

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO
BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

EDGARD SCHIMIDTT DE PAULA

JOGO DIGITAL PARA DISPOSITIVOS MÓVEIS NA ÁREA DE
ENSINO DE MATEMÁTICA

BAURU - SP

2021

EDGARD SCHIMIDTT DE PAULA

**JOGO DIGITAL PARA DISPOSITIVOS MÓVEIS NA ÁREA DE
ENSINO DE MATEMÁTICA**

Trabalho de Conclusão de Curso do Curso de
Bacharelado em Ciência da Computação da
Universidade Estadual Paulista “Júlio de
Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências, campus
Bauru.

Orientador: Prof. Dr. Wilson Massashiro
Yonezawa

BAURU

2021

P324j	Paula, Edgard Schmidtt de Jogo digital para dispositivos móveis na área de ensino de matemática / Edgard Schmidtt de Paula. -- Bauru, 2021 103 f. : il., tabs. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Ciência da Computação) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências, Bauru Orientador: Wilson Massashiro Yonezawa 1. Jogos na educação. 2. Jogos digitais. 3. Game Design. 4. Godot Engine. 5. Operações básicas matemáticas. I. Título.
-------	--

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências, Bauru. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

EDGARD SCHIMIDTT DE PAULA

JOGO DIGITAL PARA DISPOSITIVOS MÓVEIS NA ÁREA DE ENSINO DE MATEMÁTICA

Trabalho de Conclusão de Curso do Curso de
Bacharelado em Ciência da Computação da
Universidade Estadual Paulista “Júlio de
Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências, campus
Bauru.

Orientador: Prof. Dr. Wilson Massashiro
Yonezawa

BANCA EXAMINADORA

Prof^o. Dr^o. Wilson Massashiro Yonezawa (Orientador)

Departamento de Computação
Faculdade de Ciências – Unesp/Bauru

Prof^a. Dr^a. Simone Domingues Prado

Departamento de Computação
Faculdade de Ciências – Unesp/Bauru

Prof^a. Dr^a. Andrea Carla Gonçalves Vianna

Departamento de Computação
Faculdade de Ciências – Unesp/Bauru

Bauru, 20 de Julho de 2021.

*Dedico esse trabalho aos meus alunos.
Foi uma honra conhecer e compartilhar com
você um pouco do que sei e do que sou.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente meus pais, Luiz Alfredo e Sibebe.

Por serem meus professores e exemplos de vida, por colocarem sempre a educação acima de tudo e por me apoiarem e incentivarem em todas as minhas decisões. Esse trabalho é uma forma de registrar e retribuir todo o seu amor e carinho, estendo esse agradecimento à minha irmã Verônica e a toda minha família.

Agradeço a minha parceira e companheira Andressa por tornar toda essa jornada mais suave, por tantas vezes levantar minha cabeça e me fazer enxergar melhor os meus objetivos. Obrigado por estar presente em tantos momentos.

Agradeço também a todos os meus professores e professoras que fizeram parte dessa caminhada. Em especial a dois grandes educadores, meu orientador Prof^o Wilson que aceitou esse desafio, que me guiou e me incentivou durante todo o desenvolvimento deste trabalho. E a Prof^a Andrea por ser uma excelente profissional e educadora, por não desistir de mim e me incentivar sempre, como professora, coordenadora e tutora.

Aos amigos que dividiram comigo o mesmo lar durante a graduação e colaboraram para que essa caminhada fosse tranquila. Em especial para Henrique, Felipe, Francisco, Marcos, Rafael, Rodrigo, Rômulo, Thiago, Thomaz e, claro, a Fátima, por trazer a sua luz em todas as nossas manhãs.

Agradeço ao Cursinho Principia, onde me descobri professor de matemática. Tive o prazer de participar e conhecer de perto um projeto de extensão, compreendendo todo seu impacto na comunidade.

Aos amigos que fiz e conheci através da música, aos colegas da RST, Naumteria, Malaka, G.R.E.S Acadêmicos da Cartola e outros grupos onde pude expressar e compartilhar o meu amor pela música durante a graduação.

Por fim, a todas as pessoas que passaram pela minha jornada. Seja como aluno, como colega de classe, músico ou de qualquer outra forma, vocês estão todos marcados e registrados nessa história.

*A matemática deve ser útil.
Não nos esqueçamos, porém, de que essa ciência é,
acima de tudo, uma mensagem de sabedoria e beleza.*

- Malba Tahan, “O Homem que Calculava”

RESUMO

Novos conceitos científicos e novas tecnologias estão cada vez mais presentes na atualidade, consequentemente aumentando a complexidade do que se é ensinado nas escolas. O problema que o trabalho apresenta é que as ferramentas utilizadas no ensino precisam acompanhar esses avanços e precisam atualizar o ambiente escolar, de forma a atrair a atenção dos alunos na participação em atividades e no desenvolvimento das suas habilidades. A trajetória do trabalho acompanha a evolução do ensino até os dias atuais e, seguindo as normas da educação, implementa uma atividade didática digital similar ao jogo de dominó. A atividade exercita as operações básicas matemáticas de adição e multiplicação ao adicionar esses elementos na mecânica do jogo. Para o desenvolvimento, o trabalho contou com o estudo e uso do motor de jogo Godot Engine e de técnicas de projeto e design de jogos digitais como o uso de diagramas e documentos descritivos. Para validar o uso da atividade na sua versão digital, foi realizada uma pesquisa com professores da área questionando as suas experiências e algumas das características adotadas no jogo.

PALAVRAS-CHAVE: Jogos Digitais; Jogos na Educação; Godot Engine; Operações Básicas Matemáticas; *Game Design*.

ABSTRACT

In the present time, new scientific concepts and new technologies are becoming more and more present, thus causing the rise in complexity of what is taught in the schools. The problem presented here is that the tools used in education need to keep up with these advances and need to update the scholar environment in a way that attracts the attention of the students on participating in activities and developing their abilities. The trajectory of the study goes along the evolution of teaching until today and, following the current education standards, implements an educational activity similar to the domino game. The activity exercises the elementary arithmetic operations of addition and multiplication while inserting them in the game mechanic. For the development, the study and use of the Godot game engine and techniques of game and software design, as the use of diagrams and descriptive documentations. To validate the use of the educational activity in the digital form, a survey with teachers in these fields was made, questioning their experiences and some of the features adopted in the game.

KEYWORDS: Digital Games; Games in Education; Godot Engine; Elementary arithmetic operations; Game Design.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	-	Atividade dos Docentes em tempos de Pandemia.....	19
Figura 2	-	Efeito da suspensão das aulas presenciais nos alunos.....	19
Figura 3	-	Linha do tempo da Fundamentação Teórica.....	23
Figura 4	-	Evolução das peças de dominó.....	27
Figura 5	-	O Jogo dos Blocos.....	28
Figura 6	-	Gráfico Flow nos Jogos (Desafio x Habilidade).....	31
Figura 7	-	Esquema do projeto.....	32
Figura 8	-	Atividade 5.2 - Dominó da Adição.....	35
Figura 9	-	Atividade 12.2 - Dominó da Multiplicação.....	36
Figura 10	-	Aba de criação de <i>Node</i>	39
Figura 11	-	<i>Scene</i> com <i>Nodes</i> pertencendo à raiz “ <i>Player</i> ”.....	40
Figura 12	-	Funcionamento das Cenas e Instanciamento de cenas.....	40
Figura 13	-	<i>Signals</i> em um Nó do tipo <i>Button</i>	41
Figura 14	-	Interface da Godot.....	42
Figura 15	-	Captura de tela de uma partida HearthStone <i>Desktop</i>	44
Figura 16	-	Captura de tela de uma partida HearthStone <i>Mobile</i>	44
Figura 17	-	Captura de tela de uma partida UNO <i>Mobile</i>	45
Figura 18	-	Comparativo na disposição das peças.....	47
Figura 19	-	Esboço da tela do jogo.....	48
Figura 20	-	Esboço da tela do jogo com elementos do HUD.....	49
Figura 21	-	Troca de informações entre Servidor-Cliente durante o jogo.....	50
Figura 22	-	Demonstração do <i>Websocket Multiplayer</i>	51
Figura 23	-	Diagrama de estados do menu principal.....	53
Figura 24	-	Diagrama de estados da tela do jogo.....	55

Figura 25 - Diagrama de Classes e Funções Principais.....	58
Figura 26 - Primeira página do SGDD.....	60
Figura 27 - Segunda página do SGDD.....	61
Figura 28 - Terceira página do SGDD.....	62
Figura 29 - Quarta página do SGDD.....	63
Figura 30 - Projeto Godot e Menu Principal.....	64
Figura 31 - Tela do Jogo da Adição.....	64

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	-	Comparativo de preços e formatos de exportação dos motores de jogo.....	38
Quadro 2	-	Comparativo dos jogos de Dominó na Google Play Store.....	46
Quadro 3	-	Resumo das respostas referentes ao jogo.....	67

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

2D	Duas dimensões
3D	Três dimensões
ACM	<i>Association for Computing Machinery</i>
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CA	Califórnia
Co	<i>Corporation</i> - Corporação
EF	Ensino Fundamental
EMAI	Educação Matemática nos Anos iniciais do Ensino Fundamental
EUA	Estados Unidos da América
GBL	<i>Game-based Learning</i>
GDD	<i>Game Design Document</i> - Documento descritivo do jogo
HUD	<i>Heads-up display</i> - Informações representadas na tela
LLC	<i>Limited Liability Company</i> - Sociedade Limitada (EUA)
Ltd	<i>Private Company Limited by Shares</i> - Sociedade Limitada
MacOS	<i>Macintosh Operating System</i>
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
PS	<i>PlayStation</i>
SGDD	<i>Serious Game Design Document</i> - Documento descritivo de jogos sérios
WA	Washington

