hoje ainda não avalia a aprendizagem do educando, mas sim o examina, ou seja, denominamos nossa prática de avaliação, mas, de fato, o que praticamos são exames. Historicamente, mudamos o nome, porém não modificamos a prática. Portanto, vivenciamos alguma coisa equívoca: leva o nome, mas não realiza a prática. (Luckesi, 2005, p.1)

Naturalmente, isso nos leva a questionar sobre a eficácia deste processo e, sobretudo, se essa concepção e prática de avaliação é adequada para fins pedagógicos. Como indaga Sobral (2006), “as ferramentas de avaliação da aprendizagem utilizadas pelos professores de Educação Matemática possibilitam-lhes identificar, de forma satisfatória, o interesse, a compreensão e a aprendizagem de um conteúdo no aluno? E favorecem ao aluno a busca do conhecimento?” (Sobral, 2006, p. 7)

Para responder a esse questionamento, pode ser útil retroceder um pouco e tentar responder um questionamento ainda mais elementar, porém essencial: Qual seria, afinal, uma definição apropriada de avaliação da aprendizagem?

Segundo Luckesi (2008), “avaliação é um juízo de qualidade sobre dados relevantes, tendo em vista uma tomada de decisão.” Note que a definição fornecida diz respeito ao conceito geral de avaliação e está embasada em três elementos: juízo de qualidade, dados relevantes e tomada de decisão e, portanto, para que de fato se efetive é preciso contemplar esses três aspectos. No contexto da aprendizagem, podemos entender o juízo de qualidade como um processo comparativo dos dados gerados pelo aluno no cotidiano escolar - obtidos por meio da análise de provas, exercícios, indagações e respostas dos alunos, realização de tarefas etc. - com um padrão ideal de julgamento, ou seja, “o professor, tendo em suas mãos os resultados da aprendizagem do aluno, compara esses resultados com a expectativa de resultado que possui (padrão ideal de julgamento) e atribui-lhe uma qualidade de satisfatoriedade ou insatisfatoriedade” (Luckesi, 2008, p. 70).

O segundo aspecto relacionado ao conceito de avaliação, dados relevantes, influencia diretamente na apreciação qualitativa que se faz sobre o aluno. Por esse motivo, é importante que os instrumentos utilizados para colher esses dados estejam livres de arbitrariedades, uma vez que devem transmitir de forma objetiva as condutas aprendidas e manifestadas pelo aluno. Luckesi adverte sobre algumas variáveis arbitrárias que comumente se percebe na construção desses instrumentos avaliativos, tais como:

[...] conteúdo que o professor não ensinou, mas que deu por suposto ter ensinado; conteúdos “extras” que o professor incluiu no momento da elaboração do teste, para torná-lo mais difícil; o humor do professor em relação à turma de alunos que ele tem pela frente. A disciplina ou a indisciplina social desses alunos; uma certa “patologia magisterial permanente”, que define que o professor não pode aprovar todos os alunos, uma vez que não é possível que os alunos tenham aprendido suficientemente todos os conteúdos e habilidades propostos etc (Luckesi, 2008, p. 67).

Para evitar tais arbitrariedades é importante que o professor se fundamente em um padrão ideal de aprendizagem, que poderia ser estabelecido como o mínimo necessário de conhecimentos, habilidades e hábitos que o educando deve adquirir sobre um determinado conteúdo, e não simplesmente considerar parâmetros numéricos como uma média, por exemplo.

Considere a seguinte situação: suponha que um professor de matemática esteja ensinando sobre cálculo de porcentagens e separa tal conteúdo em dois sub-conteúdos, aos quais considera essenciais: 1) O conceito de porcentagem e como calcular porcentagem utilizando apenas exemplos numéricos, sem contextualização. 2) Resolver e elaborar problemas que envolvam porcentagens, como os que lidam com acréscimos e decréscimos simples. Então, aplica-se dois testes para verificar o nível de aprendizagem dos estudantes. O primeiro teste é composto apenas com questões sobre o primeiro sub-conteúdo e o segundo teste é composto por

questões que exploram o segundo sub-conteúdo. Ora, um estudante que obtém nota 10 no primeiro teste e nota 4 no segundo, obteria uma média 7, porém o resultado do segundo teste mostra que o estudante ainda apresenta dificuldades em resolver problemas que envolvam porcentagem. Nesse caso, se esse último é um conteúdo essencial, o aluno não poderia avançar sem aprendê-lo, mesmo que a média das notas indique uma aprovação. Mas como definir tal padrão mínimo de desempenho esperado? Em primeiro lugar, para que haja uma certa uniformidade nos conteúdos propostos aos educandos, Luckesi afirma que essa não deve ser uma tarefa individual do docente:

[...] o mínimo necessário não é e nem pode ser definido pelos professores individualmente. Este mínimo é estabelecido pelo coletivo dos educadores que trabalham em um determinado programa escolar, em articulação com o desenvolvimento da ciência, com a qual trabalham, no contexto da sociedade que vivemos (Luckesi, 2008, p. 98).

Diante disso, o professor pode recorrer a documentos normativos e orientadores, que delineiam com clareza as competências, habilidades e conhecimentos fundamentais para cada etapa da educação básica. A título de exemplo, tem-se a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) ou os currículos referenciais das redes de ensino estadual, como o Documento Curricular Referencial do Ceará (DCRC). Essas referências servem como guias aos professores para identificar os mínimos necessários que os estudantes devem alcançar, oferecendo critérios objetivos e alinhados às exigências educacionais nacionais.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica, de modo a que tenham assegurados seus direitos de aprendizagem e desenvolvimento, em conformidade com o que preceitua o Plano Nacional de Educação (PNE). (Brasil, 2018, p. 7) Por fim, o terceiro elemento que compõem a definição de avaliação é a tomada de decisão. Em termos de avaliação de aprendizagem, significa decidir o que fazer com um aluno cuja aprendizagem se mostrou satisfatória ou insatisfatória. Assim, ao compreender a avaliação não apenas como um instrumento de classificação, mas como um processo que deve subsidiar a tomada de decisões pedagógicas, abre-se espaço para abordagens mais dinâmicas e formativas. Essa concepção dialoga diretamente com as propostas de Philippe Perrenoud, que serão discutidas a seguir, especialmente no que diz respeito à avaliação formativa e à regulação das aprendizagens no ambiente escolar.

2.2.2 Regulação da aprendizagem e avaliação formativa

Philippe Perrenoud contribui significativamente para a compreensão da avaliação no contexto escolar ao apresentar duas lógicas distintas que norteiam sua aplicação: uma tradicional e outra emergente. Consoante à visão de Luckesi, para Perrenoud, a lógica tradicional, ainda predominante nas escolas, utiliza a avaliação como instrumento de classificação, voltado para a criação de hierarquias de desempenho entre os alunos. Essa abordagem fundamenta decisões de

progressão, orientação e certificação com base na comparação entre desempenhos individuais. (Perrenoud, 1999, p.11)

Em contraposição, a lógica emergente propõe uma avaliação voltada à regulação das aprendizagens, isto é, à promoção do desenvolvimento do estudante ao longo do processo educativo. Nesse contexto, Perrenoud introduz os conceitos de avaliação formativa e regulação das aprendizagens, diferenciando-os da prática avaliativa tradicional. A avaliação formativa, ao contrário da avaliação classificatória ou somativa, não tem como finalidade principal a atribuição de notas ou a seleção de alunos, mas sim “contribuir para a regulação das aprendizagens em curso no sentido dos domínios visados” (Perrenoud, 1999, p.77). Trata-se, portanto, de um processo que busca identificar aquisições, dificuldades e modos de raciocínio dos estudantes, com o objetivo de fornecer subsídios para que o professor e o próprio aluno atuem na superação de obstáculos à aprendizagem.

Para Perrenoud, “a avaliação formativa está portanto centrada essencial, direta e imediatamente sobre a gestão das aprendizagens dos alunos (pelo professor e pelos interessados)” (Perrenoud, 1999, p.89). Essa centralidade revela seu caráter estratégico, na medida em que fornece informações relevantes para a tomada de decisão pedagógica, possibilitando intervenções ajustadas às necessidades específicas de cada estudante.

A avaliação formativa torna-se, assim, um dos meios para alcançar a regulação das aprendizagens, conceito mais amplo que envolve tanto ações do professor quanto iniciativas dos próprios estudantes. A regulação, conforme define o autor, compreende “o conjunto das operações metacognitivas do sujeito e de suas interações com o meio que modificam seus processos de aprendizagem no sentido de um objetivo definido de domínio” (Perrenoud, 1999, p.90).

Para ilustrar como se dá essa relação entre avaliação formativa e regulação, considere a seguinte situação: imagine uma aula de matemática onde os alunos estão aprendendo a resolver problemas envolvendo frações. O professor propõe um problema desafiador e observa as diferentes estratégias que os alunos utilizam para resolvê-lo. A partir da perspectiva de avaliação formativa, o discente não busca apenas a resposta correta, mas analisa os raciocínios, identifica os erros comuns (por exemplo, dificuldade em encontrar um denominador comum ou em simplificar frações) e as estratégias eficazes. Ele pode fazer perguntas direcionadas a alguns alunos para entender melhor seu pensamento (“Como você chegou a esse denominador?”, “Existe outra forma de representar essa fração?”). No decorrer desse processo, o professor percebe que muitos alunos confundem a adição com a multiplicação de frações. Neste momento, visando a regulação das aprendizagens ele decide, então, retomar brevemente esse ponto específico com toda a turma, usando uma representação visual. Para os alunos que demonstraram uma dificuldade pontual diferente, ele pode oferecer um exercício complementar ou uma explicação individualizada.

Note que na definição de Perrenoud, a regulação decorre do sujeito em interação com o meio. Tal concepção contempla diferentes formas de regulação, incluindo a auto-regulação, realizada pelo próprio aluno, que “consiste em reforçar as capacidades do sujeito para gerir

ele próprio seus projetos, seus progressos, suas estratégias diante das tarefas e dos obstáculos” (Perrenoud, 1999, p.97).

No contexto da sala de aula, por exemplo, a auto-regulação ocorre quando um aluno, ao tentar resolver um problema e comparar sua resposta com a de um colega ou com a correção parcial do professor, percebe que cometeu um erro na simplificação. Ele reflete sobre o processo, consulta suas anotações sobre simplificação de frações e refaz o cálculo, ajustando sua própria estratégia (operação metacognitiva).

Ainda que a avaliação formativa possa ocorrer de maneira intuitiva no cotidiano docente — por meio de observações e ajustes espontâneos —, Perrenoud destaca a importância de estruturá-la de forma sistemática e articulada a uma pedagogia diferenciada. Para ser efetiva no combate ao fracasso escolar, ela precisa ser contínua, metódica e fundamentada em informações detalhadas que orientem a prática pedagógica.

Sob uma perspectiva pragmática, o autor defende que a avaliação formativa deve ser eficaz em seu propósito fundamental: ajudar o aluno a aprender. Para tanto, o professor deve mobilizar uma variedade de recursos, desde a observação sensível até instrumentos mais formais, direcionando suas intervenções aos pontos de maior necessidade, em vez de se prender a critérios de equidade estritamente formais.

Pensar a avaliação sob essa ótica exige uma mudança de paradigma, é necessário deslocar o foco da simples verificação e classificação para a compreensão e o aprimoramento dos processos de aprendizagem. Nesse sentido, a avaliação passa a ser concebida como ferramenta integrante da ação didática e indissociável de uma prática pedagógica que visa atender à diversidade dos estudantes e promover seu progresso contínuo. Diante do exposto, infere-se que a aplicação de uma avaliação diagnóstica é uma etapa fundamental para garantir um processo de ensino e aprendizagem eficaz. Sendo assim, os dados provenientes de avaliações externas podem e devem ser utilizados estrategicamente para subsidiar ações que visem a recomposição das aprendizagens dos estudantes.

Lidar com o tema da avaliação educacional no cotidiano escolar envolve o conhecimento de uma série de características. A compreensão delas é fundamental para que os resultados das avaliações possam ser interpretados com profundidade e utilizados em prol da melhoria da qualidade e equidade da educação. (CEARÁ, 2022, p. 14)

Na seção a seguir explica-se o que é o SPAECE e alguns parâmetros relacionados a avaliação externa, que servirão como base para a proposta pedagógica do recurso educacional doravante apresentado.

2.3 Sistema Permanente de Avaliação da Educação Básica (SPAECE)

O Sistema Permanente de Avaliação da Educação Básica do Ceará (SPAECE), instituído pelo Governo do Estado do Ceará por meio da Secretaria da Educação (SEDUC), é

uma avaliação externa em larga escala, implementada desde 1992, com o objetivo de diagnosticar a qualidade da aprendizagem dos estudantes da rede pública. Esse sistema oferece subsídios fundamentais para a formulação, reformulação e monitoramento das políticas educacionais, permitindo que professores, gestores escolares e formuladores de políticas tenham acesso a um panorama detalhado do desempenho educacional nas escolas estaduais e municipais. (CEARÁ, 2008)

O SPAECE avalia as competências e habilidades dos alunos do ensino fundamental (5º e 9º anos) e do ensino médio (1ª, 2ª e 3ª séries) nas disciplinas de Língua Portuguesa e Matemática. A partir de 2007, passou a incluir a avaliação da alfabetização (SPAECE-Alfa), voltada aos alunos do 2º ano do ensino fundamental, com foco na competência leitora. Desde 2010, a avaliação também contempla a Educação de Jovens e Adultos (EJA).

As provas do SPAECE são elaboradas com base em uma Matriz de Referência que representa um recorte do currículo vigente, sendo os itens produzidos por professores da rede pública sob a coordenação do CAEd/UFJF. Além dos testes de desempenho, são aplicados questionários contextuais voltados para alunos, professores e gestores, que coletam informações sobre o perfil socioeconômico, os hábitos de estudo e as práticas pedagógicas.

O SPAECE, na vertente Avaliação de Desempenho Acadêmico, caracteriza-se como avaliação externa em larga escala, que avalia as competências e habilidades de alunos do Ensino Fundamental e do Ensino Médio, em Língua Portuguesa e Matemática. Realizada de forma censitária e universal, essa avaliação abrange as escolas estaduais e municipais, utilizando testes, com itens elaborados pelos professores da rede pública (CEARÁ, 2008, p. 12).

Por seu caráter censitário e abrangente, o SPAECE tornou-se uma ferramenta essencial na promoção da equidade e da qualidade na educação pública cearense, contribuindo para o planejamento de ações pedagógicas mais eficazes e para a melhoria contínua da aprendizagem dos estudantes. Para uma melhor compreensão da relevância do SPAECE é fundamental entender detalhadamente os elementos atrelados às avaliações externas, tais como: matriz de referência, item e escala de proficiência.

2.3.1 Matriz de Referência

Como discutiu-se previamente, o conceito de avaliar vai além de medir o nível de conhecimento, entretanto perpassa por essa fase de aferição, como uma espécie de diagnóstico do estudante. Sendo assim, ao realizar essa aferição o professor precisará determinar quais objetos de conhecimento do currículo da série comporão o instrumento de medida. Da mesma forma, uma avaliação externa objetiva aferir o nível de conhecimento dos estudantes de uma série escolar em determinados assuntos do currículo da disciplina. Os assuntos selecionados são dispostos no que denomina-se de Matriz de Referência, que é um documento que descreve nitidamente as habilidades essenciais que serão avaliadas, considerando a natureza objetiva de um teste de

múltiplas escolhas. É a partir dela que os itens que comporão o teste serão elaborados. Ainda sobre esse documento:

A elaboração da matriz se dá a partir de estudos da proposta curricular de ensino e do currículo vigente, indicando as habilidades e competências esperadas para desenvolvimento na etapa e no componente avaliados. Enquanto as habilidades referem-se, basicamente, ao ato de saber fazer algo, as competências englobam um conjunto de habilidades afins entre si. É essencial perceber que a matriz de referência é apenas um “recorte” do currículo e, portanto, não esgota os objetivos de aprendizagem a serem trabalhados em sala de aula. Avaliam-se apenas as habilidades consideradas básicas, essenciais e passíveis de mensuração no modelo de teste utilizado para cada área de conhecimento e etapa de escolaridade (CEARÁ, 2022, p. 14).

Sendo assim, a matriz de referência não deve ser confundida com o currículo da disciplina, tendo esse uma natureza mais abrangente. A matriz de referência de matemática para a 3ª série do ensino médio, tomada como referência para este trabalho, abrange quatro grandes áreas de conhecimento da matemática, a saber: Números e Funções, Geometria, Medidas e Tratamento da informação. Dentro de cada uma dessas áreas descreve-se algumas habilidades essenciais a serem desenvolvidas pelo estudante. Por seu caráter descritivo, tais habilidade são chamadas de descritores. (CEARÁ, 2014)

A seguir está apresentada, em sua integralidade, a matriz de referência de matemática do SPAECE para a 3ª série do ensino médio mais recente.

Quadro 2 – Matriz de Referência do SPAECE 2024 - 3ª Série Ensino Médio

Código	Descrição da habilidade
I. INTERAGINDO COM NÚMEROS E FUNÇÕES	
Código	Descrição da habilidade
D14_SAEB	Identificar a localização de números reais na reta numérica.
D16	Estabelecer relações entre representações fracionárias e decimais dos números racionais.
D17_9EF	Resolver situação problema utilizando porcentagem.
D18_9EF	Resolver situação problema envolvendo a variação proporcional entre grandezas direta ou inversamente proporcionais.
D18_SAEB	Reconhecer expressão algébrica que representa uma função a partir de uma tabela.
D19	Resolver problema envolvendo juros simples.
D19_SAEB	Resolver problema envolvendo uma função do 1º grau.
D20	Resolver problema envolvendo juros compostos.
D20_SAEB	Analisar crescimento/decrescimento, zeros de funções reais apresentadas em gráficos.

Código	Descrição da habilidade
D21_SAEB	Identificar o gráfico que representa uma situação descrita em um texto.
D22_SAEB	Resolver problema envolvendo P.A./P.G. dada a fórmula do termo geral.
D24	Fatorar e simplificar expressões algébricas.
D25_SAEB	Resolver problemas que envolvam os pontos de máximo ou de mínimo no gráfico de uma função polinomial do 2º grau.
D26_9EF	Resolver situação-problema envolvendo equação do 2º grau.
D27_SAEB	Identificar a representação algébrica e/ou gráfica de uma função exponencial.
D28	Reconhecer a representação algébrica ou gráfica da função polinomial de 1º grau.
D28_SAEB	Identificar a representação algébrica e/ou gráfica de uma função logarítmica, reconhecendo-a como inversa da função exponencial.
D29_SAEB	Resolver problema que envolva função exponencial.
D30_SAEB	Identificar gráficos de funções trigonométricas (seno, cosseno, tangente) reconhecendo suas propriedades.
D31_SAEB	Determinar a solução de um sistema linear associando-o a uma matriz.
D32_SAEB	Resolver problema de contagem utilizando o princípio multiplicativo ou noções de permutação simples, arranjo simples e/ou combinação simples.
D40	Relacionar as raízes de um polinômio com sua decomposição em fatores do 1º grau.
D42	Resolver situação-problema envolvendo o cálculo da probabilidade de um evento.
II. CONVIVENDO COM A GEOMETRIA	
Código	Descrição da habilidade
D04_SAEB	Identificar a relação entre o número de vértices, faces e/ou arestas de poliedros expressa em um problema.
D09_SAEB	Relacionar a determinação do ponto de interseção de duas ou mais retas com a resolução de um sistema de equações com duas incógnitas.
D49	Resolver problemas envolvendo semelhança de figuras planas.

Código	Descrição da habilidade
D50	Resolver situação problema aplicando o Teorema de Pitágoras ou as demais relações métricas no triângulo retângulo.
D51	Resolver problemas usando as propriedades dos polígonos (soma dos ângulos internos, número de diagonais e cálculo do ângulo interno de polígonos regulares).
D52	Identificar planificações de alguns poliedros e/ou corpos redondos.
D53	Resolver situação-problema envolvendo as razões trigonométricas no triângulo retângulo (seno, cosseno, tangente).
D54	Calcular a área de um triângulo pelas coordenadas de seus vértices.
D55	Determinar uma equação da reta a partir de dois pontos dados ou de um ponto e sua inclinação.
D56	Reconhecer, dentre as equações do 2º grau com duas incógnitas, as que representam circunferências.
D57	Identificar a localização de pontos no plano cartesiano.
D58	Interpretar geometricamente os coeficientes da equação de uma reta.
III. VIVENCIANDO AS MEDIDAS	
D64	Resolver problema utilizando as relações entre diferentes unidades de medidas de capacidade e de volume.
D65	Calcular o perímetro de figuras planas em uma situação problema.
D67	Resolver problema envolvendo o cálculo de área de figuras planas.
D71	Calcular a área da superfície total de prismas, pirâmides, cones, cilindros e esfera.
D72	Calcular o volume de prismas, pirâmides, cilindros e cones em situação-problema.
IV. TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO	
D75_9EF	Resolver problema envolvendo informações apresentadas em tabelas ou gráficos.
D76	Associar informações apresentadas em listas e/ou tabelas aos gráficos que as representam, e vice-versa.
D78	Resolver problemas envolvendo medidas de tendência central: média, moda ou mediana.

Fonte: SPAECE (2024).

2.3.2 *Item*

No cotidiano da sala de aula, os instrumentos utilizados para medir o nível de conhecimento dos alunos em determinado conteúdo, geralmente, são subdivididos em questões, que podem tratar do mesmo objeto de conhecimento ou de objetos de conhecimentos distintos, contemplando o conteúdo programático previamente ensinado pelo professor. No contexto das avaliações externas, o teste utilizado será composto por questões que contemplam exatamente uma das habilidades indicadas na matriz de referência, e tem por objetivo aferir o nível de domínio do estudante nesta habilidade. Na nomenclatura técnica, cada uma dessas questões recebe o nome de item. Segundo Rabelo (2013):

Um item de uma prova é uma situação criada para que o indivíduo dê uma resposta ou um conjunto de respostas a um estímulo apresentado, constituindo-se em uma amostra de desempenho em relação ao objetivo específico previsto em uma matriz de referência. (Rabelo, 2013, p. 180)

Os formatos mais comuns de itens, levando em consideração a forma como os alunos expressarão sua resposta são: múltipla escolha, certo ou errado, resposta fechada, resposta curta aberta ou de resposta construída e dissertativo. Em avaliações como o SPAECE, que são realizadas em larga escala, isto é, são aplicadas com uma grande quantidade de estudantes, prioriza-se a utilização dos itens de múltipla escolha por questões práticas de análise posterior dos resultados. Para que uma questão se enquadre na categoria de item, nos moldes de uma avaliação externa, é necessário atender alguns parâmetros técnicos de elaboração que discutiremos a seguir.