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	PROBLEMA	16
1.1.1	No ensino de matemática	16
1.1.2	No ensino em tempos de pandemia	17
1.2	JUSTIFICATIVA	20
1.3	OBJETIVOS	21
1.3.1	Objetivo geral	22
1.3.2	Objetivos específicos	22
1.4	DIVISÃO DO TRABALHO	22
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	23
2.1	O ENSINO DE MATEMÁTICA	23
2.1.1	A Base Nacional Comum Curricular e o ensino nos anos iniciais	24
2.1.2	A matemática e os computadores	25
2.2	A HISTÓRIA DOS JOGOS	26
2.2.1	Jogos de tabuleiro e jogos de mesa	27
2.2.2	O Dominó	27
2.2.3	Jogos digitais	29
2.2.4	Motores de jogo	29
2.3	JOGOS DIGITAIS NA EDUCAÇÃO	30
2.3.1	<i>Flow</i>	31
3	METODOLOGIA	32
3.1	ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	32
3.2	APROFUNDAMENTO TEÓRICO	33
3.2.1	Atividade “Dominó das Operações”	33
3.2.2	Ferramenta <i>Godot Engine</i>	37
3.2.2.1	Escolha da ferramenta de desenvolvimento	37
3.2.2.2	Funcionamento da <i>Godot Engine</i>	39
3.2.2.3	Conclusão	42
3.3	PROJETO E DESENVOLVIMENTO	43
3.3.1	Planejamento	43
3.3.2	Projeto de <i>Software</i>	50
3.3.2.1	Comunicação	50
3.3.2.2	Fluxo de atividades	51
3.3.2.3	Diagrama de Estados	52
3.3.2.4	Diagrama de Classes	57
3.3.3	SGDD - <i>Serious Game Design Document</i>	59

3.3.4	Protótipo	64
3.4	AVALIAÇÃO (QUESTIONÁRIO)	65
3.4.1	Resultados do questionário	65
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	69
4.1	TRABALHOS FUTUROS	70
	REFERÊNCIAS	71
	APÊNDICE 1 - GODOT (PRIMEIROS PROTÓTIPOS)	74
	APÊNDICE 2 - DESIGN VISUAL (<i>LOOK AND FEEL</i>)	75
	APÊNDICE 3 - QUESTIONÁRIO	77
	APÊNDICE 4 - QUESTIONÁRIO (RESPOSTAS)	87
	ANEXO 1 - ATIVIDADE DOMINÓ (ADIÇÃO)	98
	ANEXO 2 - ATIVIDADE DOMINÓ (MULTIPLICAÇÃO)	99
	ANEXO 3 - <i>GAME DESIGN DOCUMENT TEMPLATE</i>	100

1 INTRODUÇÃO

Ensinar matemática é uma prática desafiadora e necessária, presente na história do ser humano como ser pensante desde os primórdios. Para compreender a necessidade de um ensino didático, atualizado e contextualizado deve-se conhecer a história e a trajetória deste. Acompanhando essa trajetória percebi que existem dois elementos em duas linhas do tempo distintas: A linha do tempo do ensino e a linha do tempo da matemática como ciência.

A primeira aborda toda a evolução do ensino, que consequentemente envolve o ensino da matemática, e a segunda, toda a evolução das teorias da computação e da tecnologia, o trabalho busca apresentar uma alternativa que as aproxime por meio dos jogos digitais. A ideia é utilizar a computação, fruto da matemática, como um meio atualizado para ensinar.

Ao longo do trabalho será discutida a relação atual entre as crianças e a tecnologia, e como ela pode fazer parte do processo de ensino. Para isso discutirei sobre todos os tópicos que levam ao objetivo deste trabalho: a evolução da matemática como ciência, a evolução do ensino da matemática, as atividades lúdicas e os jogos digitais. Abordando estes temas será possível compreender e aproximar as tecnologias mais atuais ao modelo de ensino de uma forma a contribuir com o mesmo por meio de uma atividade didática digital.

Uma vez compreendida a importância citada, é necessário delimitar o plano de ação para desenvolver a ferramenta capaz de realizar essa aproximação. Para o desenvolvimento coerente foram utilizadas técnicas do *Game Design* e da Engenharia de *Software* que buscam otimizar o resultado e minimizar o esforço. Desde a análise do tema e do público-alvo até a criação de diagramas e documentos.

Esses dados fazem parte do processo de desenvolvimento e descrevem a ferramenta em sua totalidade funcional e lógica.

Como forma de manter o jogo dentro das expectativas dos alunos e dos professores, foi essencial ao trabalho buscar as opiniões destes últimos quanto às experiências com atividades didáticas e quanto às características escolhidas. Assim, foi possível refinar e moldar as escolhas feitas, concluindo este trabalho por meio da avaliação e comparação destas opiniões com o resultado final obtido.

1.1 PROBLEMA

O que será considerado como um problema neste trabalho está relacionado aos problemas estruturais no ensino da matemática diante dos estudos epistemológicos, ou seja, problemas relacionados à ciência do conhecimento. A forma de pensar dos alunos, as dificuldades e facilidades em aprender certos conteúdos. E tudo isso se relaciona diretamente à maneira que esse conteúdo é apresentado e como ele é exercitado ao longo das aulas.

Ao longo do trabalho, busquei estudar as melhores práticas para desenvolver um jogo que estimule e desafie uma criança do 3º ano do Ensino Fundamental (EF) a praticar e resolver problemas matemáticos. Problemas que, no ambiente escolar, não atraem sua atenção ou não a desafiam o suficiente.

1.1.1 No ensino de matemática

Alguns questionamentos foram levantados:

1. Qual a importância do ensino de matemática?
2. Quais as dificuldades dos alunos para compreender conteúdos abstratos?
3. Qual metodologia está sendo usada?

Rodrigues A. (2019) traz evidências das dificuldades nas operações básicas em alunos do Ensino Fundamental II, reflexos da trajetória do ensino de matemática nestes alunos desde sua iniciação no tema. Ela observa em seu trabalho que alguns alunos podiam até entender a essência das operações, porém não executavam os seus algoritmos corretamente, seja por falta de pré-requisitos ou por poucas resoluções de problemas ao longo do ensino. Aqui têm-se duas colocações importantes: a primeira é a apresentação de dificuldades na execução de operações básicas por consequência de um histórico de educação insatisfatório desde os anos iniciais, e a segunda do ponto de vista do raciocínio agregado às operações matemáticas.

É preciso entender a importância de seguir uma ordem lógica ao introduzir as operações matemáticas, estudar as melhores práticas para apresentá-las aos alunos e como elas serão praticadas e memorizadas por eles ao longo desse ensino.

A prática repetitiva dos exercícios como metodologia de fixação, principalmente nos anos iniciais do ensino fundamental, pois da mesma forma que os educadores esperam que os alunos compreendam a lógica por trás de cada operação, eles também estão limitados aos métodos e práticas disponíveis - seja o material didático, os recursos digitais ou recursos práticos.

Na literatura de Willingham (2011), ele analisa que a repetição de cálculos envolvendo as operações, apesar de beneficiarem a aprendizagem, é uma atividade extremamente desmotivadora e deve ser abordada de uma forma diferente. Na prática, os alunos precisam ser incentivados a aprender e se interessarem no assunto, para que assim absorvam efetivamente o conceito.

Segundo Willingham (2011), a metodologia aplicada atualmente é funcional, porém longe da metodologia ideal: onde existiria o equilíbrio entre as atividades práticas, atividades didáticas coletivas e atividades individuais.

Como professores, nos encontramos em uma posição onde a realidade fora da sala de aula, com computadores, celulares e videogames, não se enquadra mais no modelo de ensino praticado e é preciso tornar este atraente à atenção da criança: desafiador e ao mesmo tempo reforçador.

Por meio dos questionamentos citados foi possível trilhar um caminho que associe a dificuldade dos alunos em absorver e compreender certas áreas de conhecimento à importância destes no desenvolvimento de capacidades¹. Comparando esse caminho com a metodologia vigente, pontuei as deficiências que busco satisfazer com o trabalho.

Em virtude disso, o problema apresentado é a metodologia utilizada que não é atrativa aos estudantes e é muitas vezes frustrante. O que reflete no resultado e no trabalho dos educadores.

1.1.2 No ensino em tempos de pandemia

Atualmente o ensino passa por uma situação delicada, os reflexos da pandemia afetaram a educação em diversas áreas e o maior impacto foi na suspensão das atividades presenciais das escolas, trazendo um desafio aos alunos e educadores: se adaptarem a uma nova rotina de ensino à distância.

Um estudo da Fundação Carlos Chagas (2020) trouxe uma análise quantitativa do impacto da pandemia, 81,9% dos alunos deixaram de frequentar as instituições de ensino e toda a rede docente teve que se adaptar a essa nova realidade. Fato esse que expôs algumas deficiências no ensino, como a acessibilidade e o material didático desatualizado.

¹ A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) relaciona no seu texto os objetos de conhecimento com as capacidades a serem desenvolvidas.

“Duas questões ganharam destaque no debate nacional: garantir que os estudantes não sejam prejudicados em seu processo de escolarização e evitar o acirramento das desigualdades de acesso e de oportunidades.”
(FUNDAÇÃO CARLOS CHAGAS, 2020)

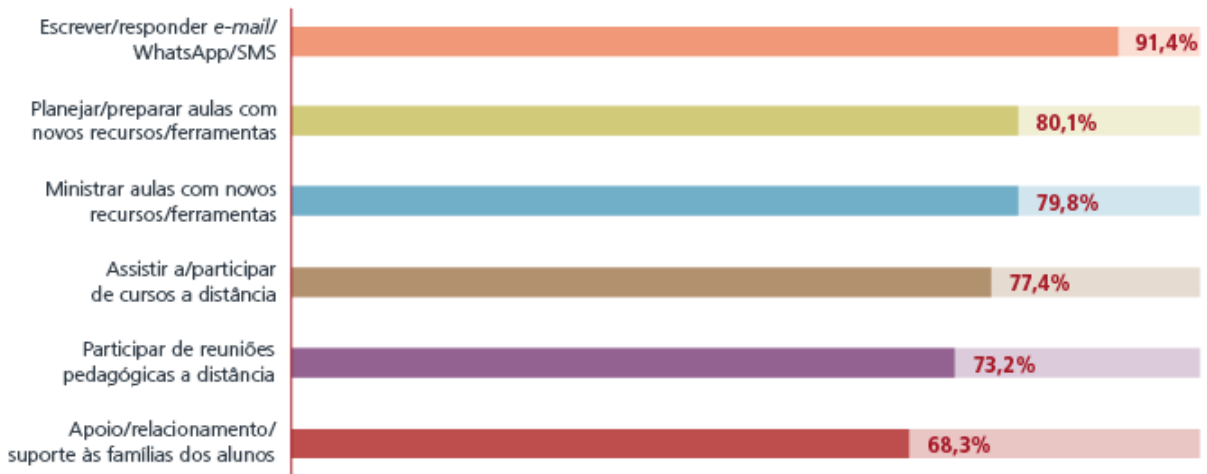
O distanciamento dos alunos e dos professores trouxeram algumas dificuldades, como:

- Aplicação de atividades;
Como não são todos os alunos com acesso aos meios digitais, os professores se encontram na situação de dividir as atividades em material físico e material virtual, sendo responsáveis por todo o processo de produção, impressão, correção e devolução.
- Identificação das dificuldades dos alunos;
Com a ausência de atividades presenciais, o trabalho do professor e o tato em identificar alunos com dificuldade se torna complicado. Para os alunos, suas dúvidas devem ser tratadas por meios digitais, que muitas vezes não satisfaz a sua demanda, o tornando ineficiente.
- Distrações no ambiente;
Devido a situação, alunos e professores passam grande parte do tempo dentro de casa, ambiente que pode se tornar um vilão na eficiência do ensino e do aprendizado;

As Figuras 1 e 2, apresentadas pela pesquisa da Fundação Carlos Chagas (2020), ilustram os problemas apresentados diante do cenário atual.

Figura 1 - Atividade dos Docentes em tempos de Pandemia

Aumento das atividades docentes

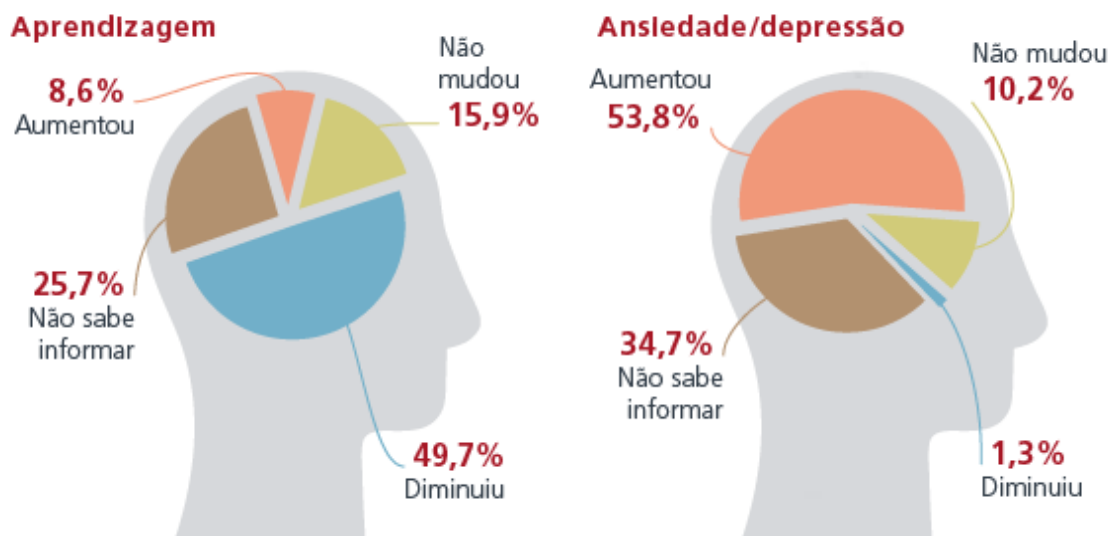


Fonte: FUNDAÇÃO CARLOS CHAGAS. (2020)

Como observado, com a suspensão das aulas presenciais os professores tiveram que aderir aos meios digitais para se comunicarem com os alunos, o volume de trabalho aumentou pois, além dos meios convencionais e das demandas convencionais como reuniões pedagógicas e planejamento de aulas, agora o professor também faz papel de tutor digital, estando disponível através de redes sociais e meios de comunicação e dominando novos recursos digitais para ministrar suas aulas.

Figura 2 - Efeito da suspensão das aulas presenciais nos alunos

Efeito da suspensão das aulas presenciais para os alunos



Fonte: FUNDAÇÃO CARLOS CHAGAS. (2020)

A Figura 2 apresenta o reflexo na saúde mental dos alunos, que também precisaram se adaptar ao ensino à distância, digital ou não. E agora longe do ambiente escolar, observaram maior dificuldade na aprendizagem, o que reflete diretamente nos sintomas de ansiedade e depressão.

Por fim, ainda não há previsão de retorno integral das atividades presenciais, essas que vão ser readequadas e acontecerão de maneira gradativa. Encontra-se então uma situação onde novas didáticas estudadas e desenvolvidas podem ser também implementadas e adotadas pelo sistema de ensino.

O trabalho visa oferecer uma alternativa que auxilie os professores na aplicação dos conceitos e na avaliação dos seus alunos, e que também ofereça um ambiente didático e interativo para eles, proporcionando diversão e educação.

1.2 JUSTIFICATIVA

Historicamente a ciência está continuamente descobrindo e desenvolvendo novos conceitos em diversas áreas a todo momento, estes que demandam cada vez mais esforços para serem ensinados no contexto em que se encontram.

Com as novas descobertas e novas invenções, a atenção do público que os professores querem ensinar é diretamente afetada, enxerguei aqui a oportunidade de oferecer uma alternativa de ensino atualizado, podendo exercer o papel de elo entre o ensino e esse público.

Para auxiliar nesse processo de ensino e aprendizagem, são desenvolvidas ferramentas e métodos de ensino que são capazes de dialogar não somente com palavras, tais como o uso de músicas, desenhos, materiais de manipulação, vídeos e etc. articulando e exercitando o conteúdo de diversas formas.

Como no ensino da contagem, onde o ábaco consegue suprir o papel de instrumento e ferramenta de ensino, atualmente também precisei pensar em como contextualizar a educação de forma a aproximar o conceito a ser ensinado ao público, por meio de instrumentos cotidianos, de forma a otimizar o trabalho do professor como educador e da criança como aluna.

“A sociedade contemporânea impõe um olhar inovador e inclusivo a questões centrais do processo educativo: o que aprender, para que aprender, como ensinar, como promover redes de aprendizagem colaborativa e como avaliar o aprendizado” (BRASIL, 2017)

Fazendo uso das tecnologias atuais aplicadas ao ensino deu-se um passo adiante na forma de ensinar, com a imersão dos alunos em um meio digital, controlado e atual, de forma a manter o interesse destes nos assuntos. Ao mesmo tempo, oferecendo uma ferramenta didática prática para o professor, diminuindo o tempo gasto na preparação de atividades e suprimindo as demandas de ambos para um aprendizado coerente.

Colocando em pauta o cenário descrito, uma ferramenta que oferece um ambiente de ensino virtual eficiente, parece a solução de um problema situacional. Porém ela é, ao mesmo tempo, uma forma de incentivar o uso de meios digitais como ferramenta de auxílio no processo de ensino.

1.3 OBJETIVOS

O projeto traz como motivação incentivar a utilização de atividades lúdicas para o ensino, mais especificamente no ensino da matemática, e também o uso de dispositivos móveis e jogos digitais como ambiente de ensino prático para professores e como instrumento introdutório para crianças na tecnologia.

Isso será possível ao se desenvolver uma ferramenta que:

- 1) Apresente elementos do processo de aprendizagem das operações básicas matemáticas, como a adição e a multiplicação;
- 2) Seja acessível para os professores e alunos;
- 3) Tenha uma interface didática e interativa para atrair a atenção dos alunos.

O trabalho não busca resolver o problema da inclusão digital ou do ensino da matemática, mas sim oferecer uma alternativa para que esse ensino se torne cada vez mais eficaz.

1.3.1 Objetivo geral

Projetar e implementar um jogo educacional digital para o terceiro ano do ensino fundamental, com elementos do ensino das operações básicas matemáticas: adição e multiplicação.

1.3.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos são:

- I. Enumerar, através do estudo do currículo e normas de ensino da educação básica, as habilidades e competências relacionadas ao ensino das operações básicas;
- II. Projetar e desenvolver um modelo funcional do jogo e implementar as operações matemáticas como parte da jogabilidade;
- III. Classificar as funcionalidades da ferramenta escolhida para o desenvolvimento que se enquadram no perfil da atividade;
- IV. Levantar e avaliar o trabalho, através de um questionário com professores da área, quanto a sua proposta e seu possível desempenho com o público alvo.