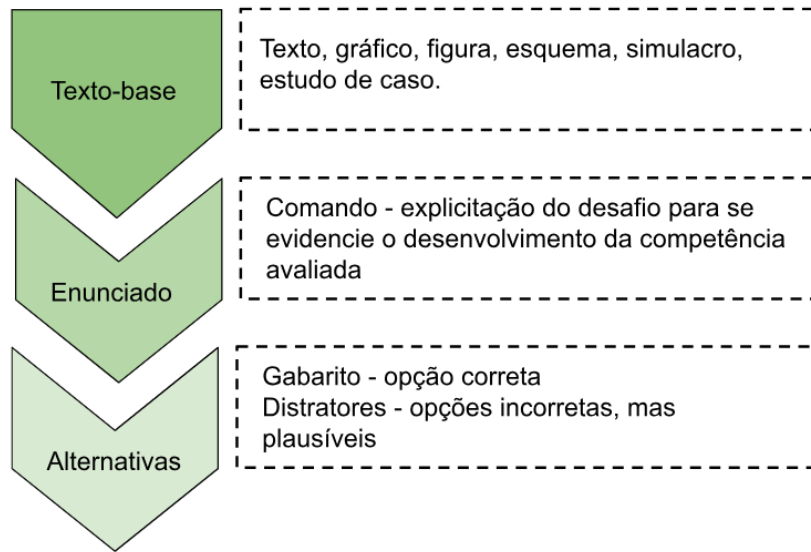
Primeiramente, destaca-se que a estrutura de um item de múltipla escolha divide-se em três partes: texto-base, enunciado (comando) e alternativas. Essas partes não devem ser vistas como independentes entre si, ou seja, devem manter uma correlação coerente. Quanto as essas partes que compõem o item, Rabelo (2013) afirma que “cada uma deve manter relação com as demais, inter-relacionando-se e formando um todo organizado” (Rabelo, 2013, p. 189).

Ainda segundo o guia de elaboração de itens do INEP:

O item deve ser estruturado de modo que se configure uma unidade de proposição e contemple uma única habilidade da Matriz de Referência. Para tanto, devem ser observadas a coerência e a coesão entre suas partes (texto-base, enunciado e alternativas), de modo que haja uma articulação entre elas e se explicita uma única situação-problema e uma abordagem homogênea de conteúdo (BRASIL, 2010).

O texto-base pode ser de diferentes formatos, apresentando-se como texto, gráfico, figura, esquema, simulacro, estudo de caso etc. O enunciado ou comando é a indicação objetiva do desafio que deverá ser resolvido pelo estudante e pode apresentar-se como uma pergunta direta ou uma frase a ser completada por uma das quatro ou cinco opções (alternativas) para julgamento. A única resposta correta é chamada de gabarito, enquanto as demais são chamadas de distratores. A figura 3 a seguir resume essa estruturação.

Figura 3 – Estrutura básica dos itens de múltipla escolha



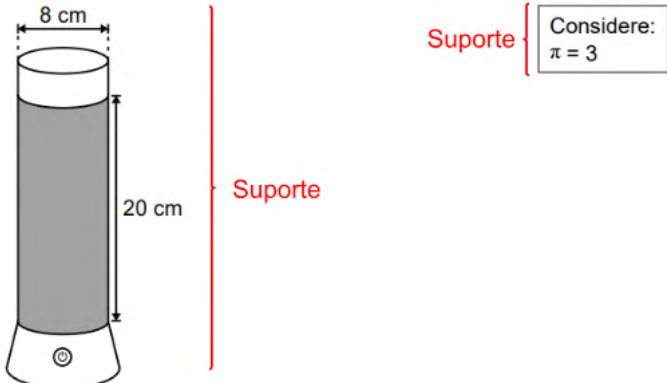
Fonte: Rabelo, (2013, p. 190)

Para fazer uma análise mais precisa da estrutura do item, vejamos um exemplo de item, na figura 4, aplicado no SPAECE 2023, segundo os parâmetros do guia de elaboração de itens do INEP.

Figura 4 – Nomenclatura das partes de um item, conforme o INEP

(M121649H6) Leonor está produzindo uma luminária cuja fonte luminosa é localizada abaixo de um compartimento cilíndrico que contém um líquido colorido iluminado por essa fonte. Observe, na figura abaixo, uma representação dessa luminária com esse compartimento destacado, em cinza, e a indicação das medidas internas do seu diâmetro e de sua altura.

Texto-base



Suporte

Considere:
 $\pi = 3$

Enunciado (Comando) { Quantos centímetros cúbicos de líquido colorido cabem, ao todo, no compartimento dessa luminária?

Alternativas { A) 68 cm³.
B) 240 cm³.
C) 480 cm³.
D) 960 cm³. ← Gabarito
E) 3 840 cm³.

Fonte: Elaborado pelo autor.

As alternativas que não representam a resposta correta, ou seja, A), B), C) e E) são os chamados distratores.

Vale ressaltar que apesar da nomenclatura utilizada pelo INEP ser a mais difundida, pode haver uma leve variação na nomeação das partes estruturantes do item. Para o Caed, órgão responsável pela elaboração e aplicação da prova do SPAECE, a nomenclatura é como indicado na figura 5:

Figura 5 – Nomenclatura das partes de um item, conforme o Caed

(M121649H6) Leonor está produzindo uma luminária cuja fonte luminosa é localizada abaixo de um compartimento cilíndrico que contém um líquido colorido iluminado por essa fonte. Observe, na figura abaixo, uma representação dessa luminária com esse compartimento destacado, em cinza, e a indicação das medidas internas do seu diâmetro e de sua altura.

Enunciado

Suporte { Considere: $\pi = 3$

Comando { Quantos centímetros cúbicos de líquido colorido cabem, ao todo, no compartimento dessa luminária?

Alternativas { A) 68 cm³.
B) 240 cm³.
C) 480 cm³.
D) 960 cm³. ← Gabarito
E) 3 840 cm³.

Fonte: Elaborado pelo autor.

As alternativas que não representam a resposta correta, ou seja, A), B), C) e E) são os chamados distratores. As partes apresentadas na figura 5, são definidas pelo Caed, conforme segue no quadro 3:

Quadro 3 – Componentes do item de avaliação

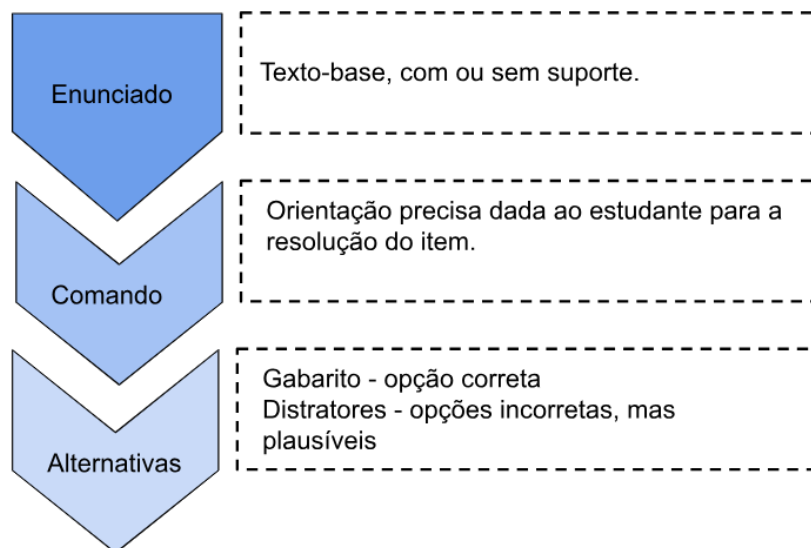
Componente	Descrição
Enunciado	Estímulo para que o aluno mobilize recursos cognitivos, visando solucionar o problema apresentado.
Suporte	Texto, imagem e/ou outros recursos que servem de base para a resolução do item.
Comando	Texto necessariamente relacionado à habilidade que se deseja avaliar, delimitando com clareza a tarefa a ser realizada.
Distratores	Alternativas incorretas, mas plausíveis – os distratores devem referir-se a raciocínios possíveis.
Gabarito	Alternativa correta.

Fonte: Adaptado do Caed (CEARÁ, 2015,p. 25).

Os itens de Matemática e de Alfabetização podem não apresentar suporte. Vale ressaltar que o item deve avaliar uma única habilidade da matriz de referência – ele deve ser unidimensional, o suporte só é empregado quando necessário à resolução do item. Ele nunca é apresentado somente como ilustração, o enunciado deve trazer todas as informações necessárias à resolução do item, as alternativas de resposta do item não podem ser aleatórias, elas devem ter uma justificativa plausível, sendo elaboradas considerando os possíveis erros dos estudantes e o item deve ser construído de forma que, ao analisar as alternativas de resposta, o estudante seja capaz de encontrar o gabarito. Não pode haver alternativa que induza o estudante ao erro (“pegadinha”) (CEARÁ, 2022, p. 14). Em geral, os distratores são valores que o estudante pode encontrar como resposta ao cometer um erro de raciocínio ou de aplicação de conceitos relacionados aos dados apresentados no problema. No item apresentado na figura 5, podemos ver que a resposta apresentada na alternativa C) 480 cm^3 , por exemplo, pode ser obtida caso o aluno, na tentativa de calcular o volume do cilindro, troque a fórmula da área do círculo pela fórmula do comprimento.

Considerando que o trabalho aqui desenvolvido visa o detalhamento de um recurso educacional digital para auxiliar os alunos a desenvolver habilidades explicitadas na matriz de referência do SPAECE, adotaremos estrutura de item adotada pelo Caed, figura 6.

Figura 6 – Estrutura básica dos itens de múltipla escolha (Caed)



Fonte: Elaborado pelo autor.

2.3.3 Escala de Proficiência

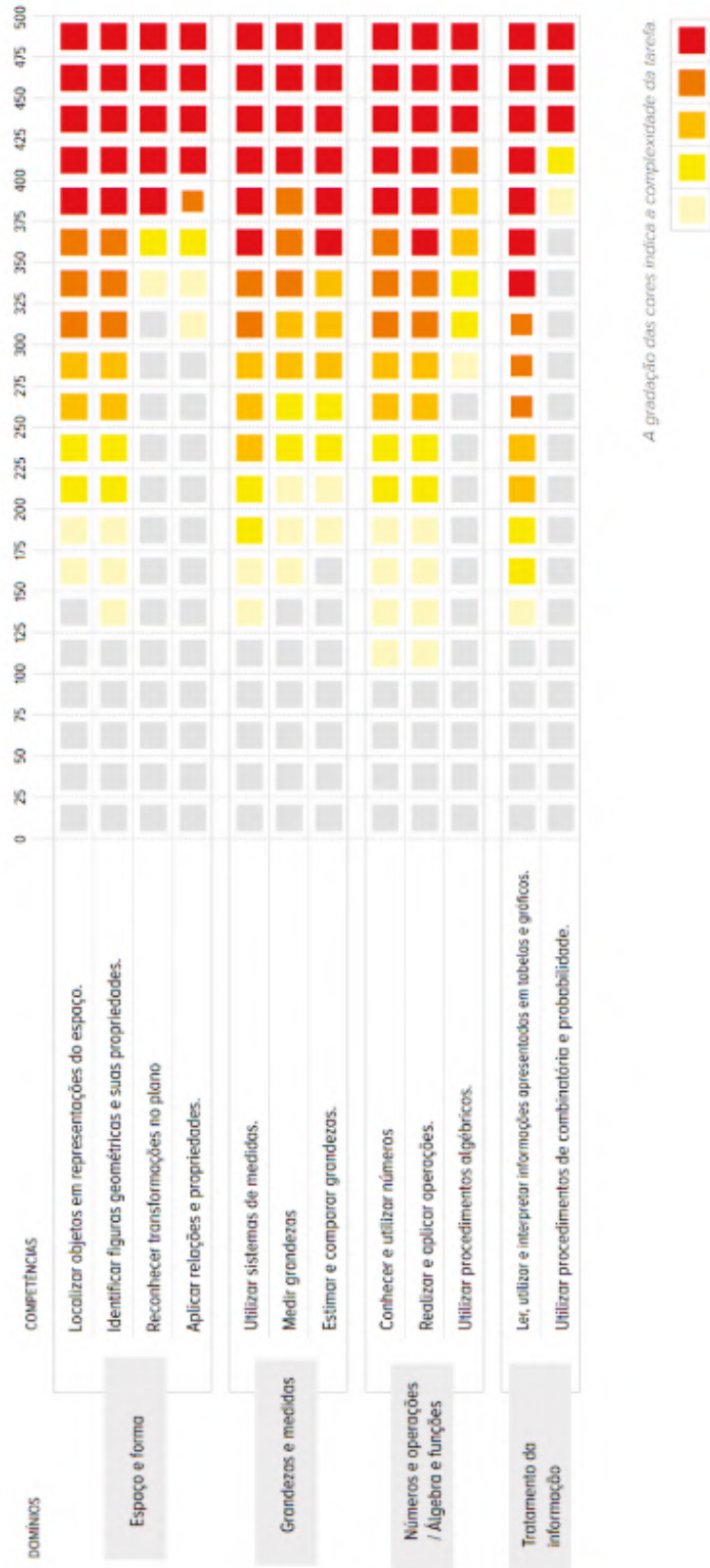
Os resultados do teste realizado pelos estudantes são mensurados a partir de padrões pré-estabelecidos a fim de classificar o estudante quanto ao nível de domínio cognitivo do conteúdo referente a série. Para estabelecer essa comparação, a “régua” utilizada é chamada de

escala de proficiência.

A escala de proficiência objetiva traduzir as medidas de proficiência em diagnósticos qualitativos do desempenho escolar. Ela orienta, por exemplo, o trabalho do professor com relação às competências que seus estudantes desenvolveram, apresentando os resultados em uma espécie de régua em que os valores de proficiência obtidos são ordenados e categorizados em intervalos, que indicam o grau de desenvolvimento das habilidades para os estudantes que alcançaram determinado nível de desempenho ((CEARÁ, 2022, p. 15).

A seguir apresenta-se a escala de proficiência empregada no SPAECE 2023, visando entender melhor sua estrutura, figura 7.

Figura 7 – Estrutura básica dos itens de múltipla escolha (Caed)



Fonte: Ceará, (2022, p. 21)

Na primeira linha da tabela, percebe-se que a escala é dividida em intervalos de 25 pontos, que vão de 0 a 500. Cada competência apresentada recebe diferentes graus de complexidade, indicadas tanto pela pontuação quanto pelas cores. Após a análise dos resultados dos estudantes é atribuída sua classificação, denominada padrão de desempenho, mostrada na figura 8.

Figura 8 – Padrões de desempenho

Padrões de desempenho em Matemática

Etapa	Muito Crítico	Crítico	Intermediário	Adequado
3º ano EM	Até 250	251 a 300	301 a 350	351 ou mais

Fonte: Ceará (2022, p. 21)

Cada um dos intervalos é definido levando-se em consideração as expectativas pedagógicas da Secretaria de Educação para com os estudantes da série, conforme mostrado na figura 9.

Figura 9 – Classificação do desempenho

Muito Crítico	<p>Padrão de desempenho muito abaixo do mínimo esperado para o componente curricular e o ano de escolaridade avaliados.</p> <p>Os estudantes que se encontram neste padrão revelam uma grande carência de aprendizagem. Faz-se necessário, portanto, acompanhá-los individualmente, promovendo ações pedagógicas de recuperação das aprendizagens.</p>
Crítico	<p>Padrão considerado básico para o componente curricular e o ano de escolaridade avaliados.</p> <p>Os estudantes situados neste padrão caracterizam-se por um processo inicial de desenvolvimento de competências e habilidades correspondentes ao ano de escolaridade em que estão matriculados, demandando estratégias de reforço das aprendizagens.</p>
Intermediário	<p>Padrão considerado adequado para o componente curricular e o ano de escolaridade avaliados.</p> <p>Os estudantes que alcançaram este padrão demonstram ter desenvolvido as habilidades essenciais esperadas para o ano de escolaridade em que se encontram. Dessa forma, é preciso incentivá-los mediante ações de aprofundamento das aprendizagens.</p>
Adequado	<p>Padrão de desempenho desejável para o componente curricular e o ano de escolaridade avaliados.</p> <p>Os estudantes alocados neste padrão apresentam um desempenho além do esperado para o ano de escolaridade em que estão situados, necessitando de estímulos para continuar avançando no processo de aprendizagem.</p>

Fonte: Ceará (2022, p. 23)

Em posse destes dados, dentro da perspectiva anteriormente discutida, no que diz respeito ao processo de avaliação de aprendizagem, o ideal é que professor, escola e rede de ensino estabeleçam estratégias pedagógicas que visem recompor a aprendizagem dos estudantes que apresentaram padrões de desempenho abaixo do esperado.

2.4 Avaliação em Jogos Educacionais

No contexto dos jogos digitais, o conceito de avaliação é frequentemente associado à percepção e a interação do usuário com o jogo, focando-se em aspectos como usabilidade,

acessibilidade, jogabilidade, satisfação etc. Entretanto, quando fala-se em jogos educacionais, ou jogos sérios, é preciso considerar aspectos relacionados a aprendizagem adquirida através da experiência do jogo. Segundo Oliveira et al. (2022) essas duas vertentes do conceito de avaliação podem ser classificadas, respectivamente, como *avaliação do jogo*, que se dedica a examinar aspectos relacionados ao ambiente do jogo, tais como design, estrutura pedagógica, aspectos técnicos etc e *avaliação em jogo*, que se concentra em mensurar o desempenho do jogador em termos de aquisição de conhecimento. Em relação a segunda instância, sugere-se o uso de questionários de pré e pós-testes para mensurar o aumento do conhecimento. (Oliveira et al., 2022)

Levando-se em consideração tal classificação, no jogo “Piratas da matemática” buscou-se realizar a avaliação do jogo por meio de um questionário respondido por professores que testaram os aspectos gráficos, técnicos e, principalmente, pedagógicos do jogo. Por outro lado, a avaliação em jogo, que buscou mensurar o nível de aprendizagem dos alunos, foi realizada pela aplicação de um pré e pós-teste, visando comparar a média dos estudantes que utilizaram o jogo entre a aplicação dos dois testes.

Nos tópicos a seguir será detalhado o processo de criação do jogo bem como discutir-se-á o potencial pedagógico do mesmo pela apresentação dos dados obtidos nos testes.

3 METODOLOGIA

A presente pesquisa fundamenta-se em uma abordagem qualitativa e exploratória, de natureza descritiva, com o propósito de examinar o processo de criação e aplicação de um jogo voltado para o ensino de matemática, intitulado “Piratas da Matemática”, desenvolvido na plataforma de programação por blocos chamada Mit App Inventor 2. A escolha metodológica justifica-se pelo interesse em compreender, de forma aprofundada, as etapas envolvidas na construção do recurso e suas contribuições para a aprendizagem dos estudantes. Foram consideradas, nesse percurso, os descritores da matriz de referência do SPAECE e os princípios da gamificação e da autorregulação da aprendizagem. Além disso, pretende-se documentar cada etapa para que outros docentes que tiverem contato com tal pesquisa possam utilizá-la como guia de construção das suas próprias aplicações. De acordo com Godoy (1995), pesquisas qualitativas descritivas visam compreender amplamente o fenômeno que está sendo estudado, o que exige que os pesquisadores qualitativos se preocupem principalmente com o processo, e não simplesmente com os resultados (Godoy, 1995, p.62-63).

Ainda segundo o autor, nesse tipo de abordagem a interação do pesquisador com o objeto pesquisado, bem como suas observações a respeito do fenômeno torna-se o principal objetivo.

Nessa abordagem valoriza-se o contato direto e prolongado do pesquisador com o ambiente e a situação que está sendo estudada. No trabalho intensivo de campo, os dados são coletados utilizando-se equipamentos como videoteipes e gravadores ou, simplesmente, fazendo-se anotações num bloco de papel. Para esses pesquisadores um fenômeno pode ser mais bem observado e compreendido no contexto em que ocorre e do qual é parte. Aqui o pesquisador deve aprender a usar sua própria pessoa como o instrumento mais confiável de observação, seleção, análise e interpretação dos dados coletados (Godoy, 1995, p. 62)

O processo metodológico seguiu as seguintes etapas:

1. Levantamento Bibliográfico: Em primeiro momento, realizou-se uma revisão teórica sobre os temas centrais da pesquisa: avaliação da aprendizagem escolar, avaliação formativa, autorregulação da aprendizagem e avaliações externas em larga escala, com destaque para o Sistema Permanente de Avaliação da Educação Básica do Ceará (SPAECE). Esse levantamento serviu como base para a construção do referencial teórico e para o alinhamento pedagógico do jogo aos documentos curriculares oficiais.

2. Mapeamento dos descritores críticos: Foram analisados os resultados das avaliações externas (SPAECE) para identificar os descritores de matemática com maior índice de erro entre os estudantes da 3ª série do Ensino Médio da rede pública. Esses descritores serviram de base para o conteúdo do jogo.

3. Planejamento do jogo educacional: A estrutura pedagógica e gamificada do jogo foi desenhada com base na pêntrade elementar (estética, história, mecânica, tecnologia e

aprendizagem), conforme proposto por Leite e Mendonça (2013), e adaptada às necessidades de um recurso digital voltado ao desenvolvimento da autorregulação dos estudantes.

4. Desenvolvimento do aplicativo: A construção técnica do jogo foi realizada na plataforma MIT App Inventor, que permite a programação em blocos e é especialmente adequada para o desenvolvimento de aplicativos educacionais acessíveis. Recursos visuais foram criados com auxílio das ferramentas Dall·E e Canva, buscando garantir uma identidade estética retrô, coerente com a proposta lúdica do jogo.

5. Aplicação em campo: O jogo foi implementado de forma experimental com estudantes da 3ª série do Ensino Médio de uma escola pública estadual, a fim de verificar seu potencial pedagógico.

6. Avaliação do impacto: Para avaliar os efeitos da utilização do jogo na aprendizagem dos estudantes, foram aplicados instrumentos de coleta de dados quantitativos e qualitativos, incluindo testes diagnósticos (pré e pós-teste) e questionários de percepção direcionados a alunos e professores.

7. Análise dos dados: Os resultados obtidos nos testes e nos questionários foram analisados à luz dos objetivos da pesquisa, buscando-se identificar indícios de aprendizagem, engajamento e autorregulação promovidos pela utilização do aplicativo.

Dessa forma, a metodologia adotada neste trabalho permitiu integrar a construção do jogo educacional com uma proposta de intervenção pedagógica orientada pela avaliação formativa e pela personalização da aprendizagem, buscando oferecer subsídios práticos e teóricos para a adoção de recursos digitais no ensino da Matemática.

4 PRODUTO EDUCACIONAL

O jogo para dispositivos móveis denominado “Piratas da Matemática” é um recurso educacional digital criado para auxiliar os estudantes com dificuldade em aprendizagens essenciais em matemática. A proposta visa preencher demandas de recursos tecnológicos que possam ser empregados pelo professor na tentativa de complementar os métodos tradicionais de ensino da matemática. Por meio de mecanismos de autorregulação espera-se que os estudantes possam avaliar suas dificuldades e tentar superá-las de forma independente.

Nos tópicos seguintes apresentaremos o jogo “Piratas da Matemática” e discorreremos sobre o processo de criação a partir dos cinco pilares da pêntade elementar mencionada anteriormente - estética, história, mecânica, tecnologia e aprendizagem - que compõem a estrutura teórica adotada para o desenvolvimento de jogos educacionais.

4.1 Estética

A dimensão estética do jogo, ou seja, os recursos gráficos e sonoros utilizados, foram desenvolvidos levando-se em consideração a ambientação geral do mesmo, que corresponde a um universo pirata. Toda a parte gráfica utiliza elementos de arte pixelados, típicos de jogos retrô. Essa escolha não foi simplesmente estética, mas levou-se em consideração a questão da facilidade de padronização dos elementos. Os elementos gráficos foram obtidos em pacotes disponíveis na internet ou foram gerados com o auxílio de uma inteligência artificial. A seguir detalharemos as ferramentas utilizadas para criação dos elementos gráficos: Dall - E e Canva.

4.1.1 Gerador de imagem com inteligência artificial: Dall-E

Algumas das imagens utilizadas no jogo foram geradas com o auxílio do Dall·E, uma ferramenta de inteligência artificial desenvolvida pela OpenAI, capaz de criar imagens a partir de descrições textuais. Essa tecnologia utiliza modelos avançados de aprendizado de máquina, baseados em redes neurais profundas, para interpretar comandos em linguagem natural e transformá-los em composições visuais originais.