1.4 DIVISÃO DO TRABALHO

Em virtude do apresentado, definiram-se das etapas de elaboração do trabalho:

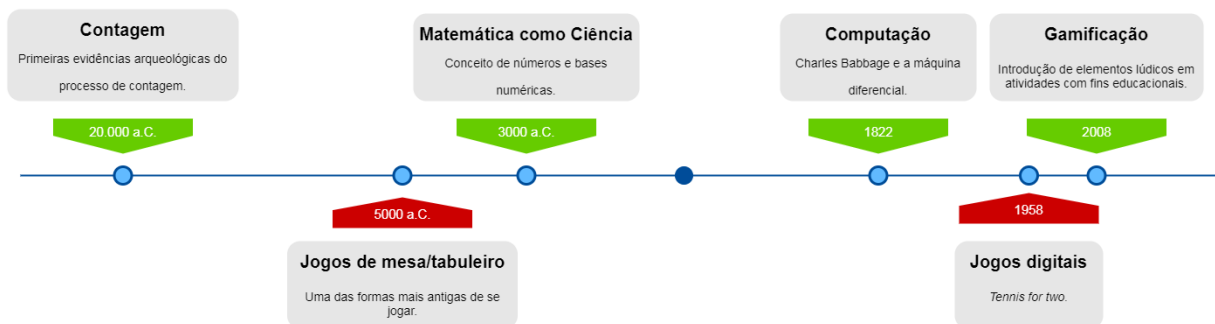
- Problema: A apresentação do problema que motivou a pesquisa e o trabalho. A contextualização deste nos dias atuais e o direcionamento do estudo para os tópicos críticos;
- Justificativa: Os argumentos que sustentam a ideia do trabalho e como sua execução contribui para a amenização do problema;
- Objetivos: de qual forma será tratado o problema e quais serão os marcos e metas;
- Fundamentação teórica: Aprofundamento nos conceitos e ideias utilizadas neste trabalho;
- Metodologia: Descrição dos passos, métodos e ferramentas escolhidas para a realização do trabalho;
- Questionário: Descrição do questionário aplicado e discussão dos seus resultados;
- Considerações finais: Comentários finais acerca do trabalho desenvolvido e planejamento das próximas atividades.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Como apresentado na introdução, o estudo abordado neste trabalho acompanha algumas linhas do tempo de extrema importância: Educação, Matemática e Jogos.

Na Figura 3, alguns dos marcos teóricos que serão citados nesta seção ilustram a trajetória que converge na justificativa apresentada. A evolução da matemática na educação e na computação juntamente com a evolução dos jogos para o meio digital mostram que o próximo marco dessa linha do tempo é a união dos três conceitos.

Figura 3 - Linha do tempo da Fundamentação Teórica



Fonte: Elaborado pelo autor (representação fora de escala)

2.1 O ENSINO DE MATEMÁTICA

Existem registros primitivos, sejam em ossos ou nas paredes das cavernas, onde a contagem está presente. Marcando o surgimento dos primeiros conceitos matemáticos, muito antes da escrita ou até mesmo das grandes civilizações. A matemática foi interpretada como inerente ao ser humano, juntamente com o ensino da mesma para as próximas gerações. Loyo et al. (2019) faz uma observação similar no seu estudo acerca da metodologia de ensino da matemática.

Para Eves (2011) com o surgimento das primeiras comunidades agrícolas densamente povoadas em 3000 a.C., surgem também os primeiros registros do desenvolvimento da matemática como ciência. Novos conceitos como o sistema de numeração e bases numéricas começam a fazer parte da humanidade assim como novas ferramentas para o ensino da mesma.

A didática é a forma com que um assunto é ensinado, e se estuda sua trajetória no ensino da matemática para compreender quais mecanismos surgiram junto ao

desenvolvimento dessa ciência. Quanto mais esta se aprofundava em teorias e descobertas, mais ferramentas vieram para auxiliar o seu entendimento. Um ciclo entre conhecimento e ferramentas, onde o desenvolvimento de um gera descobertas em outro.

Rodrigues P. (2014) cita o ábaco, um instrumento muito antigo de contagem, como uma ferramenta didática que até hoje é parte integrante do currículo escolar em países como China e Japão. No seu estudo sobre a utilização de tecnologias para o ensino de matemática, faz essa referência para reforçar a necessidade de uma estrutura didática que se adapte ao contexto histórico em que se é aplicado.

Essa discussão expõe o fato do ábaco, apesar de ser uma ferramenta bastante útil no ensino, não é mais um objeto de uso comum ou presente em outras atividades cotidianas e precisa de um substituto dentro desses requisitos.

Voltando ao tema da evolução da matemática como educação e ciência, Howard Eves (2011) continua a acompanhar pelas civilizações e por momentos da nossa linha do tempo conceitos e avanços na área da matemática, como princípios fundamentais de contagem e geometria, finalmente chegando na era dos computadores, avanço matemático que é interessante para o trabalho, pois os jogos digitais são frutos diretos dessa invenção.

É importante reconhecer e agregar esses estudos para fundamentar o desenvolvimento coerente de uma ferramenta de ensino. Somente acompanhando o histórico da educação e da matemática que foi possível compreender e direcionar a estrutura didática do jogo, aplicando as técnicas pedagógicas que contemplam as normas de ensino atuais.

2.1.1 A Base Nacional Comum Curricular e o ensino nos anos iniciais

É importante ressaltar o estudo da BNCC, documento normativo que define aprendizagens essenciais a serem desenvolvidas ao longo das etapas da Educação Básica (BRASIL, 2017).

O documento especifica dois tipos de competências que devem ser desenvolvidas, as competências gerais da Educação Básica e as competências específicas para cada área de ensino.

As competências gerais abordam o ensino com mais abrangência: a sua valorização, a valorização da diversidade, das vivências e dos conteúdos ensinados. Assim como a empatia, atenção e cuidado à saúde física e mental.

Nas competências específicas do ensino de matemática pode-se perceber a importância de cada elemento da matemática na formação. O documento reforça a valorização

e o reconhecimento da matemática como ciência, mostrando sua preocupação com o letramento matemático e o raciocínio lógico, incentivando a coletividade e a participação dos alunos em atividades.

Como mostra o material Educação Matemática nos Anos Iniciais - EMAI² (BRASIL, 2020), durante a preparação de uma atividade didática, são definidos os objetos de ensino a serem abordados, e para cada objeto de ensino as normas da BNCC estabelecem quais capacidades serão desenvolvidas. Diferente das competências, que são os objetivos do ensino em si, as capacidades estão relacionadas a elementos específicos do currículo.

Em outras palavras, as capacidades são as etapas que o aluno precisa passar para que seu ensino seja completo, e cada habilidade desenvolvida prepara o aluno para um novo rol de capacidades e todas são essenciais e requisitos para as próximas.

Dentro do ensino da matemática existe uma lógica na distribuição dos conteúdos, de uma forma que os elementos são cumulativos e fazem parte da construção dos seus subsequentes, reforçando mais ainda o conceito das capacidades e habilidades.

Para o ensino da adição, por exemplo, é necessário primeiramente desenvolver a capacidade de contagem e quantificação, depois da utilização dos números naturais para representar essas grandezas, para então introduzir o conceito da adição entre os números.

Não apenas já está definido o fluxo de aprendizado, como também cada habilidade desenvolvida em cada conceito matemático presente no currículo. O estudo do documento foi importante para direcionar a atividade para o público alvo e para compreender quais pontos dela poderiam ser reforçados na versão digital.

2.1.2 A matemática e os computadores

Desde seus primeiros protótipos na forma de máquinas de calcular que pesavam toneladas, computadores serviam apenas como instrumentos matemáticos para auxiliarem em longos e repetitivos cálculos. Porém, com os avanços e a *miniaturização da computação*³, o que antes era uma ferramenta pouco acessível e extremamente onerosa, se tornou um item cada vez mais presente e versátil.

Mandel et al. (1997) já citava essa miniaturização com apresentações de dados que davam suporte à Lei de Moore, lei enunciada em 1965 por Gordon Moore que afirmava o

² Anexos 1 e 2: Educação Matemática nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental (BRASIL, 2020)

³ MENDEL (1997), RODRIGUES P. (2014)

crescimento exponencial do poder computacional como consequência da produção em massa dos componentes.

Como a capacidade computacional dos computadores cresce exponencialmente, mostrou este como extremamente útil trazendo, através da sua popularização, a possibilidade de implementação no cotidiano de lares e instituições.

2.2 A HISTÓRIA DOS JOGOS

Aqui, acompanha-se a história dos jogos a fim de entender o que é um jogo, assim o estudo estará completo - educação, computação e jogos - e preparado para discutir o assunto principal deste trabalho, que é o uso de jogos digitais com fins educativos.

Parlett (1999) faz observações interessantes com a etimologia da palavra “jogar”, a fim de explicar e relacionar esse conceito com sua origem, esta é uma das diversas definições que pode encontrar acerca do termo “jogo”. Situação esta, justificável, pois acompanhando o histórico e as diversas formas de se jogar nesta seção, não se limita a apenas uma definição para um assunto tão vasto e completo.

Analisando as raízes da palavra e os primeiros vestígios do termo, “jogar” derivado de *iocus* do latim medieval, deu origem na língua inglesa as palavras *play* e *joke*, que podem ser entendidas como a interpretação de um papel em uma peça, uma piada ou uma brincadeira, que é válido em alguns jogos onde é interpretado um papel ou se realiza ações em um ambiente ficcional visando a diversão. Em outros, porém, representando um papel de jogador de fato, em um ambiente mais competitivo (ficcional ou não) visando além da diversão algum tipo de recompensa ou prêmio.

A palavra *ludus* do latim clássico, é um sinônimo de *iocus* e um dos seus significados é escola, essa definição se enquadra muito no contexto deste trabalho e completa muito a sua justificativa, pois jogar um jogo é aprender e ensinar: regras, mecânicas, técnicas e até estratégias. O estudo da origem desses termos fundamenta bem o propósito do trabalho: Jogar é aprender.

Existem diversas categorias para os jogos: jogos de representação, jogos de cartas, jogos de tabuleiro, jogos de mesa, entre outros. No ensino da matemática é comum a utilização de jogos como os jogos de tabuleiro, pela sua característica tátil no uso de peças físicas que atraem a atenção de quem joga.

2.2.1 Jogos de tabuleiro e jogos de mesa

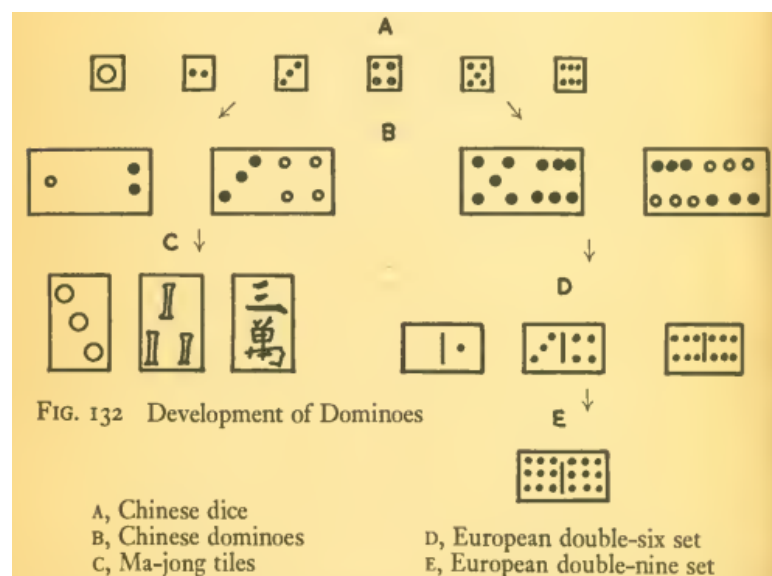
Uma das formas de se jogar mais antigas, com registros de até 5000 anos atrás, como apresentado por Bell (1969) em sua literatura sobre jogos nas diversas civilizações. Os jogos de mesa e os jogos de tabuleiro são uma forma de jogar com uma mecânica interessante, que é a abstração espacial do tabuleiro e das peças para cumprir o propósito do jogo. Essa forma de jogar, mesmo que inconsciente, exercita a associação e o raciocínio de quem joga, justificando a presença deles até hoje nas prateleiras das lojas.

Desde jogos de corrida entre peças em um tabuleiro, jogos de posicionamento, estratégia e jogos com cartas ou dados, as maneiras de se jogar são variadas e trazem as características do contexto em que foram inventadas, abordando uma em específico que se enquadra no objetivo do trabalho e tem uma relação direta com os números.

2.2.2 O Dominó

O dominó é um jogo de mesa, derivado dos jogos de dados, que tem diversas versões e interpretações, como visto na Figura 4. Cada adaptação e versão do jogo variava na forma de se contar os pontos, quantidade de peças ou disposição delas, mas todas seguiam um princípio básico: o uso de peças identificadas em uma face e a associação destas pelo jogador ou pelos jogadores.

Figura 4 - Evolução das peças de dominó⁴

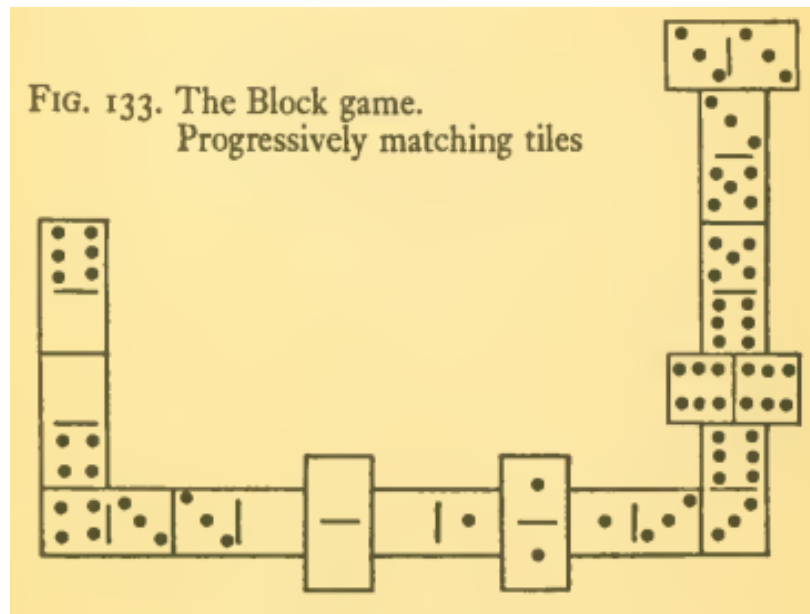


Fonte: BELL, R. C. (1969)

⁴ Fig. 132 Evolução do Dominó; A. Dado Chinês; B. Dominó Chinês; C. Peças de Mahjong; D. Conjunto “duplo-seis” Europeu; E. Conjunto “duplo-nove” Europeu. (Tradução nossa)

A versão mais conhecida no Ocidente é a *Double-Six Set*, com 28 peças numeradas de 0 até 6 pontos que representavam as faces no lançamento de dados. Diversas são as possibilidades de jogos com essas peças, *The Block Game* ou O Jogo dos Blocos, como cita Bell (1969), foi a utilizada neste trabalho e está representada na Figura 5.

Figura 5 - O Jogo dos Blocos



Fonte: BELL, R. C.(1969)

Nessa forma de se jogar dominó, a cada rodada os jogadores combinam suas peças com uma das extremidades na mesa, se possível, criando essa estrutura muito característica.

A escolha desse jogo, além da sua popularidade e simplicidade, está na mecânica de combinação. Onde, para combinar uma peça, o jogador deve encontrar uma com numeração similar na mesa, exercitando o conceito apresentado anteriormente de abstração e raciocínio.

O caráter motivador dos jogos, adicionado aos elementos matemáticos presente nas peças do dominó como a contagem, interpretação, abstração e paridade, como cita Borin (1996). São características que atraíram e atraem a atenção de educadores no desenvolvimento e implementação de atividades educacionais utilizando a mecânica desse jogo.

Barbosa (2008), Nascimento et al. (2016) e Santos (2016), são alguns dos autores que utilizaram o dominó como ferramenta didática no ensino da matemática. Abordando temas como frações, potenciação, múltiplos e divisores, todos obtiveram resultados positivos na aplicação da atividade. Eles citam o maior engajamento e envolvimento dos alunos e a

aproximação na relação com os professores, transformando o momento da atividade em um ambiente mais confortável para tirar dúvidas.

Dado o caráter competitivo do jogo de dominó e as características lúdicas das atividades, os alunos se empenharam e se envolveram ao mesmo tempo que exercitavam as suas habilidades.

2.2.3 Jogos digitais

Assim como a matemática, os jogos também evoluíram e se adaptaram ao tempo e às tecnologias disponíveis, e com o avanço dos computadores e aparelhos eletrônicos surgem os jogos eletrônicos. O seu primeiro protótipo, através do televisor preto e branco de um osciloscópio, surge em 1958 com o nome de *Tennis for Two*.

Desde então, com a tecnologia em mãos e a demanda histórica por jogos, estudos e pesquisas se voltam para o desenvolvimento de jogos digitais para fins de aprendizado e diversão. (FRANÇA, 2016)

Dado o primeiro passo no desenvolvimento de jogos digitais, o seu sucesso era apenas uma questão de tempo, logo se tornou uma indústria de sucesso atraindo olhares de jovens e adultos com a sua infinidade de possibilidades, personagens, formas e cores. Cada avanço da tecnologia também representava avanços na indústria de jogos, e a demanda impulsionava os estudos na área em um grande ciclo.

2.2.4 Motores de jogo

Um motor de jogo (ou *game engine*) é uma ferramenta de desenvolvimento dedicada a facilitar atividades relacionadas a jogos digitais. Seja no desenvolvimento do jogo em si, na exportação para outras plataformas (*desktop*, *mobile*, *web* ou consoles) ou na redução do esforço humano e computacional.

Para Lewis e Jacobson (2002), os motores de jogos consistem no agrupamento de funções genéricas em módulos, essas funções são desenvolvidas com base nos elementos recorrentes nos jogos, porém não representam especificamente o modo de funcionamento do jogo. Eles citam a entrada na era dos “jogos construídos modularmente”.

Essas ferramentas ficam disponíveis em um modelo de biblioteca, diminuindo significativamente o esforço do desenvolvedor. Ele deve adaptar essas estruturas genéricas ao contexto do jogo, ou seja, o motor de jogo oferece “blocos de construção” que estruturam os objetos do jogo e o desenvolvedor decide onde e como utilizá-los.

Bessa et al. (2007) reforça a reusabilidade presente em um motor de jogo e a facilidade de implementação das mecânicas. A estrutura oferecida a toda equipe de desenvolvimento permite que o esse seja focado nos detalhes mais complexos.