A escolha por utilizar o Dall·E se deu pela possibilidade de produzir artes únicas que respeitassem a temática pirata e o estilo pixelado desejado, sobretudo em situações em que os bancos de imagens convencionais não ofereciam ilustrações suficientemente específicas. Por meio de comandos na linguagem natural, os chamados prompts, foi possível gerar personagens, cenários e objetos com aparência coerente ao universo visual proposto no jogo.

A figura 10 a seguir mostra um exemplo de prompt dado ao programa durante a criação de um dos elementos gráficos do jogo.

Figura 10 – Exemplo de prompt dado ao Dall - E



Fonte: Elaborado pelo autor.

Essa abordagem não apenas contribuiu para a personalização do material gráfico, como também otimizou o processo criativo, viabilizando a produção de recursos com identidade visual própria e alinhados à proposta estética do projeto. A utilização do Dall·E, portanto, representa um exemplo concreto do potencial das ferramentas de IA na construção de recursos educacionais digitais mais envolventes e criativos.

4.1.2 *Editor de imagens online: Canva*

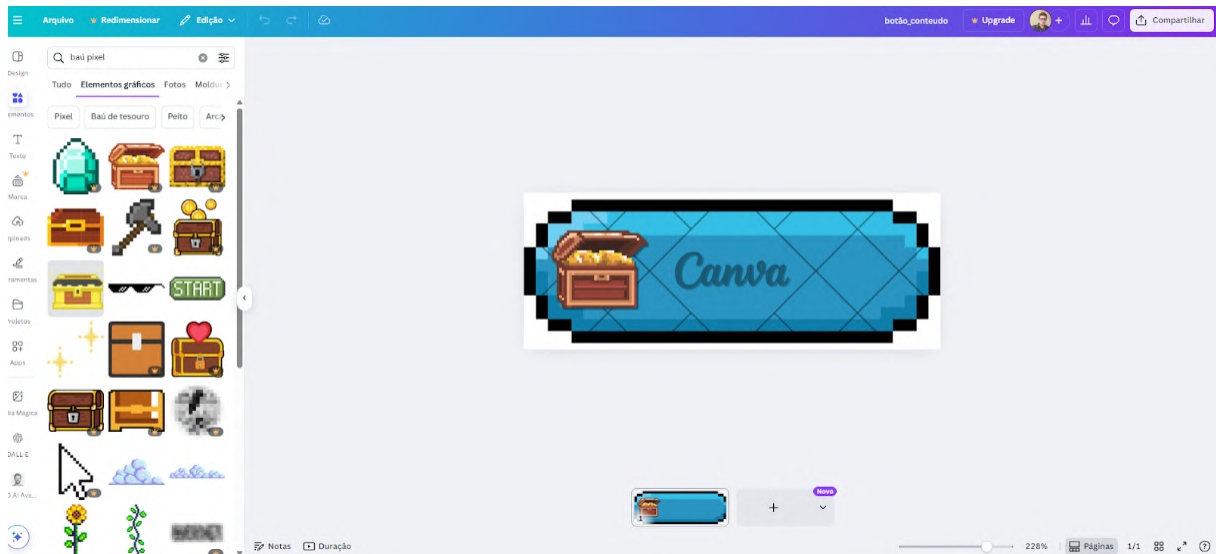
O Canva é uma plataforma digital de design gráfico que pode ser utilizada diretamente no navegador e permite a criação de diversos materiais visuais, como apresentações, cartazes, infográficos, animações e elementos gráficos. Seu funcionamento intuitivo, com sistema de arrastar e soltar (drag and drop), facilita o uso até mesmo por usuários sem formação técnica em design. A plataforma oferece uma ampla variedade de modelos prontos, elementos gráficos vetoriais, ícones, fontes, imagens e outras funcionalidades que auxiliam na produção visual de maneira ágil e esteticamente consistente.

No desenvolvimento do jogo “Piratas da Matemática”, o Canva foi utilizado como uma ferramenta complementar na edição e na finalização de elementos gráficos gerados por

outras fontes, como o Dall-E ou bancos de imagens gratuitos. Por meio da plataforma, foi possível organizar composições visuais, ajustar dimensões, inserir textos com tipografias coerentes ao estilo retrô do jogo e padronizar elementos visuais que compõem a interface do usuário, como botões, caixas de diálogo e telas de navegação.

A figura 11 a seguir, mostra o processo de criação, na plataforma Canva, de um dos elementos gráficos do jogo.

Figura 11 – Página de edição do Canva



Fonte: Elaborado pelo autor.

A escolha pelo Canva se deu, principalmente, pela sua acessibilidade, tanto em termos de usabilidade quanto de disponibilidade de recursos na versão gratuita. Além disso, sua integração com serviços de armazenamento em nuvem facilitou o compartilhamento e a colaboração durante as etapas de design, permitindo ajustes e revisões com praticidade.

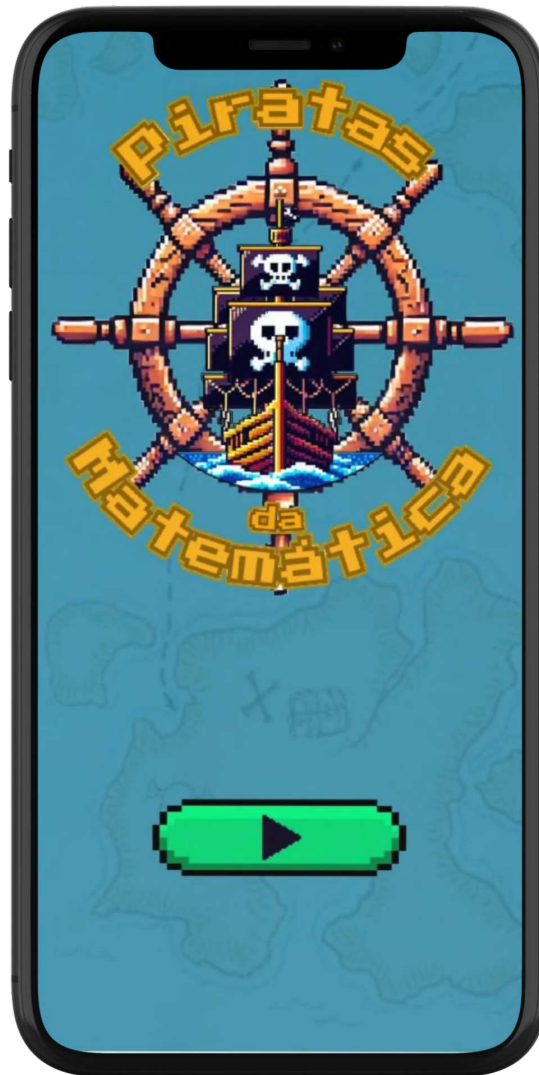
Dessa forma, o Canva se mostrou uma ferramenta eficaz para complementar o processo de criação estética do jogo, contribuindo para o alinhamento visual e a identidade gráfica do produto educacional de forma acessível e profissional.

4.1.3 Interfaces gráficas do jogo

Neste tópico apresentaremos as principais interfaces do jogo, detalhando os componentes gráficos e sonoros, e especificando os detalhes de sua criação.

A figura 12, representa a tela inicial do game. Nela destacam-se os seguintes elementos gráficos: logotipo, plano de fundo 1 e botão de iniciar. Além disso, há dois elementos sonoros: uma música tema e um efeito sonoro de confirmação após clicar no botão play.

Figura 12 – Tela de abertura do jogo



Fonte: Elaborado pelo autor.

O logotipo consiste em um timão de um navio ao fundo e à sua frente um navio pirata, compondo uma imagem centralizada. Para gerar o logotipo utilizou-se o Dall - E juntamente com algumas funcionalidades da ferramenta de edição de imagens Microsoft Designer, disponível em sistemas operacionais Windows. No contorno de tais figuras encontra-se o nome “Piratas da matemática”. A fonte utilizada chama-se “Press Start” e foi obtida de forma gratuita no site <https://www.dafont.com/pt/>, essa tipografia é utilizada nas demais interfaces. A imagem de fundo, que apresenta um mapa do tesouro em coloração azul, e o botão de início do jogo foram criados com recursos do Canva.

A figura 13, representa a tela de seleção do modo de jogo, segunda interface de navegação, exibida após clicar-se no botão de início.

Figura 13 – Interface de seleção do modo de jogo



Fonte: Elaborado pelo autor.

Nesta tela os elementos gráficos são: plano de fundo 2, botão de modo quiz e botão do modo caça ao tesouro. Enquanto que o elemento sonoro corresponde a um efeito sonoro de confirmação tocado após clicar-se em um dos botões. O ícone do botão de modo quiz é um livro antigo, já o ícone do botão do modo caça ao tesouro é um mapa em papel antigo. Ambos os elementos foram gerados pela inteligência artificial Dall-E.

Ao clicar no botão “Quiz”, o usuário é direcionado para tela de introdução à história do *game*. A figura 14, apresenta esta tela.

Figura 14 – Interface de introdução à história

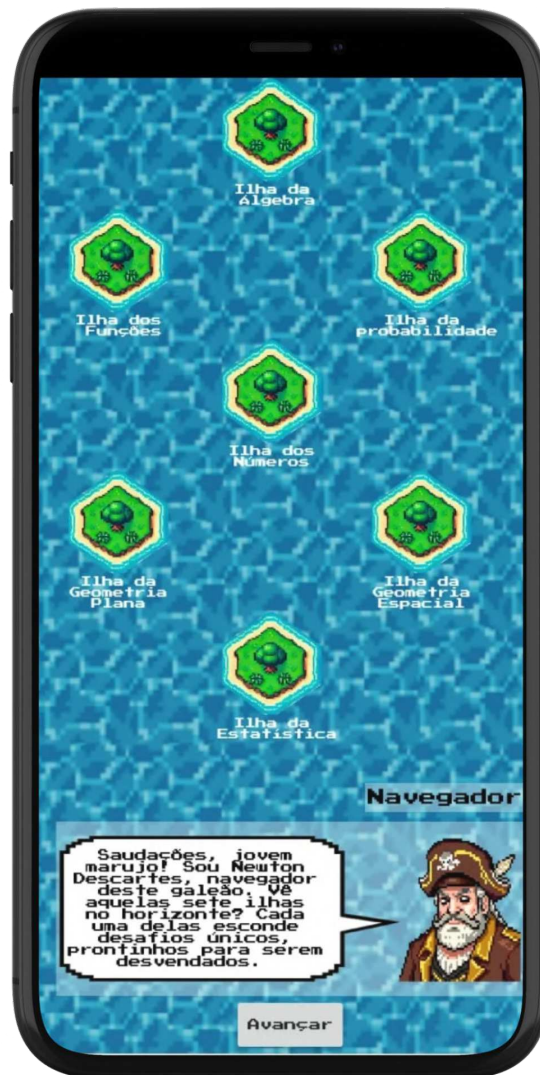


Fonte: Elaborado pelo autor.

Nesta tela há os seguintes elementos gráficos: plano de fundo 3, personagem do capitão, personagem do imediato, balões de fala, botão avançar. O plano de fundo 3 foi gerado pelo Dall-E e corresponde ao compartimento do navio em que reside o capitão. Os personagens foram obtidos em um pacote da internet, então são elementos desenhados por um artista real. Os balões de fala e o botão de avançar foram desenvolvidos no Canva.

A próxima tela, representada pela figura 15, consiste na interface de seleção da ilha de conhecimento e contém os seguintes elementos gráficos: plano de fundo 4, ilhas do conhecimento, personagem do navegador, balões de fala e botão avançar.

Figura 15 – Interface de seleção da ilha do conhecimento



Fonte: Elaborado pelo autor .

O personagem do capitão foi obtido em um pacote da internet, o plano de fundo e as ilhas foram geradas pelo Dall-E.

A próxima interface, figura 16, é a tela de seleção dos conteúdos do quiz que o aluno deverá responder.

Figura 16 – Interface de seleção do quiz



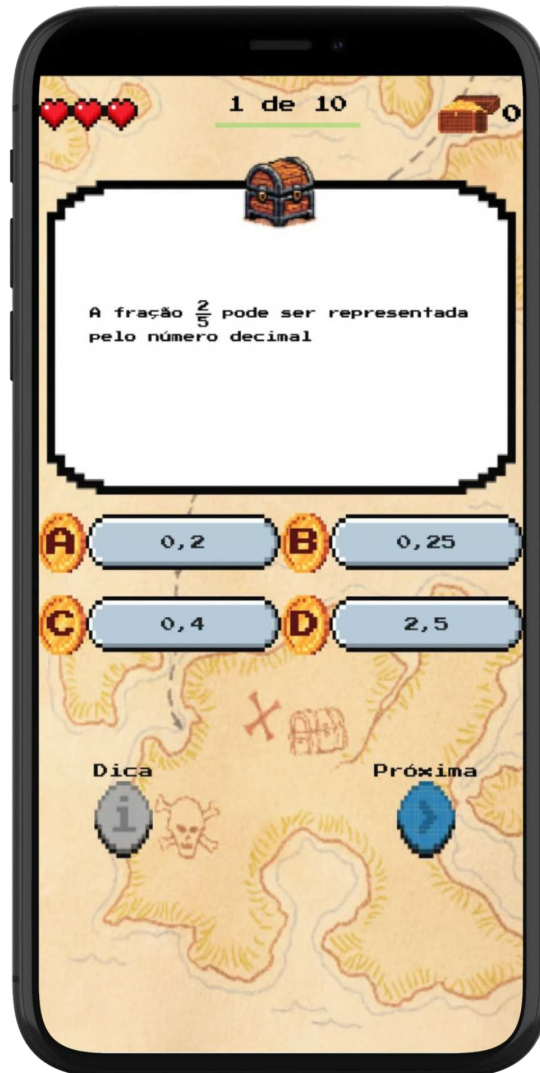
Visão inicial

Visão de interação com o rolo

Nesta tela os elementos gráficos são: plano de fundo 2, balão indicativo do teste, ícone do pergaminho aberto e fechado e um pergaminho antigo com a descrição da habilidade do teste. O ícone do pergaminho foi gerado pelo Dall-E, enquanto que os demais elementos foram desenvolvidos no Canva.

Após clicar em um dos balões indicativos do teste, o usuário é direcionado para a tela com as questões do quiz relativas àquela habilidade selecionada. A figura 17, representa essa próxima interface.

Figura 17 – Interface de exibição das perguntas do quiz



Fonte: Elaborado pelo autor .

Os elementos gráficos presentes nesta interface são: plano de fundo 2, container com a pergunta, botões das alternativas, botão de dica, botão de avanço para a próxima pergunta, baú de ouro e ícone de vidas. Todos estes elementos foram criados no Canva.

Quando o usuário consegue prosseguir nas perguntas sem errar três das dez questões, o quiz é concluído e exibe-se a próxima interface, representada na figura 18.

Figura 18 – Interface de congratulações



Fonte: Elaborado pelo autor .

Os elementos gráficos desta interface são: plano de fundo 2, troféu de barco à remo, texto de congratulação, botão de troféus e botão de avançar. O troféu de barco à remo foi gerado pelo Dall-E e os demais elementos foram feitos no Canva. Além disso, nessa interface há um efeito sonoro condizente com a congratulação.

Por outro lado, se o usuário erra três das dez questões, o quiz é encerrado e a tentativa é dada como fracassada. Assim, exibe-se a tela de “game over” ou fim de jogo, mostrada na figura 19.

Figura 19 – Interface de fim de jogo

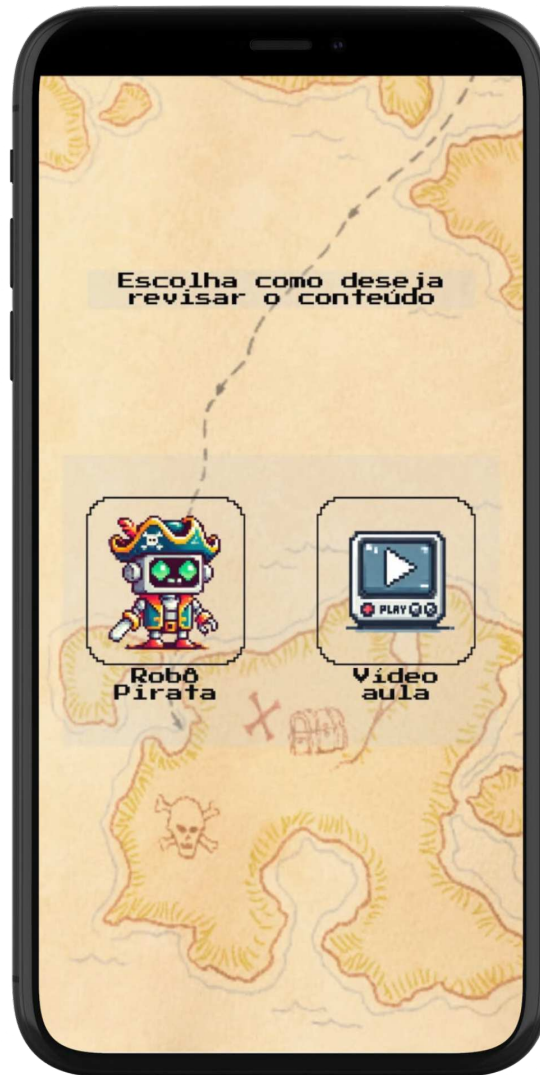


Fonte: Elaborado pelo autor.

Os elementos gráficos dessa tela são: plano de fundo na cor sólida preta, ícone de navio afundando, mensagem de insucesso e botão de avançar. O ícone do navio foi criado pelo Dall-E e os demais elementos foram feitos no Canva.

Quando o botão de avançar é pressionado o usuário é direcionado para um tela onde deverá escolher a forma de revisar o conteúdo, com o auxílio de uma inteligência artificial ou através de uma videoaula específica sobre o conteúdo do quiz. A figura 20 exemplifica essa interface.

Figura 20 – Interface de escolha do método de revisão

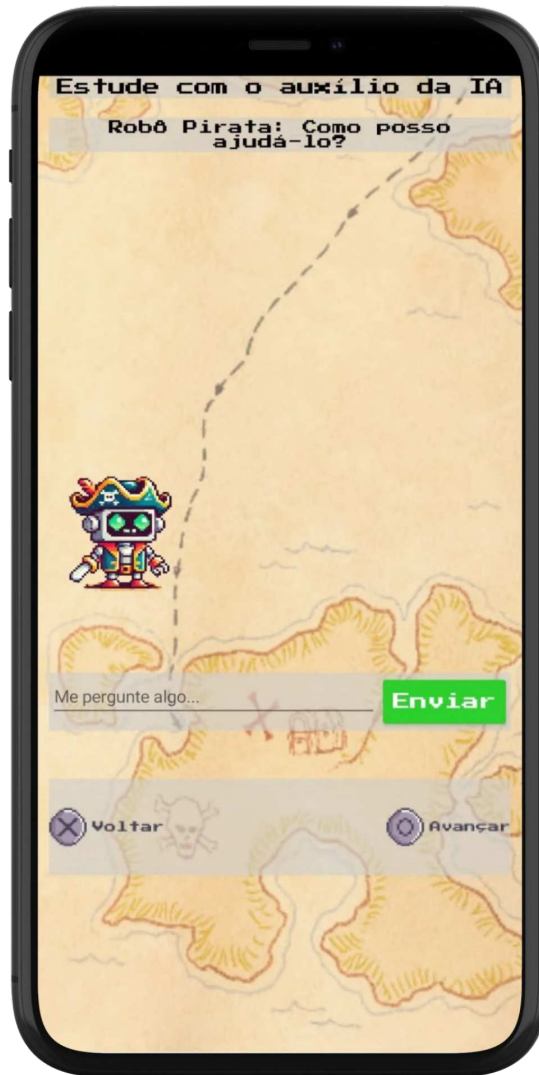


Fonte: Elaborado pelo autor.

Na presente interface há três elementos gráficos: o botão robô pirata, o botão video-aula e o plano de fundo 2. Os ícones dos botões foram gerados pelo Dall-E, com alguns ajustes realizados no Canva. Aqui há dois caminhos de navegação possíveis .

Clicando-se no botão Robô Pirata o usuário segue para a próxima interface, representada pela figura 21, onde poderá interagir com a inteligência artificial do Google.

Figura 21 – Interface de escolha do método de revisão



Fonte: Elaborado pelo autor.

Por outro lado, clicando-se no botão videoaula o usuário segue para a próxima interface, representada pela figura 22.

Figura 22 – Interface com a videoaula de revisão



Fonte: Elaborado pelo autor.

Por fim, essa interface apresenta os seguintes elementos gráficos: plano de fundo 5, tocador de vídeo do Youtube e botões “Voltar” e “Avançar”. O plano de fundo foi gerado pelo Dall-E, enquanto os botões foram desenvolvidos no Canva. O tocador de vídeo exibe uma videoaula do Youtube sobre o assunto relacionado ao conteúdo do quiz.

Aqui conclui-se a apresentação das interface do jogo. No tópico a seguir, apresenta-se um pouco mais sobre a história do jogo.

4.2 história

A dimensão narrativa do jogo Piratas da Matemática foi desenvolvida com base nos princípios do *storytelling*, um recurso amplamente utilizado na gamificação para favorecer o engajamento emocional e cognitivo dos jogadores. O termo *storytelling* refere-se à arte de contar histórias, estruturadas com personagens, cenários, conflitos e objetivos, de modo a criar

um enredo envolvente e significativo. No contexto dos jogos educacionais, essa estratégia tem se mostrado eficaz para tornar a experiência de aprendizagem mais imersiva e atrativa. (Silva; Oliveira; Martins, 2017, p. 987)

A história do jogo Piratas da Matemática se passa em um universo fictício inspirado no imaginário pirata. O jogador assume o papel de integrante de uma tripulação do navio “Parábola Negra” em busca de tesouros escondidos em sete ilhas do conhecimento. A primeira interação do jogo mostra o diálogo entre os personagens Hipátia Lovelace, imediata do navio, e o capitão Pierra Pascal, conforme mostra a figura 23 .

Figura 23 – Sequência de falas da primeira interação do jogo



Fonte: Elaborado pelo autor.