Retomando, os jogos digitais também atraíram olhares de educadores e conservadores, e por muito tempo foram considerados os vilões do aprendizado, como apresenta França (2016) em seu estudo de mundos virtuais em educação. Felizmente essa atenção também trouxe resultados positivos para o mundo dos jogos digitais, pois se descobriu como uma ferramenta lúdica e atrativa para o ensino.

2.3 JOGOS DIGITAIS NA EDUCAÇÃO

Como explica Almeida (2003) na sua literatura sobre educação lúdica, todas as nossas ações dentro do ambiente lúdico estão de alguma forma relacionadas com a educação, seja no aprendizado de conceitos concretos, seja no desenvolvimento das operações cognitivas e sociais. É preciso então, entender como funciona essa relação entre o jogador e o jogo e como é possível utilizá-la para o desenvolvimento de um jogo digital educativo.

Kapp (2012) na sua literatura sobre Gamificação, define que um jogo é o engajamento em um desafio abstrato, definido por regras, interatividade e *feedback*, essa definição auxilia no refinamento de alguns dos pontos que são considerados na aplicação dos jogos educativos.

Ao jogar um jogo, a atenção está voltada para o cenário e o ambiente que o jogo cria. Em um jogo digital, essa imersão pode ser muito maior com a possibilidade de customização do cenário, das peças e dos jogadores em si. Essa atenção é movida pelos pontos citados anteriormente e precisa ser reforçada a todo momento para que a experiência seja divertida.

Alves (2015) apresenta em seu livro que uma das formas de manter a atenção dos jogadores no jogo é trabalhar a todo momento com o feedback, sempre que possível informar ao jogador o que está acontecendo, o que ele fez ou pode fazer. O jogo deve ser desafiador a todo momento e é através do *feedback* que será possível garantir que isso está sendo cumprido.

Alves (2015) continua na definição do desafio em jogos: "O desafio mobiliza o jogo. É a mola propulsora que desafia o jogador a atingir os objetivos" (ALVES, 2015). Um jogo não precisa ter muitos objetivos, mas ele precisa incentivar o jogador a cumprir os pequenos desafios para atingi-lo. Ela ressalta a importância do desafio, pois um jogo sem desafio é um jogo aborrecedor.

No contexto de um jogo digital, muitas são as possibilidades de *feedback* para as ações do jogador, como mostrar textos e imagens na tela, alterar o cenário ou os elementos do jogo. A facilidade que esse meio traz para prender a atenção do jogador é notável e é preciso explorá-la.

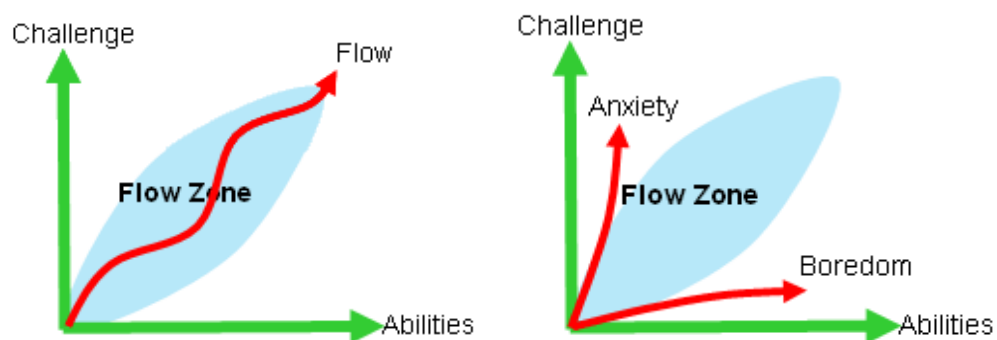
2.3.1 Flow

Pensando no desenvolvimento de uma atividade que envolve conceitos curriculares e envolve atividades de raciocínio lógico, que relacionam habilidades e capacidades, é preciso ter muito cuidado na distribuição dos desafios ao longo do jogo, pois assim como um jogo sem desafios pode ser aborrecedor, um jogo desafiador demais pode se tornar frustrante.

Esse equilíbrio entre habilidade e dificuldade, ou desafio, é algo estudado por Csikszentmihalyi (1990) onde ele explica a existência de um ponto entre essas características que torna uma atividade prazerosa. Ele dá o nome de *Flow* para esse ponto de equilíbrio, e correlaciona esse estado como quando você está tão envolvido em uma atividade que mal vê o tempo passar, nesse momento é onde tudo flui com maior facilidade e empenho, te reforçando a continuar.

Mais tarde, o mesmo conceito é estudado por Chen (2007) porém aplicado a jogos e jogos digitais (Figura 6), ela estuda essa mesma relação entre dificuldade e habilidade e mostra a versatilidade que os jogos apresentam em suas mecânicas e em seus cenários. Por serem ambientes customizáveis para quem os desenvolve, é muito importante se atentar às características que podem tornar o jogo frustrante ou aborrecedor, pensando na experiência do jogador em todos os momentos.

Figura 6 - Gráfico Flow nos Jogos (Desafio x Habilidade)⁵



Fonte: Chen (2007)

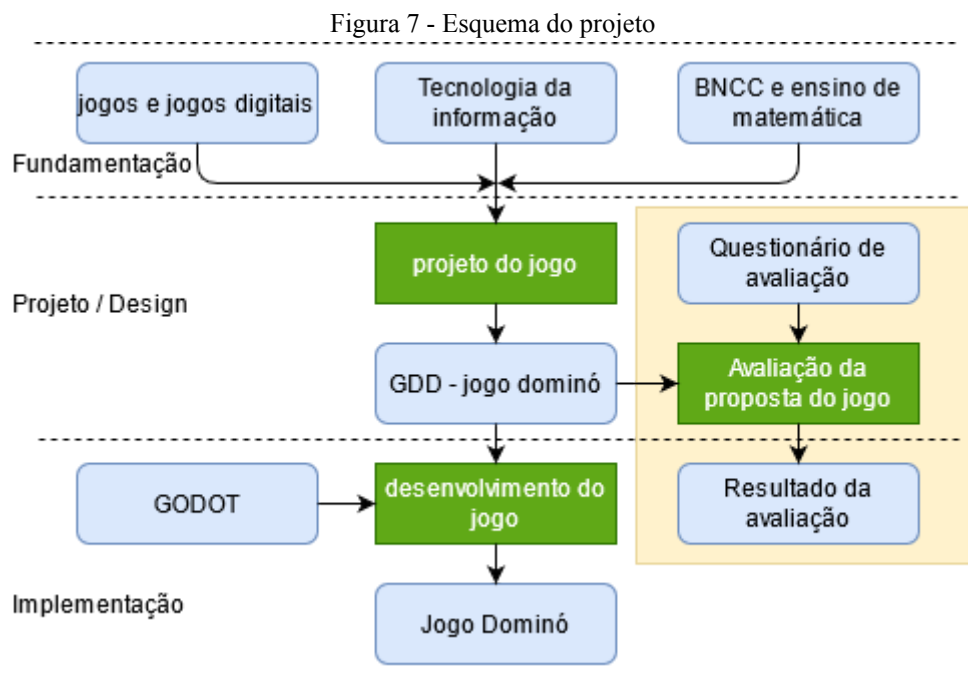
⁵A Zona de Flow busca o equilíbrio entre Desafios e Habilidades evitando deixar o jogador ansioso ou entediado

3 METODOLOGIA

Com esses estudos inicia-se a organização do trabalho e a definição das mecânicas que serão adotadas no jogo, buscando manter os jogadores engajados na atividade e atraindo a sua atenção com os elementos lúdicos do jogo de dominó e dos jogos digitais.

3.1 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O desenvolvimento deste trabalho consistiu nas linhas de atividades descritas na Figura 7, a etapa Fundamentação, contou com o estudo e aprofundamento teórico nas metodologias e normas de ensino para o público alvo, estudo da BNCC e do material didático EMAI. Além disso, estudos sobre os jogos, jogos digitais e teorias aplicadas a jogos e finalmente o estudo da tecnologia da informação aplicada aos jogos digitais e motores de jogo.



Fonte: Elaborado pelo autor

A segunda etapa do trabalho, Projeto e *Design*, foi dedicada ao planejamento das atividades e definição das características. Primeiramente a definição do escopo, funcionalidades e mecânicas através da análise da atividade e do jogo Dominó. Após isso, a etapa contou com o desenvolvimento dos modelos, diagramas e documentação, que auxiliou na visualização dos elementos do jogo e das classes a serem implementadas.

Ainda nessa etapa foi desenvolvido um questionário que foi aplicado em professores do ensino fundamental questionando a experiência deles com atividades lúdicas e questionando algumas características definidas para a atividade e o jogo.

Por fim, a última etapa consistiu no estudo da ferramenta Godot Engine como motor de jogo e a identificação das características deste que contribuem para o desenvolvimento do jogo. Junto a isso o desenvolvimento em si do jogo e a implementação das características definidas anteriormente. Como conclusão e etapa final do trabalho, a análise dos resultados obtidos com o questionário e a comparação com o projeto e desenvolvimento realizado.

3.2 APROFUNDAMENTO TEÓRICO

Visando um bom desempenho e melhores resultados do projeto, foi necessário estudar o público que é afetado pela ferramenta e quais são os modelos pedagógicos vigentes. Importante ressaltar o estudo da BNCC citado na seção 2.1.1, que auxiliou para que o trabalho estivesse orientado às normas de educação vigente.

O trabalho foi embasado tanto nas normas educacionais quanto nos estudos e teorias dos jogos, para que a atividade fosse interessante e a curva de aprendizagem fosse eficiente: nem desafiadora demais, nem fácil demais.