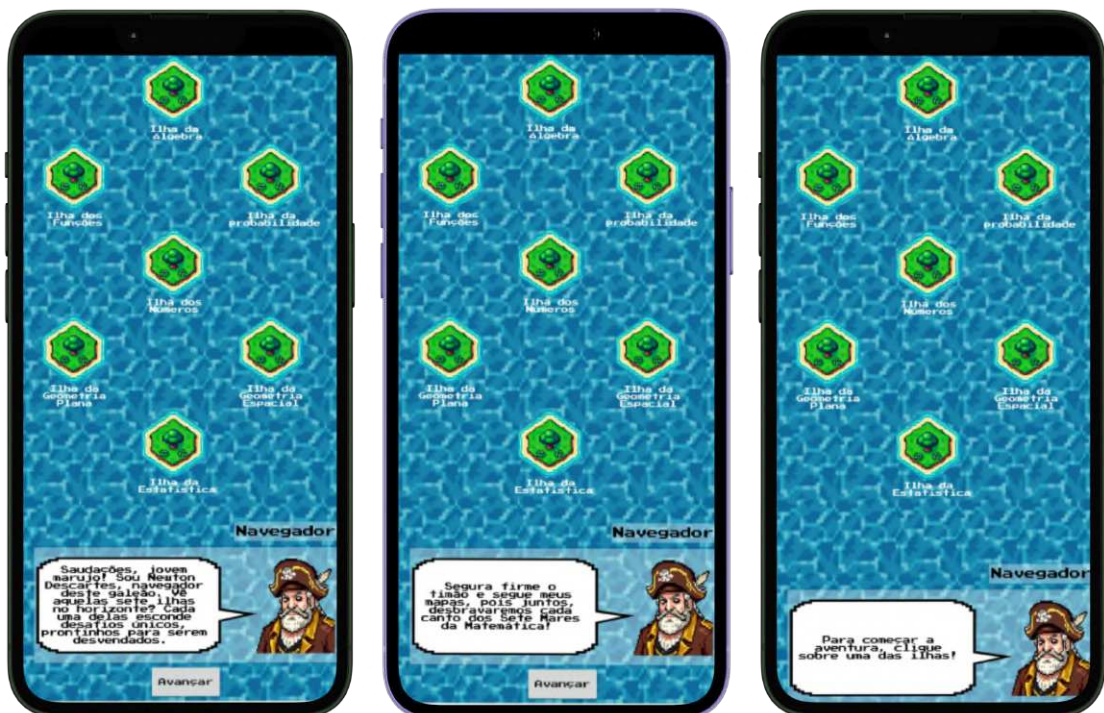
O diálogo introdutório mostra a apresentação do novo integrante da tripulação ao capitão, que o apresenta o navio e o navegador. A sequência de falas do diálogo é:

- Imediata: ”Capitão, temos sangue novo no convés!
- Capitão: Yohoho, novos marujos é? Espero que sejam corajos ou vão virar comida de tubarão! Deixe-os entrar!
- Capitão: Aah...Você está aí marujo(a)! Seja bem vindo à tripulação do Parábola Negra! Eu sou o capitão Pierra Pascal!
- Capitão: Ei, **nome do usuário**, vou te apresentar ao Navegador Newton Descartes! Ele é o responsável pelos rumos do Parábola Negra nestes sete mares!

O nome dos integrantes da tripulação foram pensados para homenagear grandes nomes da história da matemática, a imediata, por exemplo, tem seu nome originado da junção dos nomes das matemáticas Hipátia de Alexandria e Ada Lovelace. Enquanto o capitão Pierre Pascal, recebeu a alcunha em homenagem a Blaise Pascal e Pierre Fermat.

A próxima interação que revela um pouco mais da história do jogo, figura 24, ocorre na tela seguinte, onde é apresentado o navegador Newton Descartes, homenagem à Isaac Newton e René Descartes.

Figura 24 – Sequência de falas da segunda interação do Jogo



Fonte: Elaborado pelo autor.

Nesse diálogo, apresenta-se o novo integrante da tripulação ao navegador. A sequência de falas do diálogo é:

- Navegador: "Saudações, jovem marujo! Sou Newton Descartes, navegador deste galeão. Vê aquelas sete ilhas no horizonte? Cada uma delas esconde desafios únicos, prontinhos para serem desvendados!"
- Navegador: "Segura firme o timão e segue meus mapas, pois juntos, desbravaremos cada canto dos Sete Mares da Matemática!"
- Navegador: "Para começar a aventura, clique sobre uma das ilhas!"

Nesta segunda interação descobre-se um pouco mais da história do jogo, pois são apresentadas as sete ilhas do conhecimento: ilha dos números, ilhas das funções, ilha da álgebra,

ilha da probabilidade, ilha da geometria plana, ilha da geometria espacial e ilha da estatística. E segundo a fala do capitão nestas ilhas serão encontradas desafios matemáticos ao usuário.

Em termos pedagógicos, a história também cumpre a função de facilitar a identificação do estudante com o personagem, promovendo o engajamento afetivo e a permanência no jogo mesmo diante de desafios cognitivos. Tal imersão narrativa é essencial para a construção de um ambiente lúdico de aprendizagem, onde o aluno possa se sentir protagonista do próprio percurso formativo.

Dessa forma, o storytelling no Piratas da Matemática não atua apenas como elemento estético ou de entretenimento, mas se configura como um recurso pedagógico intencional, objetivando conectar os conteúdos matemáticos a uma trama simbólica que favorece o engajamento, a motivação e o sentido de propósito nas ações de aprendizagem.

4.3 Mecânica

A mecânica ou jogabilidade de um jogo corresponde à estrutura de regras e dinâmicas que regem o funcionamento do sistema interativo, determinando como os jogadores interagem com o ambiente, quais desafios devem ser superados e como os resultados de suas ações são apresentados. (Mendoza; Leite, 2013, p. 135)

No jogo Piratas da Matemática há duas propostas de mecânica. A primeira está alicerçada em um sistema de *quizzes* temáticos que exploram os descritores com maior índice de erro da Matriz de Referência de Matemática do SPAECE. Enquanto a segunda, é uma proposta de caça ao tesouro. Essa atividade foi pensada para ser realizada de forma desplugada, ou seja, sem a utilização de tecnologias digitais. A seguir explicaremos cada uma das propostas construídas para esse produto educacional.

Na primeira, o jogador assume o papel de um tripulante do navio “Parábola Negra” e deve escolher uma das ilhas do conhecimento, cada qual relacionada a um conjunto específico de habilidades matemáticas. A cada ilha selecionada, é iniciado um quiz composto por 10 questões de múltipla escolha, elaboradas a partir da estrutura técnica adotada nas avaliações externas.

Durante a execução do quiz, o jogador dispõe de três “vidas”. A cada resposta incorreta, uma vida é perdida. Caso o jogador cometa três erros antes de completar as dez questões, o desafio é encerrado, e o jogador é redirecionado para um ambiente de revisão, no qual tem acesso a videoaulas ou à assistência de uma inteligência artificial, promovendo a autorregulação da aprendizagem. Vale ressaltar que o jogo disponibiliza um botão de dica, ao qual o jogador poderá utilizar ao longo do quiz caso erre um pergunta ou marque sem muita certeza. A figura 25 mostra a dica exibida em um dos quizzes.

Figura 25 – Mensagem referente ao botão de dica



Fonte: Elaborado pelo autor.

Já ao completar com sucesso o desafio, o jogador é recompensado com troféus simbólicos e pode prosseguir para novas ilhas.

O sistema de feedback é outro ponto fundamental da mecânica. A cada resposta, o jogador recebe uma indicação imediata de acerto ou erro, reforçando positivamente o comportamento correto ou incentivando a revisão em caso de falhas. Esse feedback imediato visa não apenas manter o engajamento, mas também favorecer a aprendizagem formativa. A sinalização ocorre de forma gráfica e sonora, com efeitos no design e sons que remetem ao sucesso e ao insucesso. As figuras 26 e 27 mostram a tela do jogo nas duas situações supracitadas.

Figura 26 – Sinalização de acerto da resposta



Fonte: Elaborado pelo autor.

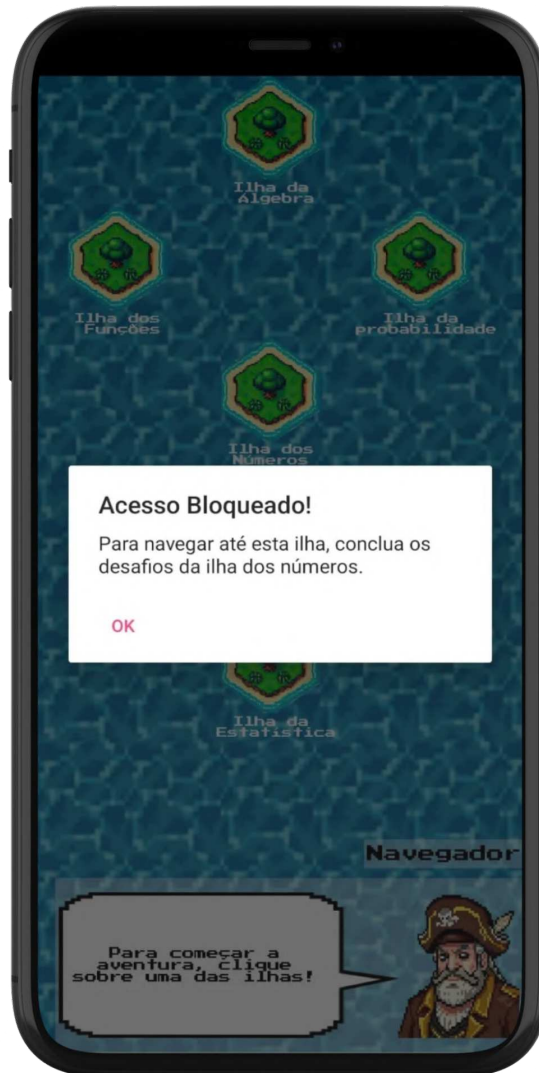
Figura 27 – Sinalização de erro da resposta



Fonte: Elaborado pelo autor.

Outros elementos gamificados presentes na mecânica incluem a progressão por níveis, a conquista de medalhas virtuais e a liberdade para explorar as ilhas em diferentes ordens, desde que conclua os desafios da ilha dos números. A figura 28 mostra a mensagem exibida na tela quando o jogador tenta acessar uma outra ilha sem antes completar a ilha dos números, que foi entendida como uma ilha com conhecimentos fundamentais.

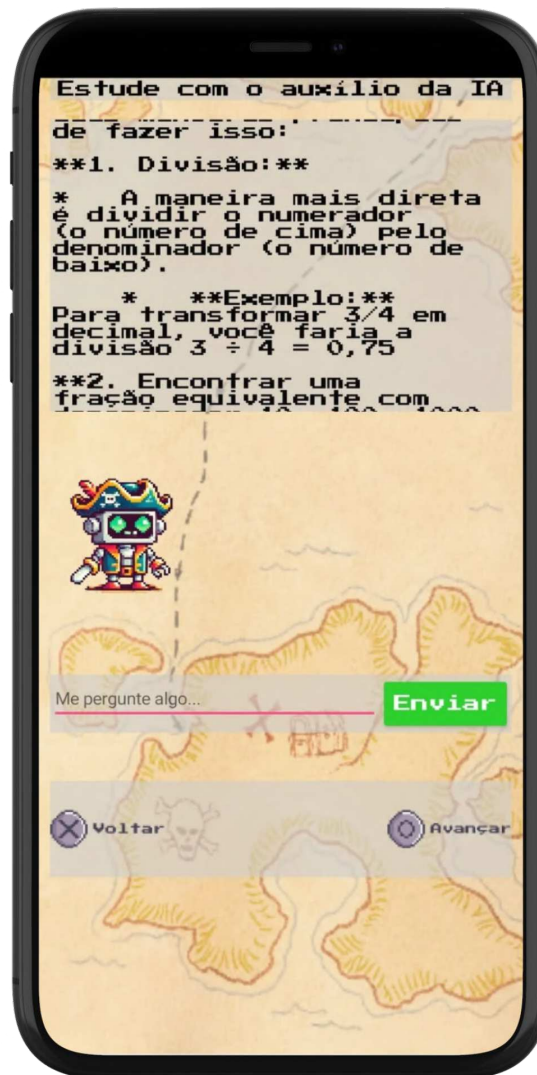
Figura 28 – Mensagem de ilha bloqueada



Fonte: Elaborado pelo autor.

No que diz respeito aos métodos de revisão, o jogo oferece a possibilidade de assistir a uma videoaula sobre a habilidade explorada no quiz ou ainda, conversar com uma inteligência artificial (IA) com o intuito de revisar o conteúdo. A figura 29 mostra um exemplo de resposta da IA, quando questionada como transforma uma fração em um decimal.

Figura 29 – Exemplo de revisão com a IA



Fonte: Elaborado pelo autor.

Tais elementos foram intencionalmente incorporados para ampliar a motivação intrínseca dos estudantes e promover uma experiência de aprendizagem mais autônoma, ativa e significativa.

Além disso, propõe-se também uma atividade sem o uso das tecnologias, mantendo-se ainda a narrativa e a contextualização do jogo. O motivo principal dessa mecânica alternativa reside no fato de que ao longo do último ano de desenvolvimento do jogo o governo federal decretou a Lei nº 15.100/2025 que restringe o uso, por estudantes, de aparelhos eletrônicos portáteis pessoais durante a aula, o recreio ou o intervalo entre as aulas. Desta forma, como o jogo havia sido pensado originalmente para ser utilizados nos *smartphones* foi necessário fazer algumas alterações para sua implementação.

Sendo assim, realizou-se alguns ajustes para que o mesmo pudesse ser implementado em tablets, considerando que muitas escolas dispõem de tais aparelhos e que a lei autoriza o uso

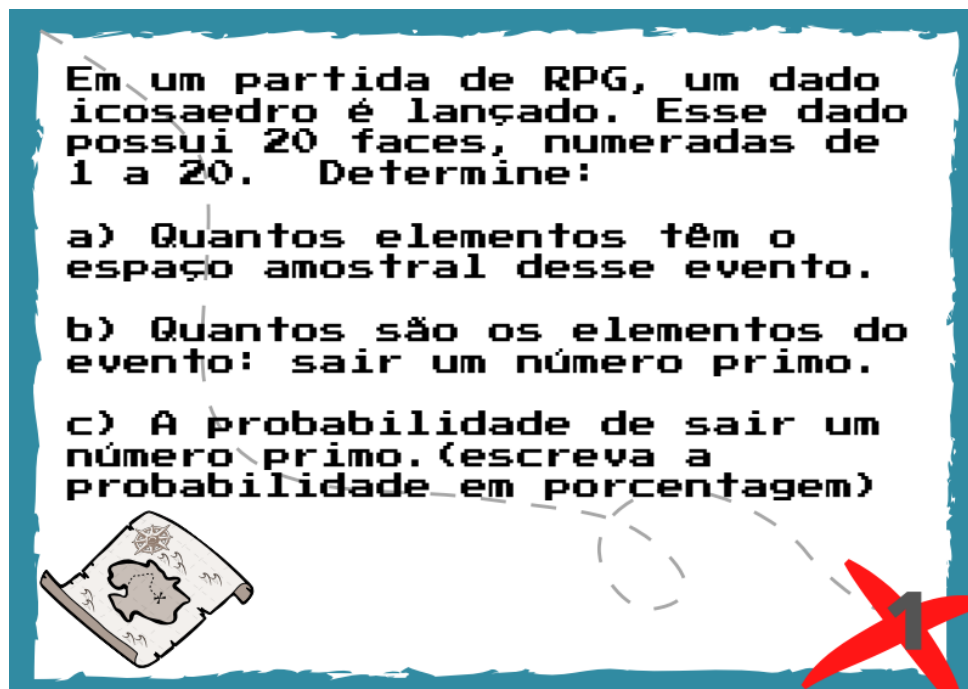
de tais equipamentos para fins pedagógicos, mediados pelo professor. O que inclusive reforça a necessidade de oferecer alternativas de REDs para que os professores possam complementar suas aulas expositivas com alguma metodologia ativa, e possa dar sentido ao uso das tecnologias.

Mas, considerando também que muitas escolas não possuem os dispositivos eletrônicos necessários, apresenta-se uma proposta de mecânica chamada caça ao tesouro, que não requer a utilização de equipamentos eletrônicos. Essa mecânica foi implementada na primeira versão do aplicativo, logo, aqui faz-se uma adaptação.

A proposta de jogo consiste em uma dinâmica de caça ao tesouro da matemática, pautada sobre os princípios da aprendizagem cooperativa, o Apêndice B apresenta as instruções para o professor implementar tal dinâmica.(ver p. 112)

Primeiramente, o professor deve espalhar pelo ambiente da escola os cartões de desafios que serão resolvidos pelos estudantes. A figura 30 mostra um destes cartões.

Figura 30 – Exemplo de um cartão desafio



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para baixar esses cartões, armazenados no Google Drive, deve-se acessar o link: https://drive.google.com/drive/folders/1sLLbt_ebg6D4y6Wp3kIrrnsZ3zfio3GA?usp=drive_link

Em seguida, deve-se dividir os estudantes em equipes e distribuir seus papéis. É importante ressaltar que o caça ao tesouro do jogo piratas da matemática é uma atividade de gamificação com elementos de aprendizagem cooperativa. Sendo assim, é importante que ao dividir as equipes cada um dos estudantes receba um papel bem definido a realizar. A sugestão que fornecemos é que cada grupo contenha 4 integrantes, que se dividem nos seguintes papéis:

- Marinheiro(a) da Ordem: Responsável por zelar pelo bom comportamento da equipe

durante a realização da atividade.

- Marinheiro da Caçada: Responsável por procurar os desafios espalhados pelo ambiente.
- Marinheiro escriba: Responsável por registrar os cálculos realizados na folha de cálculo.
- Marinheiro Orador: Responsável por expor as soluções encontradas. (Essa etapa pode ocorrer em um momento posterior, em sala de aula).

Apesar de do marinheiro escriba ter o papel específico de registrar os cálculos, a discussão sobre a solução do desafio deve ser realizada conjuntamente. A figura 31 mostra a folha de cálculo que as equipes receberão, onde há um espaço para registrar a função atribuída a cada integrante e espaços destinados ao registro das soluções encontradas pela equipe para cada desafio.

Figura 31 – Diário de bordo - folha de cálculos

Diário de Bordo
Folha de Cálculos

Identificação da equipe

Marinheiro da ordem: _____
 Marinheiro da caçada: _____
 Marinheiro escriba: _____
 Marinheiro orador: _____

Marinheiro escriba, registre aqui os cálculos realizados e entregue ao capitão.

Desafio 1

Desafio 2

Desafio 3

Fonte: Elaborado pelo autor.

Com as equipes devidamente posicionadas, e com os papéis atribuídos. O professor deve dar o sinal para que os marinheiros da caçada de cada equipe possam sair em busca dos desafios que foram espalhados previamente.

No momento em que o marinheiro da caçada encontrar um dos cartões espalhados pelo ambiente, ele deve verificar o número do mesmo e certificar-se de que o desafio ainda não foi resolvido pela equipe. Caso a equipe ainda não tenha resolvido esse desafio ele deve destacar o papel do local onde foi colado e retornar a mesa onde sua equipe se encontra. Nesse momento, todos os integrantes da equipe devem pensar em uma solução para o problema. Após finalizar, o marinheiro da caçada retorna à busca pelo desafio.

Essa dinâmica deve se repetir até que uma das equipes tenha encontrado e resolvido todos os desafios propostos. Após a conclusão, a equipe deve sinalizar ao professor e aguardar a conclusão das demais equipes. Para deixar a disputa mais empolgante o professor pode oferecer pontuações decrescentes de acordo com a ordem que as equipes finalizam a atividade. Além disso, como um dos objetivos principais da gamificação é o engajamento, o professor pode pensar em outros prêmios que poderão gerar ainda mais engajamento nos estudantes.

Por fim, posteriormente as equipes deverão expor, em sala, suas soluções para os desafios.

Dessa forma, a mecânica do Piratas da Matemática atua como elo entre os aspectos pedagógicos e a dinâmica lúdica, visando criar um ambiente de aprendizagem onde o erro é ressignificado no caminho da construção do conhecimento.

4.4 Tecnologia

Conforme explanado anteriormente, o desenvolvimento do jogo precisa passar pelo desenvolvimento da parte lógica, os códigos de programação, que irão permitir a interação entre a parte gráfica e o usuário, transformando sua interação em comandos dentro do game. Através desses códigos, as ações do usuário, manifestadas por meio de comandos e entradas na parte visual do jogo, são interpretadas e processadas, resultando em respostas e transformações no ambiente virtual. Essa estreita relação entre a estética, a mecânica e a narrativa do jogo é propiciada pela tecnologia escolhida e é fundamental para proporcionar uma experiência de jogo fluida, responsiva e envolvente. (Mendoça; Leite, 2013)

Assim como na primeira versão, para estruturar a lógica funcional do jogo, escolheu-se trabalhar com a programação por blocos, uma metodologia visual que facilita a criação de algoritmos de forma intuitiva.

Esse tipo de programação é uma alternativa às tradicionais linhas de código, uma vez que substitui os comandos textuais por blocos gráficos, cada um representando uma ação ou instrução específica. Tais blocos podem ser combinados como peças de um quebra-cabeça, promovendo o raciocínio lógico por meio do encaixe de comandos com sentido funcional. Gomes Costa e Nunes Piedade (2021) explicam que:

Os ambientes de programação por blocos consistem em uma forma de programação visual que permite aos alunos criar programas mediante a conjugação de blocos de instruções similares a pequenas peças Lego. Nesse tipo de ambiente as instruções e estruturas de programação estão organizadas em categorias coloridas e esta organização ajuda os alunos a selecionarem as instruções e estruturas adequadas para a construção dos seus programas. (Gomes Costa; Nunes Piedade, 2021, p.162)

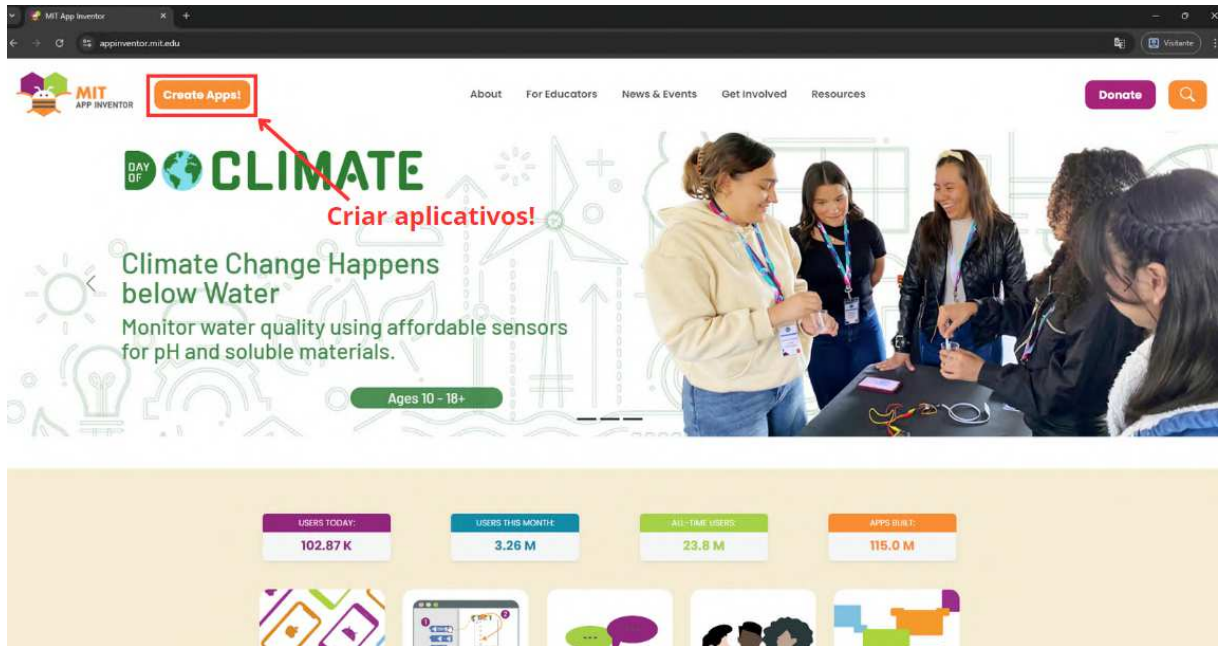
Além de favorecer o aprendizado de lógica computacional, a programação em blocos minimiza erros comuns de sintaxe, uma vez que o próprio ambiente impede combinações inválidas entre blocos. Isso contrasta com linguagens textuais, nas quais o erro geralmente só é identificado após a execução do código.

Entre as plataformas que adotam essa abordagem, destaca-se o MIT App Inventor 2, desenvolvido pelo *Massachusetts Institute of Technology* (MIT). Essa ferramenta permite a criação de aplicativos para dispositivos Android sem exigir conhecimento prévio aprofundado em programação. Gratuita e de fácil manuseio, a plataforma é amplamente utilizada no contexto educacional, especialmente por seu potencial de tornar o ensino de programação mais atrativo e acessível. Na sessão a seguir apresentaremos alguns detalhes desta ferramenta.