Esse equilíbrio, apresentado como *Flow* anteriormente, juntamente com o estudo da atividade didática em questão e a teoria da Gamificação⁶, colaborou para o desenvolvimento de um jogo visualmente atrativo, reforçador e educativo.

A seguir, a conclusão do aprofundamento teórico com a apresentação da atividade didática e da ferramenta utilizada no desenvolvimento.

3.2.1 Atividade “Dominó das Operações”

A atividade selecionada é uma modificação do jogo Dominó apresentado na fundamentação teórica, essa modificação adiciona as operações matemáticas básicas como parte das peças do jogo, exercitando os conceitos de adição e multiplicação juntamente com a lógica e as mecânicas de uma partida de dominó.

As Figuras 8 e 9 exemplificam o funcionamento da atividade a ser reproduzida para as operações de adição e multiplicação, todo o processo de preparação e aplicação da atividade visa o desenvolvimento do ensino de matemática como um todo. As capacidades

⁶ Métodos e estratégias de ensino baseados em jogos. (KAPP, 2012)

desenvolvidas nos alunos e os métodos adotados fazem parte de uma proposta do Governo do Estado de São Paulo para o ensino da matemática que, em suas palavras, busca “...articular o processo de desenvolvimento curricular em Matemática, a formação de professores, o processo de aprendizagem dos alunos em Matemática e a avaliação dessas aprendizagens, elementos-chave de promoção da qualidade da educação...” (BRASIL, 2020).

A reprodução da atividade no meio digital permitiu alterações na dinâmica da partida de Dominó e no visual das peças e do tabuleiro, sem perder a essência da atividade e sem alterar os padrões já definidos no material.

Foi determinante para o desenvolvimento a fidelidade ao material, como discutido neste trabalho, cada etapa da educação tem um currículo específico e cada atividade desenvolvida para um determinado público exercita suas capacidades e habilidades. Logo, foram adicionados elementos visuais e mecânicos que buscam aumentar a imersão do aluno no jogo sem interferir no currículo ou na complexidade da atividade.

Figura 8 - Atividade 5.2 - Dominó da Adição⁷**ATIVIDADE 5.2**

- Recorte peças de dominó do anexo 3.
- Forme um grupo com mais 3 colegas. Embaralhe as 16 peças, com os números voltados para baixo.
- Cada jogador retira 4 peças.
- Utilize "par ou ímpar" ou "dois ou um", para decidir quem inicia o jogo.
- O primeiro a jogar coloca no centro da mesa uma carta voltada para cima.
- O jogador seguinte pode optar por qual dos lados deseja continuar a jogada. Para isso, deve colocar uma peça que indique uma operação ou que represente o resultado da adição.
- Ganha o jogo quem colocar todas as peças em primeiro lugar.
- Se o jogador não tiver a peça da rodada, ele passa a vez para o próximo.
- Em caso de empate, some os números das peças que cada jogador tem em mãos. Quem tiver o menor resultado vence o jogo.

$6 + 7$	3	$6 + 5$	12	$8 + 6$	13	$6 + 4$	7
$2 + 2$	11	$4 + 4$	4	$7 + 8$	8	$2 + 3$	14
$8 + 8$	15	$9 + 8$	9	$7 + 5$	5	$4 + 2$	18
$4 + 5$	10	$4 + 3$	16	$9 + 9$	17	$2 + 1$	6

Fonte: BRASIL (2020)

⁷ A resolução da figura é a melhor disponível no material EMAI

Figura 9 - Atividade 12.2 - Dominó da Multiplicação⁸**ATIVIDADE 12.2**

Recorte as peças de dominó do anexo 5.

Forme um grupo com 4 colegas e embaralhem as peças viradas para baixo. Depois, cada um deve sortear seis peças.

Decidam quem é o primeiro a jogar.

Ao lado de cada cálculo indicado, deve ser colocada uma peça em que está escrito o resultado.

Ganha o jogo quem, primeiramente, colocar todas as peças.

3×4	3	3×5	12	3×6	15	3×7	18
2×7	10	2×8	14	2×10	16	3×1	20
2×2	4	2×3	6	2×4	8	2×5	10
3×9	27	3×10	30	4×6	24	4×7	28
4×8	32	4×9	36	5×1	5	5×5	25
6×8	48	6×9	54	6×10	60	7×7	49
5×7	35	5×8	40	5×9	45	6×7	42

Fonte: BRASIL (2020)

⁸ A resolução da figura é a melhor disponível no material EMAI

3.2.2 Ferramenta *Godot Engine*

Quanto à ferramenta utilizada no desenvolvimento do jogo, é importante mostrá-la enquanto uma ferramenta viável e que apresenta bons resultados no desenvolvimento de aplicações móveis.

Godot Engine é um motor de jogo 2D e 3D de código aberto que trabalha com uma política interessante de colaboração e comunidade. Desde seu início público oficial em 2014, têm disponibilizado abertamente seu código fonte sob a licença MIT⁹ e essa estratégia tem recebido um ótimo retorno. Juan Linietsky, um dos criadores, na atualização 3.2¹⁰ da ferramenta fez um agradecimento aos 450 contribuidores da comunidade que, em 10 meses de trabalho, somaram mais de 6000 alterações, correções e adições ao código.

Essa cultura de colaboração fez com que a ferramenta se mantivesse atualizada e atendesse às mais diversas demandas relacionadas a jogos digitais. Atualmente, na sua versão 3.3.2, Godot é um motor de jogo versátil na exportação dos jogos e leve nos seus arquivos fonte e recursos.

É possível encontrar a Godot Engine na sua página oficial¹¹, na plataforma itch.io¹² (Leaf Corcoran, 2013), na loja de jogos e ferramentas Steam¹³ (Valve Corporation, Bellevue, WA, EUA) e no próprio repositório do GitHub (Microsoft Corporation, Redmond, WA, EUA). Ela continua gratuita, com seu código aberto e com uma documentação própria traduzida em diversos idiomas pela própria comunidade.

3.2.2.1 Escolha da ferramenta de desenvolvimento

As primeiras características que atraíram a atenção para a escolha da ferramenta foram a liberdade de uso e o seu custo. Outras ferramentas no mercado que oferecem licenças gratuitas impõem algum tipo de restrição no uso, na alteração do código ou na monetização, e existem também as ferramentas com licenças pagas.

Uma outra característica são os *assets*, pacotes adicionais instalados no motor de jogo que aumentam a biblioteca de modelos e imagens, auxilia na implementação de conectores (como os de realidade aumentada) ou pacotes de exportação para determinadas plataformas.

⁹ Liberdade de uso e customização

¹⁰ Disponível em <https://github.com/godotengine/godot/releases/tag/3.2-stable>

¹¹ Disponível em <https://godotengine.org/>

¹² Disponível em <https://godotengine.itch.io/godot>

¹³ Disponível em https://store.steampowered.com/app/404790/Godot_Engine/

Esses pacotes adicionais, na maior parte dos casos, são vendidos separadamente e dependendo da aplicação são necessários para o desenvolvimento do projeto.

A Godot defende na sua documentação que “O jogo é propriedade do desenvolvedor até a última linha de código” (LINIETSKY; MANZUR, 2021).

Quadro 1 - Comparativo de preços e formatos de exportação dos motores de jogo

FERRAMENTA	OBSERVAÇÃO	PREÇO DA LICENÇA	EXPORTAÇÃO
AppGameKit	Classic	R\$252,88 (permanente)	Mobile
AppGameKit	Studio	R\$500,81 (permanente)	Multi-Plataforma
GameMaker Studio 2	Criador	R\$229/ano por plataforma	Windows/MacOS
GameMaker Studio 2	Desenvolvedor	R\$580 (permanente) por plataforma	Desktop/Mobile/Web
GameMaker Studio 2	Console	R\$4650/ano por plataforma	PS/XBOX/Nintendo ¹ 4
Godot Engine		Gratuita	Multi-Plataforma
Pixel Game Maker MV	2D	Gratuita	Local/Não Específica
Unity		De R\$0,00 a R\$10396,00 (varia com o faturamento)	Multi-Plataforma
Unreal Engine		5% do faturamento em royalties	Multi-Plataforma

Fonte: Elaborado pelo autor, dados obtidos nas páginas oficiais das ferramentas

Pode-se observar que a Godot Engine se destaca bastante no comparativo (Quadro 1), por ser completamente gratuita e suportar a exportação nas mais diversas plataformas (*Desktop*, *Mobile*, *Web* e Consoles) sem a necessidade de pacotes adicionais pagos ou licenças especiais.

Por fim, outra característica positiva da ferramenta para este trabalho é a praticidade e leveza dos seus arquivos e exportação. Os arquivos-fonte da Godot pesam pouco mais de 50MB e não necessitam de instalação para funcionar, o mesmo vale para os arquivos exportados dos jogos desenvolvidos.