4.4.1 Plataforma MIT App Inventor 2

A plataforma APP Inventor, lançado em dezembro de 2010 pelo *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), é uma plataforma de programação intuitiva e visual "arrasta e solta" baseada em blocos para o desenvolvimento de aplicativos para os principais sistemas operacionais de *smartphones*. Sua adoção é vasta, abrangendo desde o setor educacional, onde auxilia em diversas áreas do ensino e no desenvolvimento de objetos educacionais por educadores, até empreendedores e entusiastas, que a utilizam como uma alternativa de baixo custo, em relação a outras opções no mercado, para aplicativos com fins comerciais. O acesso ao APP Inventor é feito através do site <https://appinventor.mit.edu/>. Ao inserir o endereço no seu navegador, abrirá a página inicial do site, onde há um botão no canto superior esquerdo chamado "Create Apps!", como podemos observar na figura 32.

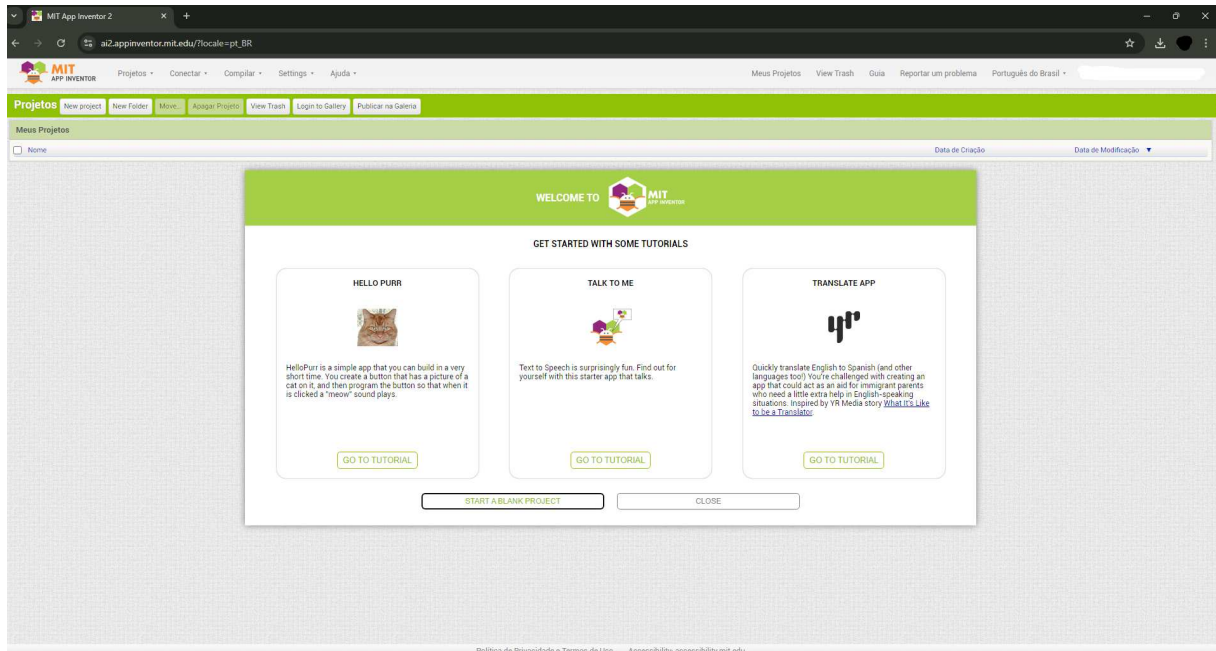
Figura 32 – Página inicial da plataforma MIT App Inventor



Fonte: Elaborado pelo autor.

Clicando-se nesse botão, o usuário é direcionado para uma página de login com a conta Google para que suas configurações e projetos fiquem salvos na plataforma. Após o login, você será direcionado para a próxima página onde encontra-se os termos de aceite de serviço. O termo está em inglês. Para traduzi-lo para o português, basta você clicar com o botão direito do mouse e buscar por “traduzir para o português”. Após a leitura e aceite dos termos de serviço, abre-se a página inicial de desenvolvimento da plataforma, mostrada na figura 33. Nesse momento, você pode optar por assistir a breves tutoriais das principais ferramentas ou fechar e seguir a navegação de maneira independente.

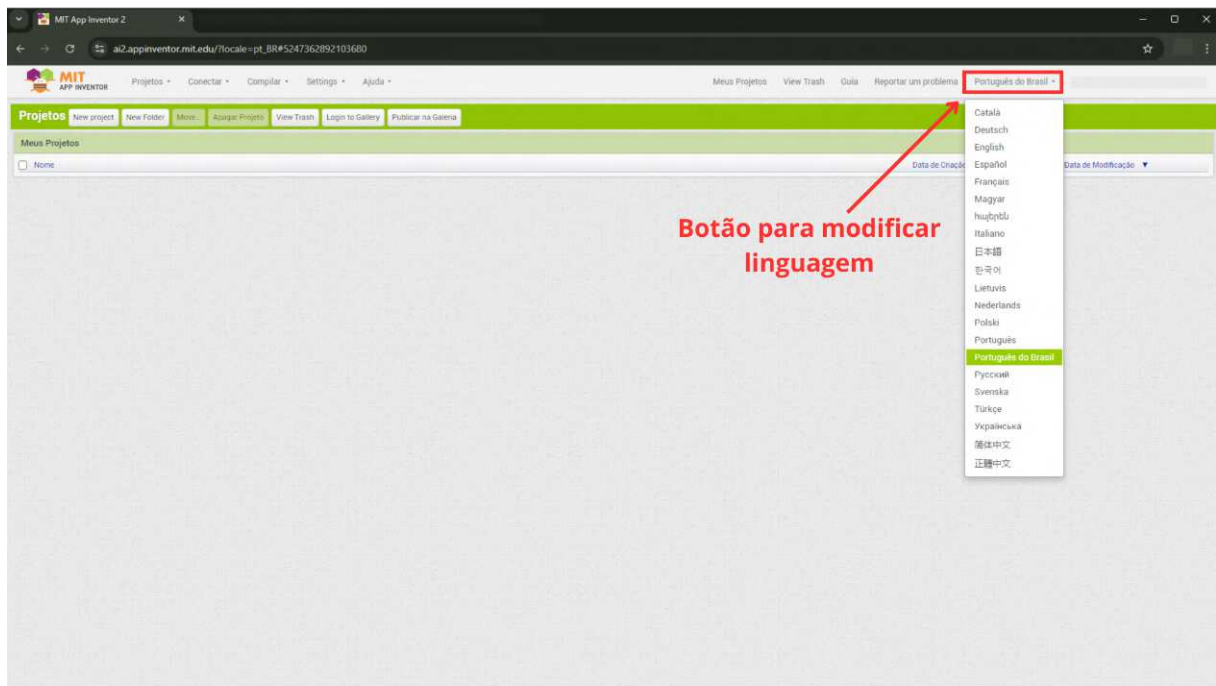
Figura 33 – Página inicial de desenvolvimento da plataforma MIT App Inventor



Fonte: Elaborado pelo autor.

Vale ressaltar que o usuário pode escolher a linguagem na qual os componentes serão apresentados, para uma melhor compreensão, apresentaremos os componentes em português. A figura 34 mostra onde podemos modificar a linguagem.

Figura 34 – Mudança de linguagem na página inicial de desenvolvimento



Fonte: Elaborado pelo autor.

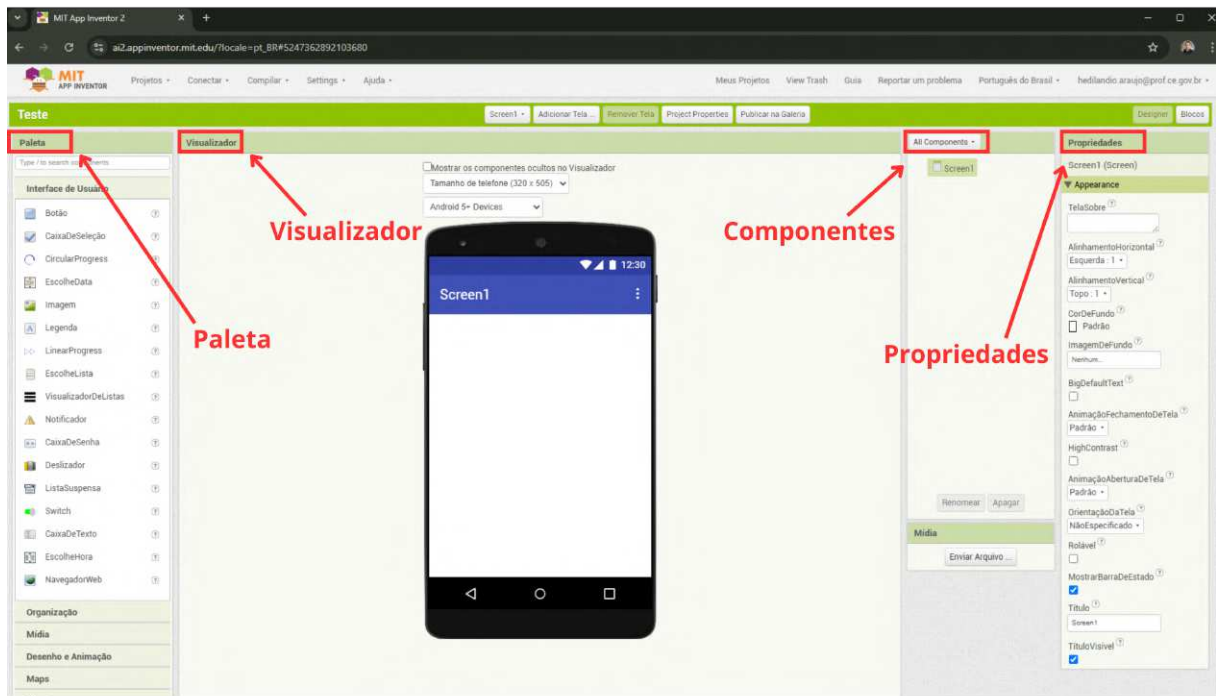
Para começar um novo projeto, na tela inicial de desenvolvimento, deve-se clicar em “New project” donde irá abrir uma janela para dar um nome a esse projeto.

No App Inventor, utiliza-se dois ambientes para a construção das aplicações: designer e blocos. No Designer, encontram-se as ferramentas visuais de construção da interface do aplicativo. Já no ambiente de Blocos, estão disponíveis os blocos encaixáveis, semelhantes a um quebra-cabeça, em que a lógica e as ações são programadas. Esses dois ambientes estão conectados de forma que a programação dos blocos de uma tela específica depende da prévia inserção de elementos e ações nessa tela por meio do ambiente Designer. Vamos entender um pouco mais esses dois ambientes.

Designer

O ambiente Designer é subdividido em quatro regiões: paleta, visualizador, componentes e propriedades, como mostra a figura 35.

Figura 35 – Subdivisões do ambiente Designer



Fonte: Elaborado pelo autor.

Na região da paleta encontram-se os componentes relativos a parte gráfica do jogo, divididos em 14 grupos: Interface do usuário, organização, mídia, desenho e animação, maps, charts, data science, sensores, social, armazenamento, conectividade, LEGO, experimental e extension. Cada um desses grupos contém componentes com funcionalidades próprias. Para inseri-los basta posicionar o mouse sobre eles e arrastá-los para o dispositivo eletrônico que fica no visualizador.

A tabela 4 a seguir, demonstra as principais funções da paleta dos grupos Interface do usuário, organização e mídia.

Quadro 4 – Principais componentes da paleta

Paleta	
Interface de usuário	<ul style="list-style-type: none"> • Botão: um dos ícones mais utilizados pelos usuários; seu objetivo é acionado através de um clique do usuário; • Caixa de Seleção: será usada para o usuário selecionar alguma opção ou funcionalidade do aplicativo; • Imagem: inserir imagens simples no aplicativo; • Legenda: inserção de texto (curto ou longo) em qualquer parte do designer; • Visualizador de Listas: permite disponibilizar textos para serem visualizados na tela; • Notificador: mostra sinais de alerta ao usuário no Screen; • Caixa de Senha: possibilita a função de digitação de senhas; • Caixa de Texto: possibilita ao usuário inserir informações como, por exemplo, texto; • Navegador Web: oferecerá a possibilidade de o usuário acessar um site específico.
Organizador	<ul style="list-style-type: none"> • Organizador horizontal; • Organizador vertical; • Organizador em tabelas.
Mídia	<ul style="list-style-type: none"> • Câmera de vídeo; • Câmera; • Escolher imagem; • Tocador; • Som; • Gravador; • Texto falado.

Fonte: Adaptado de Silva, Alves e Pereira (2022).

A próxima região, localizada ao centro da tela de desenvolvimento, é o visualizador. Nessa região visualiza-se a tela de um dispositivo eletrônico, em que é possível ter uma noção prévia da posição dos componentes presentes nela.

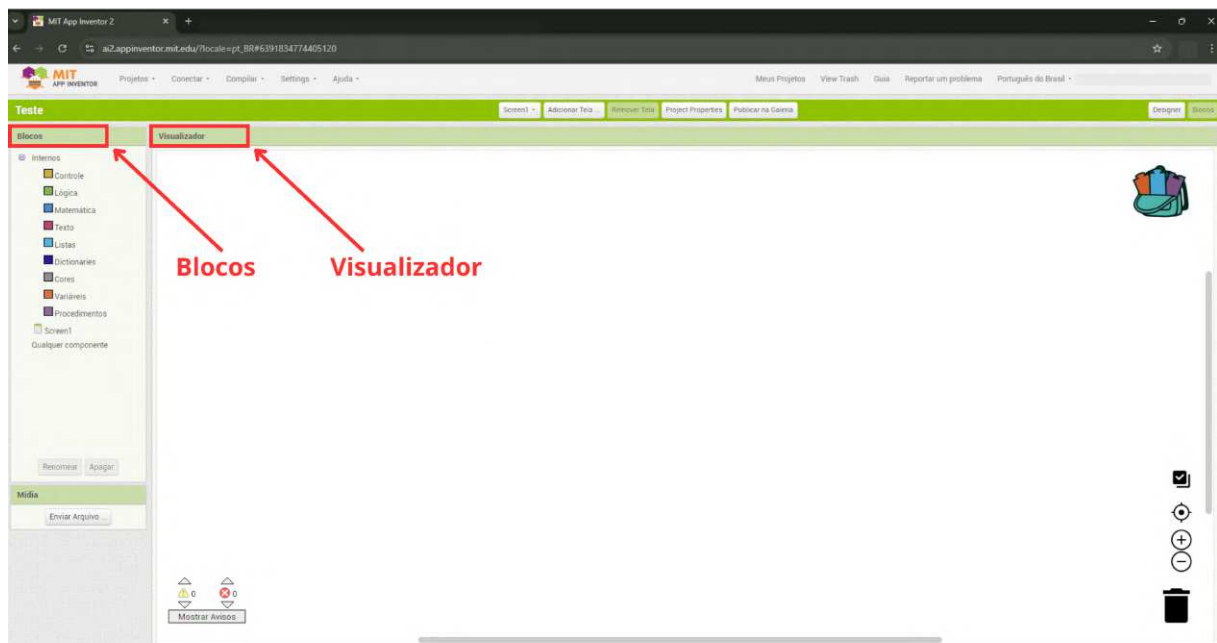
A região intitulada componentes exibe, de forma hierárquica, os componentes que foram arrastados para a tela. Nesse ambiente é possível renomear e apagar os elementos utilizados. Na parte inferior desta faixa da tela pode-se verificar as mídias que foram enviadas para o banco de dados local de projeto, em geral, arquivos de imagem e áudio. Nesse aspecto, a plataforma App Inventor 2 torna-se especialmente atraente pois oferece uma quantidade de armazenamento razoavelmente maior que as plataformas concorrentes em suas versões gratuitas. Esse foi um fator determinante para a escolha da plataforma do MIT no desenvolvimento do "Piratas da Matemática".

Por fim, a área denominada propriedades exibe as configurações de um componente específico que foi selecionado, sendo possível ajustar cor, fonte, tamanho da fonte, espaçamento de altura e largura etc.

Blocos

O ambiente Blocos é subdividido em duas regiões: blocos e visualizador, como mostra a figura 36.

Figura 36 – Subdivisões do ambiente Blocos



Fonte: Elaborado pelo autor.

Na região intitulada "blocos", encontram-se componentes do tipo interno, que não

ficarão visíveis ao usuário, mas são fundamentais para programar as ações planejadas no designer. Cada tela (screen) criada no ambiente Designer, terá uma tela a ser programada no ambiente dos blocos, onde será indicado como os componentes presentes na tela de Designer deverão interagir com os comandos do usuário.

Para utilizar os blocos deve-se usar o sistema de "arrastar e soltar", ou seja, posiciona-se o mouse sobre o bloco desejado e o arrasta para a região do "visualizador", conectando-os de acordo com a funcionalidade que você pretende.

Alguns blocos já são pré-definidos pelo sistema, são ações fixas que trazem algumas funcionalidades para os componentes escolhidos no designer. São os blocos internos: controle, lógica, matemática, texto, listas, cores, procedimentos.

Alguns dos blocos, bem como suas funcionalidades estão indicadas a seguir:

- Controle: funções de navegação entre telas como: "abrir tela", "fechar tela", interações condicionais, tais como: "se, senão", "se, então, senão", dentre outras;
- Lógica: comandos e conectivos lógicos como: "verdadeiro e falso", "e", "ou", testes de comparações (maior, menor, igual, diferente, entre outros) etc;
- Matemática: possibilita utilizar operações básicas de matemática, escolher um número aleatório em um intervalo, obter o resto de uma divisão, além disso possibilita a construção de equações e outras funcionalidades matemáticas;
- Texto: possibilita a comparação entre textos, repartição de textos, substituição, entre outros;
- Listas: utilizadas para compor e organizar listas utilizadas em banco de dados;
- Cores: possibilita alterar a cor dos itens após um teste lógico, por exemplo;
- Variáveis: possibilita criar espaço de armazenamento de dados;
- Procedimentos: faz o gerenciamento de um procedimento que será desencadeado após alguma ação do usuário do aplicativo.

A figura 37 apresenta exemplos de alguns dos blocos supracitados.

Figura 37 – Exemplos de blocos



Fonte: Elaborado pelo autor.

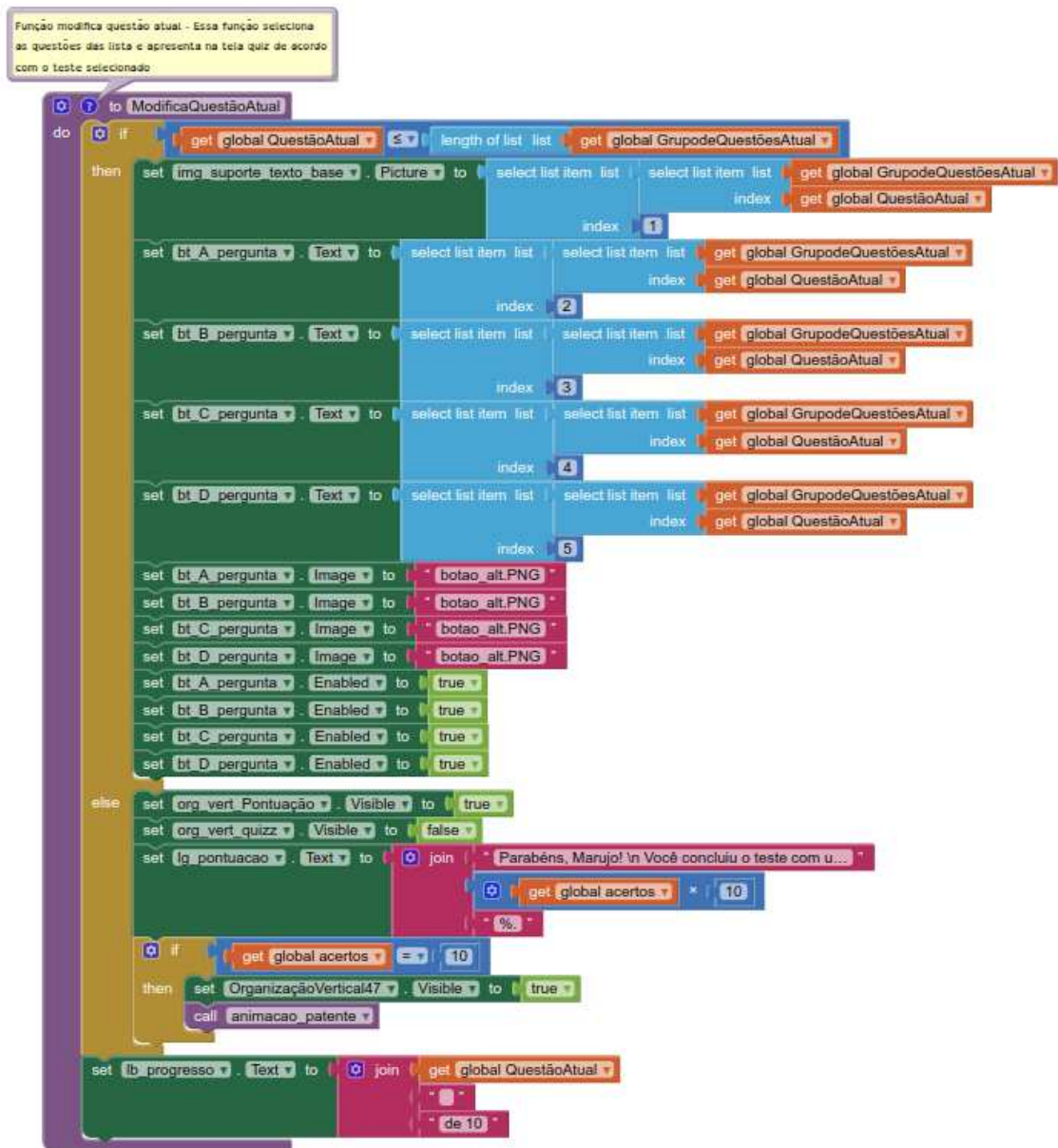
Na próxima seção apresentaremos alguns exemplos da programação com a linguagem em blocos realizados no desenvolvimento do projeto descrito nesse trabalho. Por uma questão de preferência, os blocos apresentados foram utilizados na linguagem padrão, em inglês.

4.4.2 Blocos de programação do Jogo Piratas da Matemática

O jogo Piratas da Matemática utilizou muitos recursos gráficos e para realizar a interação com o usuário a quantidade de blocos de programação foi razoavelmente extensa. Para garantir uma maior rapidez na resposta aos comandos, optou-se por utilizar organizadores verticais para acomodar cada tela do jogo, em vez de utilizar o recurso de criar uma nova tela. Isto é, as mudanças entre telas foram pensadas escondendo e exibindo os organizadores verticais, em vez de abrir uma nova *Screen*, pois o segundo método exige mais processamento, o que torna o jogo mais lento.

A figura 38 a seguir, apresenta o conjunto de blocos na área de visualização do ambiente Blocos, que correspondem ao procedimento(ou função) responsável por modificar a pergunta e as alternativas do item mostrado na tela de quiz a cada vez que o aluno avança.

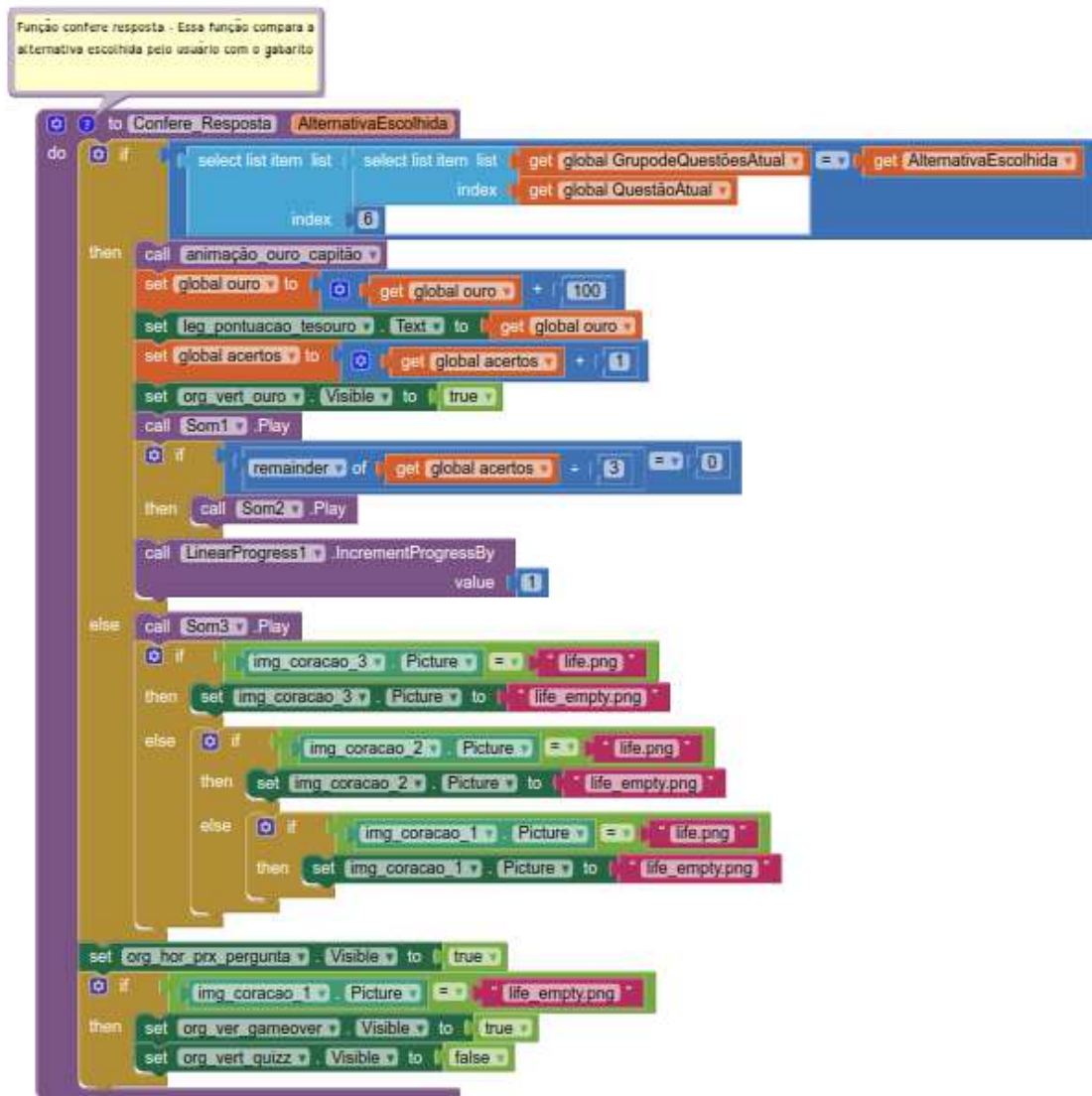
Figura 38 – Conjunto de blocos associados aos parâmetros da programação do quiz



Fonte: Elaborado pelo autor.

Complementando esta última programação, na figura 39, tem-se a função criada para conferir se a resposta marcada pelo estudante condiz com o gabarito do item apresentado na tela.

Figura 39 – Conjunto de blocos associados aos parâmetros de conferência de resposta do quiz



Fonte: Elaborado pelo autor.

A classe de blocos chamada "procedimentos" são funções criadas para executar ações que se repetem com frequência no jogo. Nestes exemplos supracitados, a cada item apresentado na tela será preciso conferir se a pergunta marcada pelo aluno corresponde a resposta do gabarito. Sendo assim, para não repetir a mesma programação para cada item basta chamar a função "ConfereResposta", passando os parâmetros do item atual.

Os demais blocos de programação seguem uma estrutura parecida, variando apenas a complexidade, como podemos ver na figura 40, o conjunto de blocos referente ao botão *play*, na tela inicial do jogo.

Figura 40 – Conjunto de blocos associados ao botão *play*



Fonte: Elaborado pelo autor.

A programação deste botão envolve as seguintes ações:

- Parar a música que toca na tela de abertura.
- Alterar a visibilidade do organizador vertical que contém a tela inicial para *false* (falso), o que corresponde a esconder a tela inicial do jogo.
- Alterar a visibilidade do organizador vertical que contém a tela de seleção do modo de jogo para *true* (verdadeiro), o que corresponde a exibir a tela de seleção do modo de jogo.
- Alterar a visibilidade dos botões de modo de jogo para *true* (verdadeiro), o que corresponde a exibir na tela esses botões.

Cada conjunto de blocos controla alguma ação específica do jogo, deixaremos apenas esses a título de exemplo.

No tópico a seguir, apresentaremos os critérios utilizados para compor a parte pedagógica do RED Piratas da Matemática.

4.5 Aprendizagem

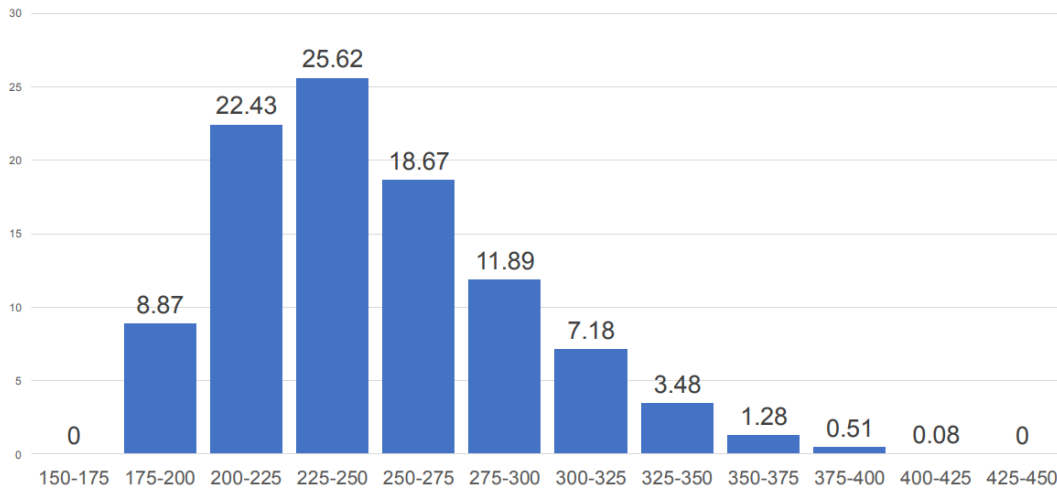
Como a proposta do primeiro modo de jogo é um quiz de matemática, a primeira decisão a tomar dizia respeito a quais conteúdos do currículo de matemática seriam incluídos. Sendo assim, decidiu-se fazer um recorte do currículo, considerando apenas a matriz de referência de matemática do SPAECE da 3^a série. Ainda assim, a quantidade de descritores presentes nesta matriz é razoavelmente grande. Então qual critério utilizar para selecionar determinados descritores dentre esses?

Como discutimos anteriormente, a avaliação externa do SPAECE objetiva avaliar o nível cognitivo dos alunos da rede pública do Ceará. A cada ano, os dados da avaliação do ano anterior são divulgados para que secretarias de educação, escolas e professores possam planejar suas ações com bases nos dados levantados. Sendo assim, para montar a estratégia de recomposição pedagógica de aprendizagens do jogo "Piratas da Matemática", avaliou-se os

resultados estaduais da 2ª série de 2024, tendo em vista que tais alunos pertenceriam, em 2025, na 3ª série do ensino médio da rede estadual.

O gráfico 1 mostra o percentual de alunos pertencentes a 2ª série do ensino médio da rede, distribuídos conforme a proficiência obtida no SPAECE em 2024.

Gráfico 1 – Distribuição das proficiências dos alunos avaliados

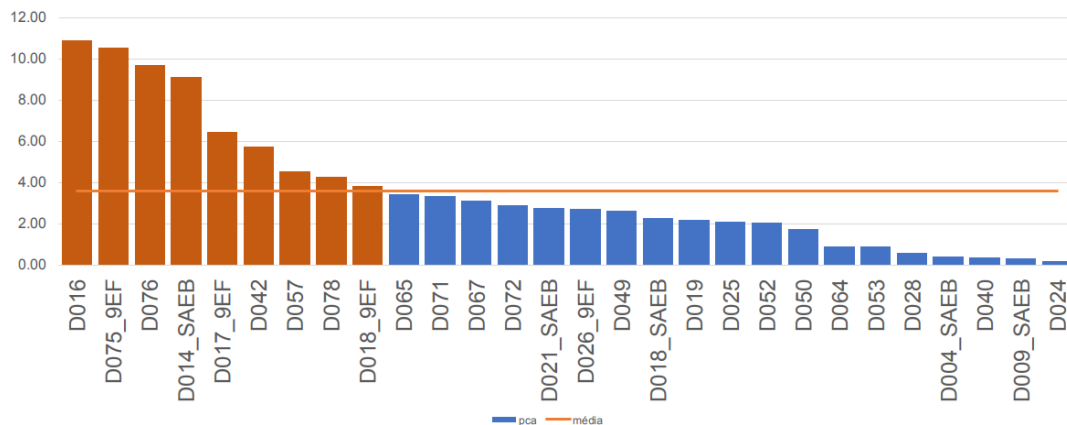


Fonte: Seduc(2025)

Da análise do gráfico nota-se que a maior parte dos alunos que realizaram a prova estão classificados, quanto ao padrão de desempenho, como Crítico, pois apresentam proficiência menor que 259. Além disso, cerca de 57% dos alunos da rede certamente estão também nessa faixa de classificação.

Analisando os 26 itens da prova, a partir da habilidade avaliada pelo mesmo, pode-se verificar a contribuição de cada um deles para o padrão de desempenho final. O gráfico 2 mostra essa informação.

Gráfico 2 – Descritores com maior índice de erros



Fonte: Seduc(2025)

As 9 primeiras habilidades descritas nesse gráfico são:

- D016: Estabelecer relações entre representações fracionárias e decimais dos números racionais.
- D075_9EF: Resolver problema envolvendo informações apresentadas em tabelas ou gráficos.
- D076: Associar informações apresentadas em listas e/ou tabelas aos gráficos que as representam, e vice-versa.
- D014_SAEB: Identificar a localização de números reais na reta numérica.
- D017_9EF: Resolver situação problema utilizando porcentagem.
- D042: Resolver situação-problema envolvendo o cálculo da probabilidade de um evento.
- D057: Identificar a localização de pontos no plano cartesiano.
- D078: Resolver problema envolvendo juros simples.
- D018_9EF: Resolver situação problema envolvendo a variação proporcional entre grandezas direta ou inversamente proporcionais.

Sendo assim, resolveu-se focalizar tais habilidades. Os primeiros desafios do jogo, associados à ilha dos números, estão distribuídos em três *quizzes* que contemplam as seguintes habilidades:

- D016: Estabelecer relações entre representações fracionárias e decimais dos números racionais.

- D014_SAEB: Identificar a localização de números reais na reta numérica.
- D017_9EF: Resolver situação problema utilizando porcentagem.

A escolha destes três descritores como desafios iniciais se deu pelo caráter basilar das habilidades avaliadas por estes, uma vez que tais itens envolvem noções numéricas que o aluno deve construir para alcançar habilidades mais complexas da matriz. Por exemplo, entende-se que para que o aluno possa desenvolver a habilidade D057: Identificar a localização de pontos no plano cartesiano é imprescindível que ele tenha solidificado a habilidade D014_SAEB, que envolve a localização de números na reta numérica.

O percurso do aluno dentro do jogo foi definido com o objetivo de que ele possa construir e solidificar os recursos cognitivos empregados para a solução dos desafios. Cada quiz funciona como um teste do nível de domínio atual do aluno com respeito a uma habilidade. E os mecanismos de revisão visam recompor as aprendizagens essenciais da matriz.

Na sessão seguinte apresentaremos os resultados gerados pela presente pesquisa.

5 RESULTADOS

Dada a natureza da pesquisa, os resultados aqui apresentados dizem respeito ao processo de desenvolvimento do produto educacional. Como primeiro resultado destaca-se o produto final, o jogo "Piratas da Matemática" na sua segunda versão, que pode ser baixado através do link: https://drive.google.com/file/d/11_AINyFP9yFqxqA82o2LoOol1DFdHSaGZ/view?usp=sharing ou através do Qrcode mostrado na figura 41.

Figura 41 – Qrcode para *download* do jogo

PIRATAS DA MATEMÁTICA



BAIXAR APLICATIVO

Fonte: Elaborado pelo autor.

Além disso, foram realizados testes de avaliação do aplicativo, tanto com professores quanto com estudantes. O teste com o grupo de professores de matemática visou avaliar aspectos estéticos, funcionais e pedagógicos do jogo. Enquanto o teste com estudantes visou avaliar o pontencial do jogo na construção do conhecimento e desempenho dos estudantes.

Para levantar os dados com o grupo de docentes utilizou-se um questionário *online* na ferramenta Google Formulários, disponível na íntegra no apêndice A (ver p. 107). As respostas coletadas foram avaliadas de forma quantitativa a partir da configuração do formulário empregado. As opções de respostas foram baseadas na escala de Likert de 5 pontos, a fim de estabelecer o Ranking Médio (RM) e mensurar o grau de concordância dos professores que responderam ao questionário para com as afirmações. Realizou-se a verificação quanto ao nível de concordância, discordância ou neutralidade das questões avaliadas. Para o estabelecimento de um parâmetro quantitativo, definiu-se uma pontuação a cada resposta, como segue: 1 - Discordo totalmente, 2 - Discordo, 3 - Neutro, 4 - Concordo e 5 - Concordo totalmente.

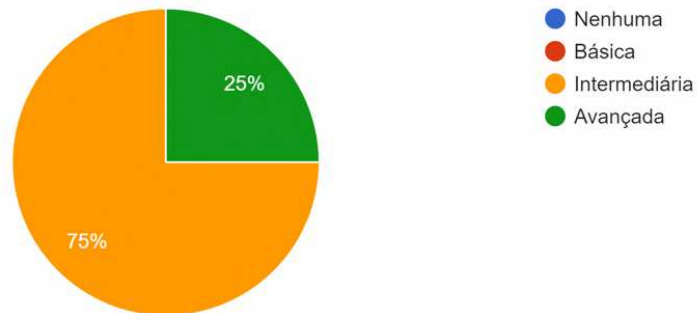
O questionário contou com a participação de 20 professores de matemática com diferentes perfis. Os gráficos 3 e 4 a seguir, provenientes do formulário, mostram os resultados obtidos para as questões levantadas sobre a familiaridade dos entrevistados quanto ao uso de

recursos educacionais digitais em suas aulas.

Gráfico 3 – Familiaridade com o uso de tecnologias educacionais

Experiência com uso de tecnologias educacionais (Nenhuma / Básica / Intermediária / Avançada):

20 respostas

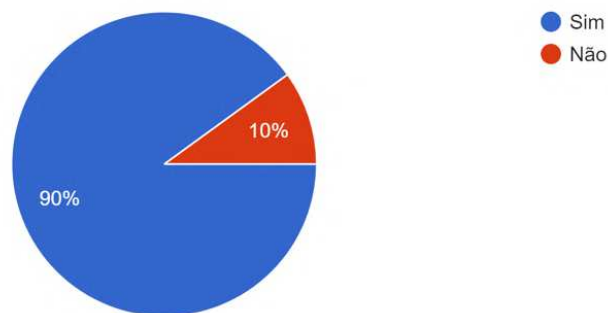


Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 4 – Uso de jogos como recurso didático

Já utilizou jogos digitais em sala de aula?

20 respostas



Fonte: Elaborado pelo autor.

Portanto, todos os 20 entrevistados afirmaram ter experiência com o uso de tecnologias educacionais, dentre os quais 18 já haviam utilizado jogos digitais como recurso didático.

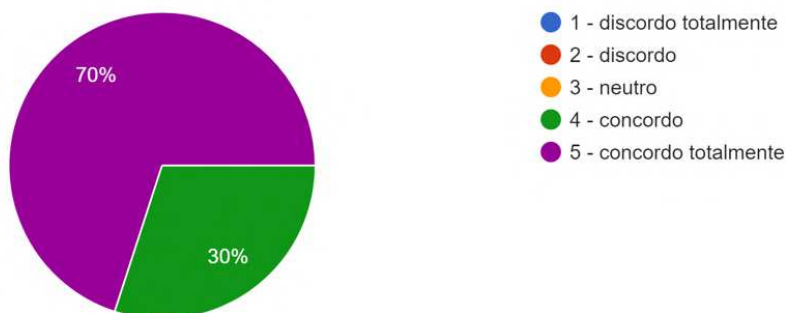
As questões levantadas em seguida tinham como objetivo que os docentes avaliassem aspectos referentes a usabilidade e jogabilidade do jogo, bem como aspectos pedagógicos e de

aprendizagem. Os gráficos 5, 6, 7 e 8 mostram as respostas referentes ao primeiro tópico de usabilidade e jogabilidade.

Gráfico 5 – Navegação e interface do jogo

O jogo possui uma interface intuitiva e de fácil navegação.

20 respostas

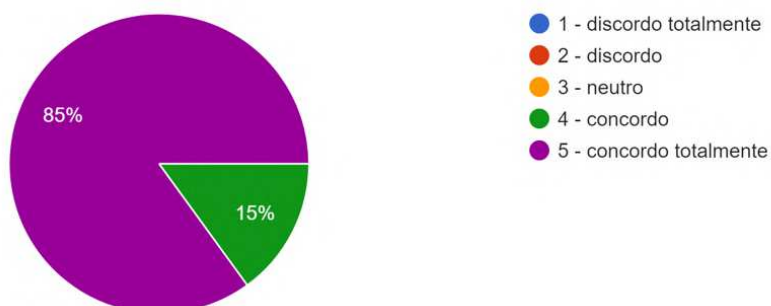


Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 6 – Instruções do jogo

As instruções para uso do jogo estão claras e acessíveis.

20 respostas

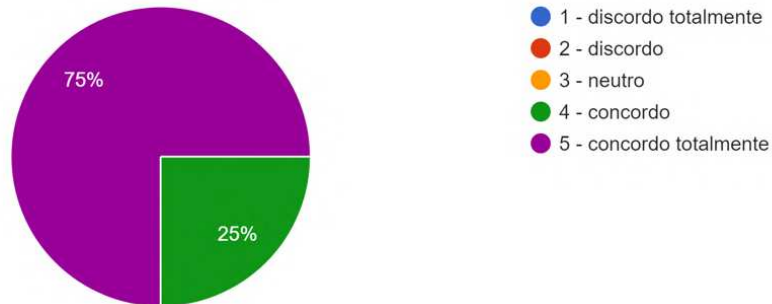


Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 7 – Design visual e sonoro.

O design visual e sonoro é adequado e contribui para a experiência do usuário.

20 respostas

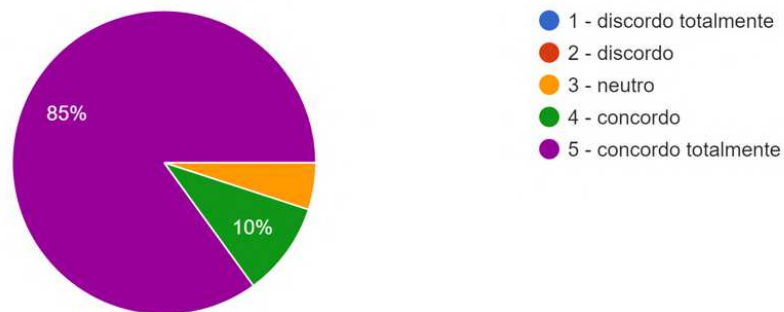


Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 8 – Tempo de resposta do jogo

O tempo de resposta do jogo é satisfatório e não compromete a dinâmica da atividade.

20 respostas



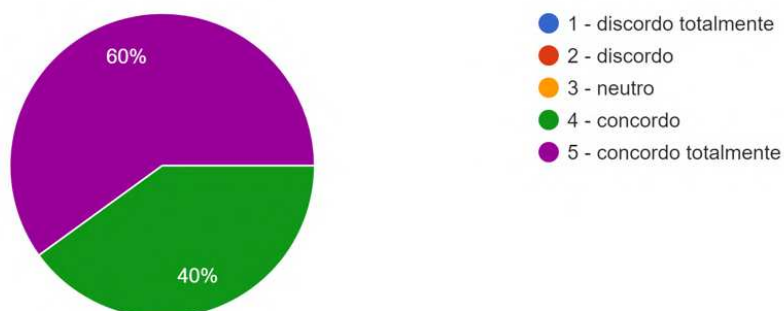
Fonte: Elaborado pelo autor.

Além disso, como fator característico dos jogos educacionais, os aspectos relativos ao processo de ensino-aprendizagem também foram avaliados pelos professores. Os gráficos 9, 10, 11, 12 e 13 apresentam os resultados dessas ponderações.

Gráfico 9 – Adequação do conteúdo ao público-alvo

O nível de desafio apresentado pelo jogo é adequado ao público-alvo (alunos do ensino fundamental/médio).

20 respostas

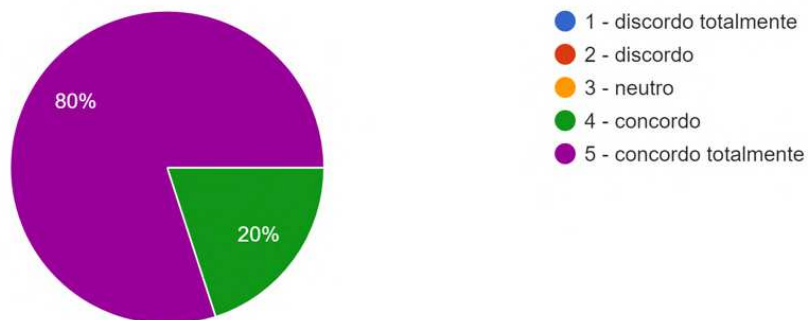


Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 10 – Adequação dos desafios à matriz de referência do SPAECE

O conteúdo abordado no quiz está alinhado aos descritores da matriz do SPAECE.

20 respostas

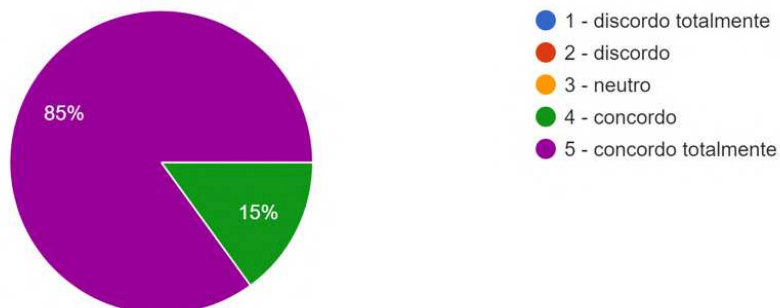


Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 11 – Adequação à proposta de recomposição de aprendizagens

O jogo contribui como proposta de recomposição de aprendizagens essenciais.

20 respostas

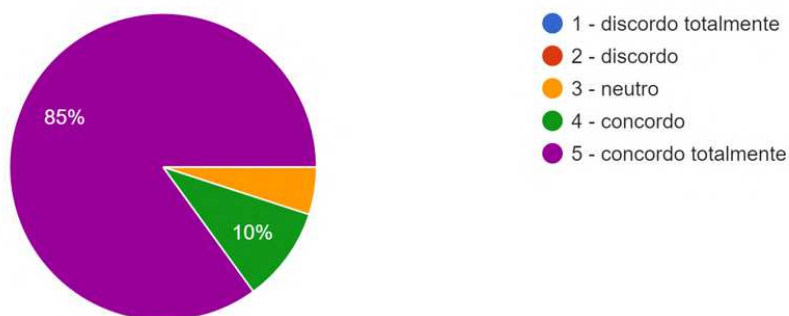


Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 12 – Validade dos métodos de revisão

A proposta de revisão com videoaula é relevante para o processo de aprendizagem.

20 respostas

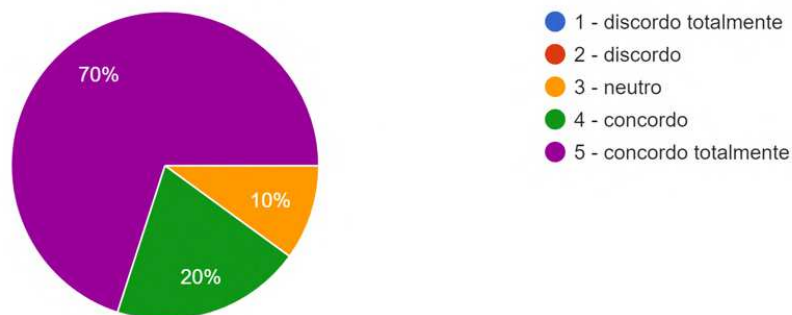


Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 13 – Contribuição do jogo para despertar o interesse

O jogo incentiva o aluno à continuidade dos estudos após a realização do quiz.

20 respostas



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para uma análise mais objetiva das repostas atribuídas pelos professores calculou-se uma média das pontuações associadas as repostas dos entrevistados, conforme a escala Likert de 5 pontos. A fim de obter o ranking médio (RM), considera-se que valores menores que 3 são considerados como discordantes, maiores que 3, como concordantes, e exatamente 3 são considerados neutros. Para exemplificar o cálculo de RM, considere a tabela 5 a primeira questão do formulário:

Quadro 5 – O jogo possui uma interface intuitiva e de fácil navegação

Resposta	Frequência
Concordo Totalmente [5]	14
Concordo [4]	6
Neutro [3]	0
Discordo [2]	0
Discordo Totalmente [1]	0
Ranking Médio (RM)	4,7

O ranking médio (RM) é obtido através da média ponderada dos valores da escala associados a resposta. O valor 4,7 apresentado no quadro acima foi calculado como segue:

$$\text{Ranking Médio (RM)} = \frac{14 \cdot 5 + 6 \cdot 4 + 0 \cdot 3 + 0 \cdot 2 + 0 \cdot 1}{14 + 6 + 0 + 0 + 0} = \frac{94}{20} = 4,7$$

Portanto, o $RM > 3$ obtido nesse caso indica que os entrevistados concordaram com a afirmação: "O jogo possui uma interface intuitiva e de fácil navegação".

O cálculo realizado para o RM das demais perguntas foi totalmente análogo ao exemplo anterior. Os resultados estão indicados no quadro 6 a seguir.

Quadro 6 – RM de cada afirmação feita

Questão	Ranking Médio
O jogo possui uma interface intuitiva e de fácil navegação.	4,7
As instruções para uso do jogo estão claras e acessíveis.	4,85
O design visual e sonoro é adequado e contribui para a experiência do usuário.	4,75
O tempo de resposta do jogo é satisfatório e não compromete a dinâmica da atividade.	4,8
O nível de desafio apresentado pelo jogo é adequado ao público-alvo (alunos do ensino fundamental/médio).	4,6
O conteúdo abordado no quiz está alinhado aos descritores da matriz do SPAECE.	4,8
O jogo contribui como proposta de recomposição de aprendizagens essenciais.	4,85
A proposta de revisão com videoaula é relevante para o processo de aprendizagem.	4,8
O jogo incentiva o aluno à continuidade dos estudos após a realização do quiz.	4,55

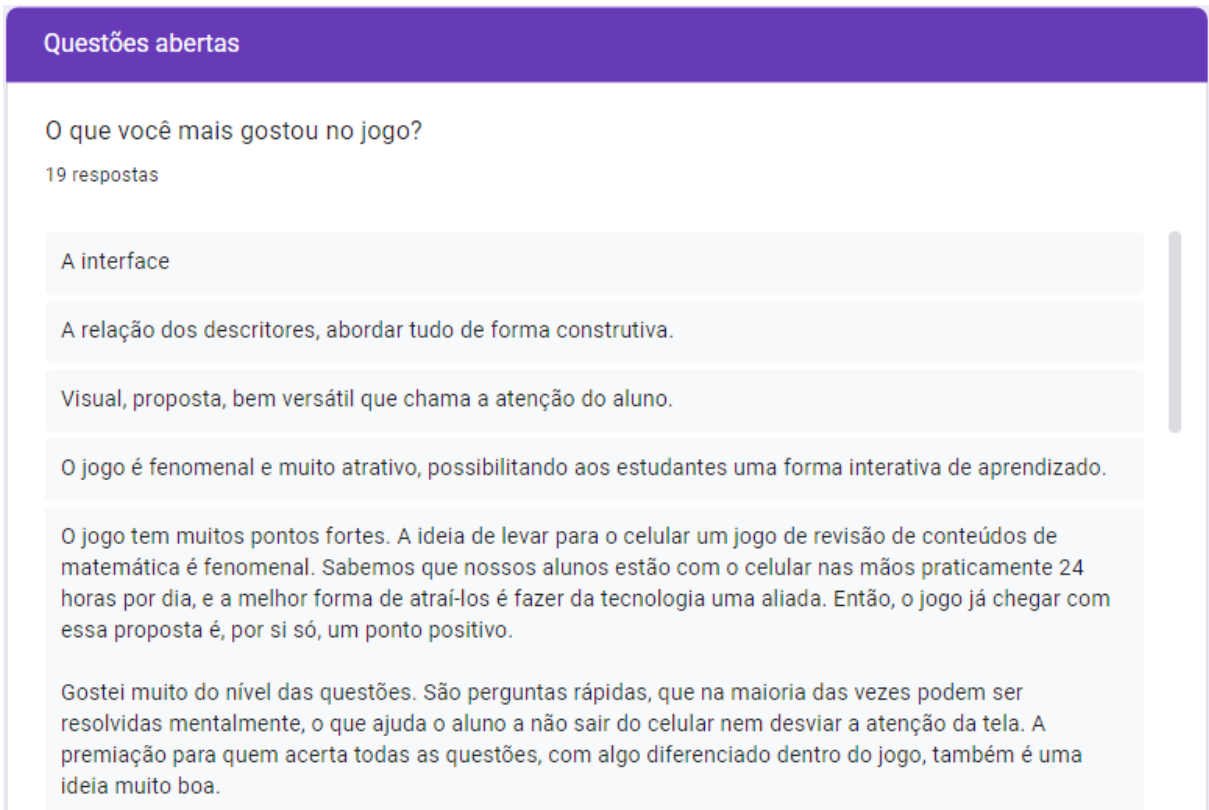
Sendo assim, percebeu-se que os docentes entrevistados mostraram uma tendência de concordância com todas as questões abordadas, o que mostra o potencial pedagógico do jogo para aulas de matemática.

Além das afirmações, o formulário apresentava as seguintes perguntas de resposta aberta:

- O que você mais gostou no jogo?
- Quais aspectos você considera que precisam ser melhorados?
- Você tem sugestões para aprimorar a integração do jogo com práticas pedagógicas em sala de aula?

As respostas dos entrevistados quanto a primeira indagação estão indicadas nas figuras 42 e 43 seguir:

Figura 42 – Resposta aberta: O que você mais gostou no jogo?



Questões abertas

O que você mais gostou no jogo?

19 respostas

A interface

A relação dos descritores, abordar tudo de forma construtiva.

Visual, proposta, bem versátil que chama a atenção do aluno.

O jogo é fenomenal e muito atrativo, possibilitando aos estudantes uma forma interativa de aprendizado.

O jogo tem muitos pontos fortes. A ideia de levar para o celular um jogo de revisão de conteúdos de matemática é fenomenal. Sabemos que nossos alunos estão com o celular nas mãos praticamente 24 horas por dia, e a melhor forma de atraí-los é fazer da tecnologia uma aliada. Então, o jogo já chegar com essa proposta é, por si só, um ponto positivo.

Gostei muito do nível das questões. São perguntas rápidas, que na maioria das vezes podem ser resolvidas mentalmente, o que ajuda o aluno a não sair do celular nem desviar a atenção da tela. A premiação para quem acerta todas as questões, com algo diferenciado dentro do jogo, também é uma ideia muito boa.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 43 – Continuação - Resposta aberta: O que você mais gostou no jogo?

Gostei da criatividade nos nomes dos personagens. Me rendeu boas risadas.

Em alguns momentos, errei de propósito só para ver o que acontecia no jogo – e fiquei encantado ao ver que, quando "morri", apareceu automaticamente uma IA perguntando minhas dúvidas ou oferecendo uma videoaula para que eu pudesse recuperar aquilo que, teoricamente, ainda não tinha aprendido. Realmente espetacular.

Gostei da proposta de revisão com vídeo aula. Ter aulas com a IA.

Da interface do aplicativo e os vídeos explicativos

A interface

As perguntas assume um padrão de fácil, médio e difícil. Gostei

A ideia das missões, a recompensa

O jogo em si, pois ele desafia o aluno a embarcar na jornada utilizando questões que eles precisam dominar para irem bem no SPAFCF

Sim. É bastante divertido

A possibilidade de acumular pontos, o nível dos exercícios, o visual e a forma como as orientações são repassadas.

A metodologia empregada e a facilidade na compreensão do seu uso.

Design do jogo

Do Layout e das perguntas selecionadas a partir dos descritores.

Achei a história muito criativa. Envolver piratas com trocadilhos envolvendo a matemática ficou muito bacana.

Gostei das sugestões de estudos para os estudantes que não estão dominando os descritores trabalhados, seja por vídeo aula, seja por interações com a IA.

Fonte: Elaborado pelo autor.

As figuras 44 e 45 a seguir mostram as respostas da segunda indagação:

Figura 44 – Resposta aberta: Quais aspectos você considera que precisam ser melhorados?

Quais aspectos você considera que precisam ser melhorados?

19 respostas

Inserir mais questões seria excelente.

Formatação do texto das falas, certos textos ficarm muito perto das laterais dos balões, em celulares menores, esses textos podem ficar de difícil visualização.

Eu não sei em que fase o jogo está. Só consegui jogar uma ilha – talvez seja a única disponível até o momento. Mas eu estava louco para testar as outras também. Então, se o jogo for apenas com aquela ilha (dos números), e só depois for aprimorado, tudo bem, desconsidere o que vou falar a seguir. Mas, levando isso em conta, tenho algumas considerações: Não há salvamentos no jogo. Se eu sair do app por qualquer motivo, não consigo voltar de onde parei. Preciso começar do zero. Seria interessante implementar um sistema de progresso, para que o jogador possa retomar de onde parou. Não há uma tecla de voltar. Ao entrar nas questões – seja por engano ou não – você é obrigado a concluir todas as 10 questões para conseguir sair, ou então precisa fechar o app. Um botão de voltar ajudaria bastante na navegação. As dicas só aparecem depois que você clica em uma alternativa, esteja ela certa ou errada. Acho que seria legal se houvesse um botão de dica disponível logo que a questão aparecesse, porque assim o aluno poderia ler a explicação antes de responder, o que o ajudaria a lembrar o conteúdo e evitar perder uma vida por erro. Não gostei do fato de o vídeo explicativo ser de uma professora que não é o meu professor. Se esse app for aplicado pelo meu próprio professor, eu esperaria assistir à aula dele – e não da Giz ou de algum outro youtuber. A identificação com o professor faz toda a diferença.

Poderia ter mais liberdade de escolher o que se quer estudar, por exemplo. Estou querendo estudar geometria plana ou espacial.

Esta disponível em outras plataformas como IOS

Deixar as ilhas bloqueadas na cor cinza (ou preto e branco) no começo do jogo.

A fonte deveria melhorar, já a permissão só celular ou tablet

Alguns textos fora dos balões, uma opção de "voltar" em alguns menus

No momento não tenho conhecimentos suficientes para esse critério.

Divulgação

No futuro, colocar questões de olimpíada

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 45 – Continuação - Resposta aberta: Quais aspectos você considera que precisam ser melhorados?

No futuro, colocar questões de olimpíada

Alguns caracteres ficaram difíceis de entender.

No momento, está tudo perfeito.

A fonte usada nos balões tem uma aparência pixelada, que combina muito bem com o visual retrô e estilo pixel art do jogo. Ela remete a jogos clássicos de RPG de 8 e 16 bits (como os do Super Nintendo), o que é coerente com o cenário e os personagens apresentados. Pontos positivos: Estilo consistente: A fonte combina perfeitamente com a estética retrô do jogo. Personalidade temática: Dá um ar de nostalgia e aventura, reforçando o clima de "história de piratas" em pixel art. Legibilidade razoável: Apesar do estilo pixelado, a leitura ainda está clara – o espaçamento entre letras ajuda. Pontos de atenção: Em telas pequenas ou para alunos com dificuldades visuais, o excesso de pixel pode cansar a leitura. Se o jogo for usado por um público mais jovem ou com baixa visão, talvez uma versão um pouco menos pixelada (mas ainda estilizada) seja ideal. Uniformidade com menus e botões: O botão "Avançar", por exemplo, usa uma fonte comum e sem estilo pixel. Poderia adotar uma estética similar à dos balões, para manter o visual coeso.

Disponibilidade para computador

O robô pirata

Só a opção de quando concluído o desafio aparecer como concluído.

Achei a fonte adequada, mas ficou difícil a leitura, em especial dos diálogos dos personagens do jogo (balões de fala). Tive dificuldade na leitura de algumas palavras, não sei se pelo tamanho da fonte ou a fonte em si.

Acrescentar mais ilhas para se trabalhar mais descritores. Para não tornar o percurso muito extenso essas novas ilhas podem ser uma outra fase do jogo para quando os alunos já dominarem os conteúdos básicos.

Fonte: Elaborado pelo autor.

46. Por fim, quanto a última pergunta os docentes responderam conforme mostra a figura

Figura 46 – Resposta aberta: Você tem sugestões para aprimorar a integração do jogo com práticas pedagógicas em sala de aula?

Você tem sugestões para aprimorar a integração do jogo com práticas pedagógicas em sala de aula?

15 respostas

Uma fase final com questões envolvendo todos os descritores, como se fosse uma revisão. A prova final seria o chefão SPAECE.

Nenhum ponto em destaque, talvez trazer desafios diários ou semanais como o Duolingo.

Seria uma ótima oportunidade para o laboratório de matemática, pois teria mais recursos (como os tablets ou a TV) sem que os alunos usem seus celulares.

Criar um roteiro de aula baseado na sequência do jogo

Upgrade do navio usando as moedas.

Sim, ampliar a possibilidade para notebook, vai facilitar a maior quantidade de alunos em aulas no laboratório.

No momento, não.

Mais estrutura e equipamentos para sua utilização nas escolas, algo que não depende exatamente do jogo

Não.

Uma forma de trocar os pontos acumulados, talvez a possibilidade de incrementar um avatar do jogador

Aplicar a outros conteúdos considerados críticos.

Divulgar o máximo possível, é um belo projeto.

Não

Pelo que entendi, o nosso progresso acaba não ficando salvo. Acho que seria interessante, visto que pra finalizar precisaríamos de muito tempo de uma só vez. Se o processo fosse salvo, o usuário teria possibilidade de terminar em outro momento.

Além da sugestão anterior, o app poderia manter a opção de caça ao tesouro usando o próprio app, afinal o celular/tablet é permitido para práticas pedagógicas.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A análise das respostas confirma a relevância de três pilares já apontados: estética, usabilidade e aderência curricular. A interface foi reiteradamente descrita como intuitiva e atraente, com destaque para a ambientação pirata em pixel-art, considerada “fenomenal” e capaz

de despertar curiosidade imediata nos alunos. A narrativa foi elogiada pela criatividade nos nomes dos personagens e pela proposta de missões que recompensam o avanço, enquanto o design das questões curtas, passíveis de resolução mental e alinhadas aos descritores do SPAECE foi visto como versátil e motivador, sobretudo por permitir que o jogo seja utilizado em sessões rápidas no próprio celular dos estudantes. Alguns professores sublinharam, ainda, o valor agregado de funcionalidades de suporte, como vídeos explicativos e intervenções da IA após erros, interpretando esses recursos como formas eficazes de personalizar a aprendizagem e de promover revisão de conteúdos em tempo real.

Quando questionados sobre aspectos a melhorar, os respondentes convergiram em apontar ajustes operacionais e expansões de conteúdo. Chamou atenção a recorrência de comentários sobre a legibilidade de textos nos balões de fala, especialmente em telas menores. Houve solicitações por botões adicionais, como “voltar”, “salvar progresso” e “dica”, a fim de tornar a navegação mais flexível e evitar a necessidade de reinício do jogo em caso de interrupção. Evidenciou-se, também, interesse por maior liberdade de escolha dos tópicos a estudar, expansão do número de ilhas (para contemplar mais descritores e até questões de olimpíadas) e disponibilização do aplicativo em outras plataformas, como iOS e computadores. Esses apontamentos reforçam a importância de se refinar a experiência do usuário, garantindo acessibilidade, controle de progressão e oferta de percursos personalizados.

As sugestões para integrar o jogo a práticas pedagógicas em sala contemplam tanto estratégias de uso quanto funcionalidades adicionais. Diversos docentes propuseram a criação de um roteiro didático alinhado à sequência das ilhas, culminando em uma “fase final” que reúna todos os descritores, simulando o desafio do SPAECE. Outros recomendaram desafios diários ou semanais, semelhante a outros aplicativos como o “Duolingo”, para manter o engajamento contínuo, além de versões voltadas a laboratórios de informática, com possibilidade de projeção em telas maiores ou utilização em notebooks. Houve, ainda, pedidos por relatórios de desempenho que permitam acompanhar a evolução dos alunos, bem como mecanismos de recompensa tangíveis, como melhoria do navio ou troca de pontos por personalização de avatar, visando reforçar a motivação extrínseca.

Em síntese, os comentários qualitativos reforçam que o “Piratas da Matemática” já apresenta forte apelo visual e alinhamento pedagógico, mas pode passar por ajustes voltados à acessibilidade textual, à gestão de progresso e à ampliação de conteúdos e plataformas. Do ponto de vista didático, os professores enxergam potencial para articular o jogo a sequências de aula estruturadas, avaliações formativas e atividades de longo prazo, o que aponta para a necessidade de incorporar ferramentas de acompanhamento e de diversificar os desafios oferecidos. Esses insumos orientarão as melhorias previstas na continuação deste trabalho, assegurando que as próximas versões do recurso atendam tanto às demandas técnicas quanto às expectativas pedagógicas da comunidade escolar.

Os dados apresentados, originados das opiniões dos professores que testaram o jogo, se encaixam no que denominamos anteriormente como “avaliação do jogo”. Por outro lado,

para abarcarmos a ideia de "avaliação em jogo", isto é, para analisar o impacto do jogo na aprendizagem dos estudantes, foi realizado um experimento com uma turma da 3ª série do ensino médio.

O experimento envolveu a aplicação de um pré-teste e um pós-teste, considerando um grupo de controle e um grupo de estudantes que sofreu intervenção pedagógica através da utilização do jogo entre um teste e outro. Para realizar esse experimento selecionou-se uma turma de 3ª série de uma escola pública estadual, com 24 alunos. Em um primeiro momento, os 24 estudantes foram submetidos a um teste contendo 6 questões relativos ao descritor D16, que corresponde a habilidade de estabelecer relações entre representações fracionárias e decimais dos números racionais, como apresentado no Apêndice B - Pré-teste aplicado aos estudantes. (ver p. 117)

A figura 47 mostra o momento de realização do pré-teste com a turma selecionada.

Figura 47 – Alunos realizando o pré-teste



Fonte: Elaborada pelo autor.

Em um segundo momento, após a realização do pré-teste a turma foi dividida em dois grupos:

- Grupo de controle: alunos que não sofreram intervenção pedagógica através do uso do aplicativo.
- Grupo de teste: alunos que participaram da intervenção pedagógica através do jogo "Piratas da Matemática".

O grupo que participou da intervenção pedagógica foi levado ao laboratório de ciências da escola e fez a utilização do recurso educacional digital, conforme mostra a figura 48.

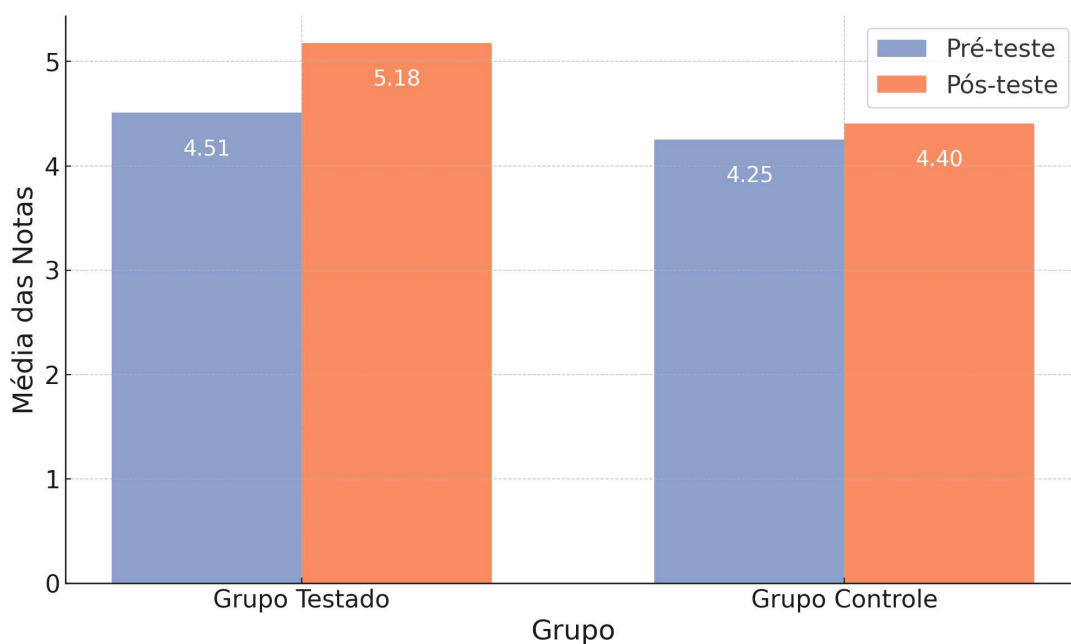
Figura 48 – Alunos utilizando o RED – Piratas da Matemática



Fonte: Elaborada pelo autor.

Por fim, aplicou-se um pós-teste com ambos os grupos e comparou-se a pontuação média obtida por eles antes e depois da intervenção. Buscou-se manter um nível de dificuldade no pós-teste (ver p. 118) o mais próximo possível do pré-teste (ver p. 117). O gráfico a seguir mostra a pontuação média de cada grupo em ambos os testes.

Gráfico 14 – Comparação das médias pré e pós-teste nos grupos controle e experimental



Fonte: Elaborado pelo autor.

Da análise das médias no grupo testado, composto por 10 alunos, verifica-se que a média de notas aumentou de 4,51 no pré-teste para 5,18 no pós-teste, uma variação positiva, indicando o potencial pedagógico do jogo. Vale ressaltar que para uma análise estatística mais precisa seria necessário aplicar o teste com um grupo maior de estudantes. Porém, embora o número de participantes tenha sido reduzido, os dados sugerem que o uso do jogo contribuiu para a consolidação da habilidade trabalhada, além de promover maior engajamento e motivação entre os alunos, conforme observado pelo pesquisador durante a aplicação.

6 CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo principal desenvolver e aplicar um Recurso Educacional Digital (RED) voltado para a recomposição de habilidades essenciais de matemática, com base na matriz de referência do SPAECE, por meio da gamificação e da autorregulação da aprendizagem. O jogo Piratas da Matemática constituiu-se como o produto central dessa proposta, sendo planejado de forma a integrar aspectos pedagógicos e tecnológicos em uma experiência lúdica e significativa para o estudante.

A análise dos resultados obtidos, tanto na avaliação com professores quanto na aplicação com alunos, evidencia que o jogo possui potencial pedagógico relevante. No grupo de estudantes que utilizou o recurso, observou-se um aumento no desempenho em relação ao grupo controle, especialmente na habilidade de converter frações em decimais e vice-versa (descriptor D16). Além disso, a estrutura narrativa, a estética retrô e os elementos de feedback foram bem avaliados, favorecendo o engajamento dos alunos na atividade.

Do ponto de vista metodológico, a integração de mecanismos de autorregulação, como a revisão por meio de vídeos e interações com inteligência artificial, mostrou-se promissora para promover aprendizagens personalizadas. A inclusão de uma versão desplugada do jogo também se revelou uma alternativa viável diante de restrições ao uso de dispositivos móveis em algumas instituições escolares.

Como limitações, destaca-se o tamanho reduzido da amostra estudantil e a concentração em apenas um descritor da matriz de referência. Ainda que os dados obtidos indiquem um efeito positivo, não se pode inferir com significância estatística robusta os impactos do jogo sem uma amostragem maior e um controle mais rigoroso de variáveis externas.

Diante disso, propõe-se como desdobramento desta pesquisa a realização de novos estudos com grupos maiores de estudantes, de forma a permitir a aplicação de testes estatísticos mais precisos para verificar a eficácia do recurso com maior grau de confiança. Além disso, pretende-se ampliar as funcionalidades do jogo Piratas da Matemática, incorporando sugestões dadas pelos professores que o avaliaram e ampliando os quizzes das demais ilhas de conhecimento.

Em suma, esta pesquisa contribui com a discussão sobre o uso de jogos digitais no ensino de matemática, demonstrando que, quando bem planejados, tais recursos podem complementar as aulas tradicionais e promover uma aprendizagem efetiva no ambiente escolar. Os resultados obtidos sinalizam um caminho promissor para a construção de práticas pedagógicas mais inovadoras e personalizadas, e abrem possibilidades concretas para futuras investigações no campo do ensino de matemática mediado por tecnologias digitais.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, Francisco Ellivelton; PONTES, Márcio Matoso de; CASTRO, Juscileide Braga de. A utilização da gamificação aliada às tecnologias digitais no ensino da matemática: um panorama de pesquisas brasileiras. **Revista Prática Docente**, [s. l.], v. 5, n. 3, p. 1593–1611, 2020. Disponível em: <https://periodicos.cfs.ifmt.edu.br/periodicos/index.php/rpd/article/view/421>, Acesso em: 12 mar. 2025.
- BRAGA, Juliana Cristina *et al.* Desafios para o Desenvolvimento de Objetos de Aprendizagem Reutilizáveis e de Qualidade. *In: Workshop de Desafios da Computação aplicada à Educação (DesafIE!)*, 1., 2012. Anais. [s. l.: s. n.], 2012. p. 70–79. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/desafie/article/view/28753>, Acesso em: 15 abr. 2025.
- CEARÁ. Secretaria da Educação. **Boletim Pedagógico de Avaliação da Alfabetização: SPAECE-Alfa 2008**. Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Educação, CAEd, 2008. jan./dez. 2009, Juiz de Fora, publicação anual.
- CEARÁ. Secretaria da Educação. **Boletim Pedagógico de Avaliação da Alfabetização: SPAECE-Alfa 2022**. Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Educação, CAEd, 2022. Juiz de Fora, publicação anual.
- CEARÁ. Secretaria da Educação. **Boletim Pedagógico: Matemática, Ensino Médio: SPAECE – 2014**. Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Educação, CAEd, 2014. Juiz de Fora, publicação anual. A entrada foi alterada, por isso é necessário ajustar a ordem alfabética da lista de referências.
- CEZAROTTO, Matheus Araujo; BATTAIOLA, André Luiz. Estudo comparativo entre modelos de game design para jogos educacionais. **Proceedings of SBGames. Curitiba: SBC**, 2017. Disponível em: <https://sbgames.org/sbgames2017/papers/ArtesDesignFull/175240.pdf>, Acesso em: 15 abr. 2025.
- CIEB. **Estudos 5: Modelos de curadoria de recursos educacionais digitais**. [s. l.: s. n.], 2017. Disponível em: <https://cieb.net.br/wp-content/uploads/2019/04/CIEB-Estudos-5-Modelos-de-curadoria-de-recursos-educacionais-digitais-31>, Acesso em: 10 abr. 2025.
- COSTA, Rosana Gomes; PIEDADE, João Manuel Nunes. Uso do aplicativo MIT App Inventor na aprendizagem de programação: uma revisão sistemática da literatura entre 2011 e 2020. **Intersaberes**, [s. l.], v. 16, n. 37, 2021. Disponível em: <https://www.revistasuninter.com/intersaberes/index.php/revista/article/view/2120>, Acesso em: 19 mar. 2025.
- FARDO, Marcelo Luis. A gamificação aplicada em ambientes de aprendizagem. **Renote**, [s. l.], v. 11, n. 1, 2013. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/41629>, Acesso em: 12

mai. 2025.

FERNANDES, Kleber Tavares et al. Estratégia para especificação de game design a partir da produção textual em sala de aula. **Anais do Computer on the Beach**, [s. l.], v. 11, p. 482–489, 2020. Disponível em: <https://periodicos.univali.br/index.php/acotb/article/view/16811>, Acesso em: 25 mar. 2025.

GODOY, Arlida Schmidt. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de Administração de Empresas**, [s. l.], v. 35, p. 57–63, 1995.

HAYDT, Regina Célia C. **Curso de didática geral**. 1. ed. São Paulo: Ática, 2011.

HITZSCHKY, Rayssa Araújo. **Desenvolvimento de um Recurso Educacional Digital (RED) de língua portuguesa fundamentado na base nacional comum curricular**. 2019. 140 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Programa de Pós-Graduação em Educação, Fortaleza (CE), 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/46088>, Acesso em: 18 mar. 2025.

INEP. **Guia de Elaboração e Revisão de Itens**: Banco Nacional de Itens – Enade. Brasília, DF: INEP, 2010. Disponível em: https://docs.ufpr.br/~aanjos/CE095/guia_elaboracao_revisao_itens_2012_INEP.pdf, Acesso em: 22 mar. 2025.

LEITE, P. ds S.; MENDONÇA, V. G. **Diretrizes para game design de jogos educacionais**. Curitiba: Pontifícia Universidade Católica do Paraná, 2013. Disponível em: <https://www.sbgames.org/sbgames2013/proceedings/artedesign/17-dt-paper.pdf>, Acesso em: 10 abr. 2025.

LUCKESI, Cipriano Carlos. **Avaliação da aprendizagem escolar**: estudos e proposições. 19. ed. São Paulo: Editora Cortez, 2008.

LUCKESI, Cipriano Carlos. **Avaliação da aprendizagem**: visão geral. *In*: ENTREVISTA concedida ao Jornalista Paulo Camargo, São Paulo, publicado no caderno do Colégio Uirapuru, Sorocaba, estado de São Paulo, por ocasião da Conferência: Avaliação da Aprendizagem na Escola, Colégio Uirapuru, Sorocaba, SP. [s. l.: s. n.], 2005. v. 8, p. 31. Disponível em: http://www.ia.ufrj.br/ppgea/conteudo/conteudo-2009-2/Educacao-MII/2SF/Nadia/3-Art_avaliacao_entrev.pdf, Acesso em: 10 mar. 2025.

MARTINS, Cristina; GIRAFFA, Lucia Maria Martins. Gamificação nas práticas pedagógicas: teorias, modelo e vivências. **Education**, [s. l.], v. 4, n. 2, p. 6, 2015. Disponível em: <https://www.tise.cl/volumen11/TISE2015/42-53.pdf>, Acesso em: 16 mar. 2025.

MATTAR, João. **Games em educação**: como os nativos digitais aprendem. [s. l.]: São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

MORÁN, José. Mudando a educação com metodologias ativas. *In*: SOUZA, Carlos Alberto; MORALES, Ofelia Elisa Torres (org.) **Convergências midiáticas, educação e cidadania: aproximações jovens**. Ponta Grossa: UEPG, 2015. (Coleção Mídias Contemporâneas, v. 2). p. 15–33. Disponível em: <https://maiscursoslivres.com.br/cursos/d0a627550506c7ef944ba7a706ac3b19.pdf>, Acesso em: 25 abr. 2025.

NOVAK, Jeannie. **Desenvolvimento de games**. [s. l.]: Cengage Learning, 2011.

OLIVEIRA, Rháleff NR et al. Pro-AvaliaJS: Protocolo para planejamento e execução da avaliação da reação e aprendizagem de jogos sérios. *In*: **Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)**. SBC, 2022. p. 517-527. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/sbie/article/view/22436>, Acesso em: 11 mai. 2025.

PERRENOUD, Philippe. Avaliação: da excelência à regulação das aprendizagens-entre duas lógicas. *In*: **Avaliação: da excelência à regulação das aprendizagens-entre duas lógicas**. 1999. p. 183-183.

RABELO, Mauro Luiz. **Avaliação educacional: fundamentos, metodologia e aplicações no contexto brasileiro**. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Matemática, 2013. (Profmat, 10).

RODRIGUES, Ana Paula; NETTO, Carla. Gamificação: a aplicabilidade como estratégia didática e construção do conhecimento de forma lúdica. **Revista Panorâmica Online**, [s. l.], v. 37, 2022.

SILVA, Jamille Anderson Luiz; OLIVEIRA, Fábio Cristiano Souza; MARTINS, Danielle Juliana Silva. Storytelling e gamificação como estratégia de motivação no ensino de programação com Python e Minecraft. **SBC–Proceedings of SBGames**, 2017. Disponível em: <https://www.sbgames.org/sbgames2017/papers/CulturaShort/174214.pdf>, Acesso em: 24 mai. 2025.

SILVA, Laiane Tairyme Coelho da; ALVES, Fábio José Costa da; PEREIRA, Cinthia Cunha Maradei. **Desenvolvimento de aplicativo no App Inventor 2: Quiz das Equações**. 2022. Produto Educacional - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática, Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Matemática da Universidade do Estado do Pará, Pará, 2022. Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/718067/1/Livro%20Laiane.pdf>, Acesso: 20 abr. 2025.

SOBRAL, Adriana Eufrásio Braga. Avaliação da aprendizagem e o ensino de matemática. *In*: Congresso Internacional em Avaliação Educacional., 3., Fortaleza, 16-18 nov. 2006. **Anais [...]** Fortaleza: Imprensa Universitária, 2006. p. 3-17. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/37502>, Acesso em: 11 mar. 2025.

APÊNDICE A – Questionário destinado aos professores

05/06/2025, 18:46

Avaliação do jogo - Piratas da Matemática

Avaliação do jogo - Piratas da Matemática

* Indica uma pergunta obrigatória

1. Nome:

2. Área de atuação:

3. Experiência com uso de tecnologias educacionais (Nenhuma / Básica / Intermediária / Avançada):

Marcar apenas uma oval.

- Nenhuma
 Básica
 Intermediária
 Avançada

4. Já utilizou jogos digitais em sala de aula?

Marcar apenas uma oval.

- Sim
 Não

Avaliação da Usabilidade e Jogabilidade

05/06/2025, 18:46

Avaliação do jogo - Piratas da Matemática

5. O jogo possui uma interface intuitiva e de fácil navegação. *

Marcar apenas uma oval.

- 1 - discordo totalmente
- 2 - discordo
- 3 - neutro
- 4 - concordo
- 5 - concordo totalmente

6. As instruções para uso do jogo estão claras e acessíveis. *

Marcar apenas uma oval.

- 1 - discordo totalmente
- 2 - discordo
- 3 - neutro
- 4 - concordo
- 5 - concordo totalmente

7. O design visual e sonoro é adequado e contribui para a experiência do usuário. *

Marcar apenas uma oval.

- 1 - discordo totalmente
- 2 - discordo
- 3 - neutro
- 4 - concordo
- 5 - concordo totalmente

05/06/2025, 18:46

Avaliação do jogo - Piratas da Matemática

8. O tempo de resposta do jogo é satisfatório e não compromete a dinâmica da atividade. *

Marcar apenas uma oval.

- 1 - discordo totalmente
- 2 - discordo
- 3 - neutro
- 4 - concordo
- 5 - concordo totalmente

Avaliação Pedagógica e de Aprendizagem

9. O nível de desafio apresentado pelo jogo é adequado ao público-alvo (alunos do ensino fundamental/médio).

Marcar apenas uma oval.

- 1 - discordo totalmente
- 2 - discordo
- 3 - neutro
- 4 - concordo
- 5 - concordo totalmente

10. O conteúdo abordado no quiz está alinhado aos descritores da matriz do SPAECE.

Marcar apenas uma oval.

- 1 - discordo totalmente
- 2 - discordo
- 3 - neutro
- 4 - concordo
- 5 - concordo totalmente

05/06/2025, 18:46

Avaliação do jogo - Piratas da Matemática

11. O jogo contribui como proposta de recomposição de aprendizagens essenciais.

Marcar apenas uma oval.

- 1 - discordo totalmente
- 2 - discordo
- 3 - neutro
- 4 - concordo
- 5 - concordo totalmente

12. A proposta de revisão com videoaula é relevante para o processo de aprendizagem.

Marcar apenas uma oval.

- 1 - discordo totalmente
- 2 - discordo
- 3 - neutro
- 4 - concordo
- 5 - concordo totalmente

13. O jogo incentiva o aluno à continuidade dos estudos após a realização do quiz.

Marcar apenas uma oval.

- 1 - discordo totalmente
- 2 - discordo
- 3 - neutro
- 4 - concordo
- 5 - concordo totalmente

Avaliação Global e Satisfação

05/06/2025, 18:46

Avaliação do jogo - Piratas da Matemática

14. De 1 a 10, qual o seu nível de satisfação geral com o jogo? *

Marcar apenas uma oval.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

15. De 1 a 10, qual a probabilidade de você utilizar ou recomendar este jogo para outros professores utilizarem em suas aulas? *

Marcar apenas uma oval.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

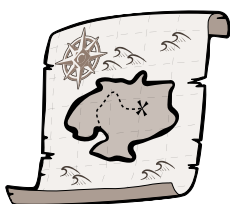
Questões abertas

16. O que você mais gostou no jogo?

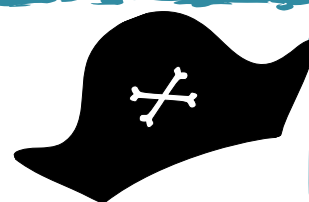
17. Quais aspectos você considera que precisam ser melhorados?

18. Você tem sugestões para aprimorar a integração do jogo com práticas pedagógicas em sala de aula?

APÊNDICE B – Instruções para a atividade de caça ao tesouro



Instruções ao professor



Cara(o) capitã(o)! Seja bem-vindo(a) a essa aventura! O texto abaixo contém algumas instruções de aplicação da atividade, bem como considerações pedagógicas.

Essa versão do jogo Piratas da Matemática contempla as habilidades essenciais da matriz de referência do SPARECE. O jogo consiste em uma dinâmica de caça ao tesouro da matemática pautada sobre os princípios da aprendizagem cooperativa.

PASSO A PASSO

PREPARANDO O TERRENO

1) Primeiramente o professor deve espalhar pelo ambiente da escola os cartões dos desafios que serão resolvidos pelos estudantes.

Para baixá-los acesse o link:

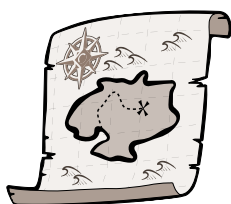
2) Em seguida, deve dividir os estudantes em equipes e distribuir seus papéis.

IMPORTANTE (Divisão dos papéis)

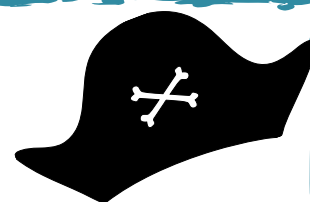
Cara(o) capitã(o)! O caça ao tesouro do jogo piratas da matemática é uma atividade de gamificação com elementos de aprendizagem cooperativa. Sendo assim, é importante que ao dividir as equipes cada um dos estudantes receba um papel bem definido a realizar.

A sugestão que fornecemos é que cada grupo contenha 4 integrantes, que se dividem nos seguintes papéis:





Instruções ao professor



1) **Marinheiro(a) da Ordem:** Responsável por zelar pelo bom comportamento da equipe durante a realização da atividade.

2) **Marinheiro da Caçada:** Responsável por procurar os desafios espalhados pelo ambiente.

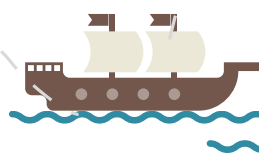
3) **Marinheiro escriba:** Responsável por registrar os cálculos realizados na folha de cálculo.

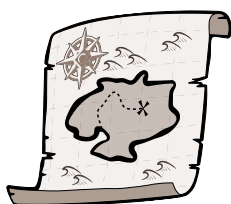
5) **Marinheiro Orador:** Responsável por expor as soluções encontradas. (Essa etapa pode ocorrer em um momento posterior, em sala de aula).

OBS: Apesar de haver um papel específico para registrar os cálculos, a atividade deve ser realizada conjuntamente.

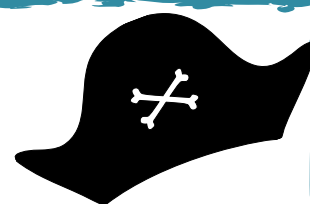
QUE COMECEM OS JOGOS...

Nesse momento, após a preparação do terreno, a atividade deve iniciar.





Instruções ao professor



Com as equipes devidamente posicionadas, e com os papéis atribuídos, o professor deve dar o sinal para que os marinheiros da caçada de cada equipe possam sair em busca dos desafios que foram espalhados previamente.

No momento em que o marinheiro da caçada encontrar um dos espalhados pelo ambiente, ele deve verificar o número do mesmo e certificar-se de que o desafio ainda não foi resolvido pela equipe. Caso a equipe ainda não tenha resolvido esse desafio, ele deve destacar o papel do local onde foi colado e retornar à mesa onde sua equipe se encontra.

Nesse momento, todos os integrantes da equipe devem pensar em uma solução para o problema. Após finalizar, o marinheiro da caçada retorna à busca pelo desafio.

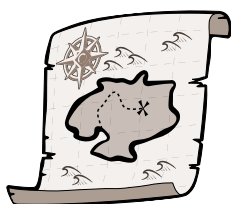
Essa dinâmica deve se repetir até que uma das equipes tenha encontrado e resolvido todos os desafios propostos. Após a conclusão, a equipe deve sinalizar ao professor e aguardar a conclusão das demais equipes.

MAIS CONSIDERAÇÕES AO PROFESSOR

Para deixar a disputa mais empolgante, o professor pode oferecer pontuações decrescentes de acordo com a ordem que as equipes finalizam a atividade.

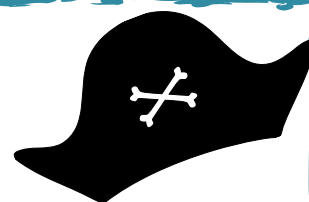
Além disso, como um dos objetivos principais da gamificação é o engajamento, o professor pode pensar em outros prêmios que poderão gerar ainda mais engajamento nos estudantes.





Diário de Bordo

Folha de Cálculos



Identificação da equipe

Marinheiro da ordem: _____

Marinheiro da caçada: _____

Marinheiro escriba: _____

Marinheiro orador: _____

Marinheiro escriba, registre aqui os cálculos realizados e entregue ao capitão.

Desafio 1

Desafio 2

Desafio 3

Desafio 4

Desafio 5

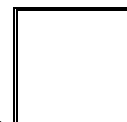
Desafio 6

Desafio 7

Desafio 8

APÊNDICE C – Pré-teste aplicado aos estudantes

Aluno(a): _____



Pré-teste

Descritor D16: Estabelecer relações entre representações fracionárias e decimais dos números racionais.

Questão 1

O número decimal correspondente à fração $\frac{5}{2}$ é:

- (A) 0,2 (B) 0,5 (C) 2,5 (D) 5,2

Questão 2

Em uma gincana, Lara completou $\frac{3}{5}$ das tarefas.

Qual é a representação decimal dessa fração?

- (A) 0,6 (B) 0,5 (C) 0,4 (D) 0,3

Questão 3

A professora distribuiu uma barra de chocolate igualmente entre 4 alunos. Cada um recebeu:

- (A) 0,25 (B) 0,40 (C) 0,50 (D) 0,75

Questão 4

Qual das alternativas abaixo corresponde à fração de 0,2?

- (A) $\frac{1}{2}$ (B) $\frac{2}{10}$ (C) $\frac{1}{3}$ (D) $\frac{3}{10}$

Questão 5

De um refrigerante de 2 litros consumiu-se 0,8 litro. A fração que representa a parte consumida é:

- (A) $\frac{2}{5}$ (B) $\frac{4}{5}$ (C) $\frac{6}{5}$ (D) $\frac{8}{5}$

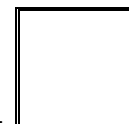
Questão 6

O número decimal 0,125 corresponde a qual das frações abaixo?

- (A) $\frac{1}{8}$ (B) $\frac{3}{8}$ (C) $\frac{5}{8}$ (D) $\frac{7}{8}$

APÊNDICE D – Pós-teste aplicado aos estudantes

Aluno(a): _____

**Pós-teste**

Descritor D16: Estabelecer relações entre representações fracionárias e decimais dos números racionais.

Questão 1

O número decimal correspondente à fração $\frac{3}{2}$ é:

- (A) 0,2 (B) 0,3 (C) 1,5 (D) 3,2

Questão 2

Em uma gincana, Sarah completou $\frac{4}{5}$ das tarefas.

Qual é a representação decimal dessa fração?

- (A) 0,4 (B) 0,5 (C) 0,6 (D) 0,8

Questão 3

Um terreno foi dividido igualmente entre 10 herdeiros. A parte que cada um recebeu em forma decimal foi:

- (A) 0,1 (B) 0,2 (C) 0,25 (D) 0,5

Questão 4

Qual das alternativas abaixo corresponde à fração de 0,6?

- (A) $\frac{1}{6}$ (B) $\frac{6}{10}$ (C) $\frac{1}{3}$ (D) $\frac{3}{10}$

Questão 5

Foram consumidos 0,4 litros de água de uma garrafa com 2 litros. Qual fração representa a quantidade consumida?

- (A) $\frac{2}{5}$ (B) $\frac{4}{5}$ (C) $\frac{6}{5}$ (D) $\frac{8}{5}$

Questão 6

O número decimal 0,375 corresponde a qual das frações abaixo?

- (A) $\frac{1}{8}$ (B) $\frac{3}{8}$ (C) $\frac{5}{8}$ (D) $\frac{7}{8}$