¹⁴ PlayStation (Sony Group Co., Minato, Tokyo, Japão), XBOX (Microsoft Co., Redmond, WA, EUA), Nintendo (Nintendo Co. Ltd., Minami-ku, Kyoto, Japão)

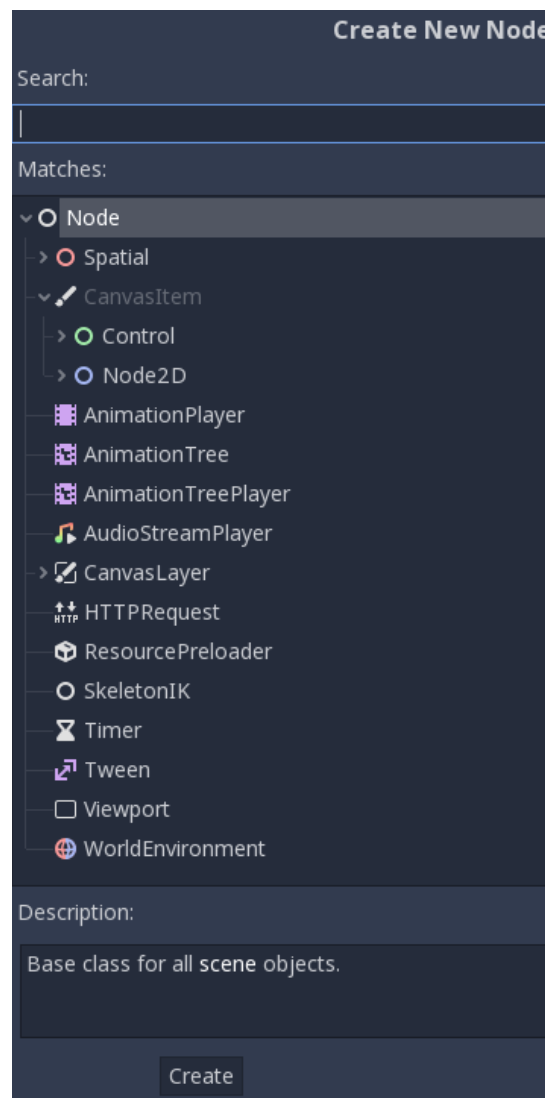
3.2.2.2 Funcionamento da Godot Engine

A Godot funciona com base em três elementos básicos: os Nós, as Cenas e os *Scripts*.

Os Nós, ou *Nodes*, são elementos com funções específicas no contexto do jogo, com propriedades editáveis, podem herdar outros Nós e podem ser estendidos (agregar mais funções). Eles podem ser uma área de colisão para interagir com outros objetos, uma *Sprite* com uma imagem, podem ser a animação de um personagem ou até uma faixa de áudio (Figura 10).

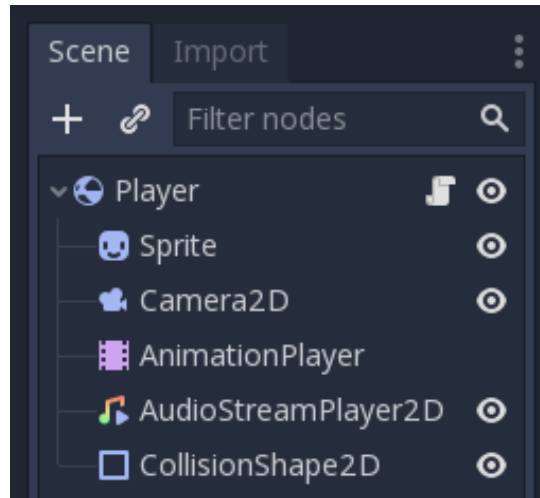
É possível adicionar a um Nó outros Nós, adicionando no elemento raiz ainda mais características, que podem ser vistas na Figura 11.

Figura 10 - Aba de criação de Node



Fonte: Godot Docs, Scenes and Nodes (2021)

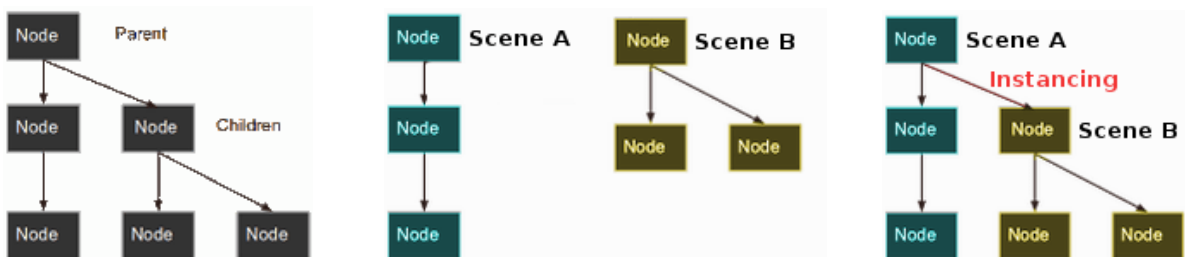
Figura 11 - Scene com Nodes pertencendo à raiz “Player”



Fonte: Godot Docs, Scenes and Nodes (2021)

O segundo elemento básico são as Cenas, ou *Scenes*, que funcionam como objetos na Programação Orientada a Objetos, pois possuem seus atributos na forma de Nós e variáveis e seus métodos na forma de *Scripts* e *Signals*. Além disso, elas podem ser encapsuladas na forma de um arquivo de cena e reutilizadas em qualquer momento do desenvolvimento, como mostra a Figura 12.

Figura 12 - Funcionamento das Cenas e Instanciamento de cenas



Fonte: Godot Docs, Instances (2021)

São elementos extremamente úteis no desenvolvimento de jogos pois evitam o retrabalho na adição de elementos repetitivos do jogo, por exemplo no desenvolvimento do jogo de dominó, as peças herdam uma cena com características genéricas de uma peça de dominó e apenas adicionam o valor dos campos e a posição dela no tabuleiro.

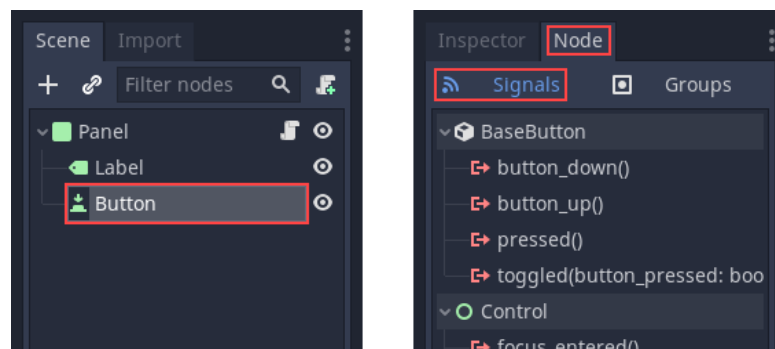
Por fim, o terceiro elemento são os *Scripts*, eles têm o papel de controlar os Nós e suas propriedades, são responsáveis por dar as características e aplicar as regras de funcionamento e relacionamento dos elementos.

Os *Scripts* podem ser escritos na linguagem nativa do Godot, a GDScript, parecida com Python ou escritos em C#. É altamente recomendado na documentação o uso da linguagem nativa, visto que o editor de *Scripts* é bastante eficaz em completar os trechos de código e de listar os argumentos das funções.

É possível adicionar *Scripts* em todos os elementos, nós e cenas do Godot e eles podem ser executados automaticamente através de uma mecânica chamada *Signal*. Essa mecânica está presente em todos os Nós e funciona como um gatilho para uma determinada ação. Esse gatilho é ativado após o Nó interagir com alguma entrada do usuário ou com outro elemento do jogo.

Para cada Nó já existem *Signals* pré definidos (Figura 13) porém eles também podem ser customizados.

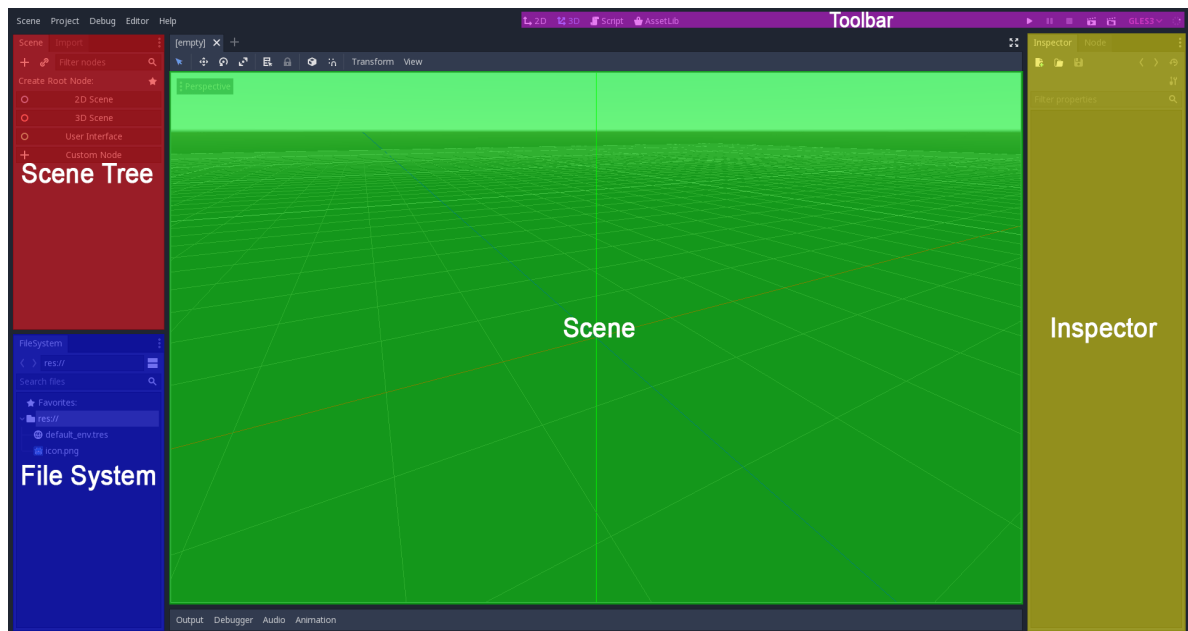
Figura 13 - Signals em um Nó do tipo Button



Fonte: Godot Docs, Scripting (2021)

Após o entendimento dos elementos fundamentais, ao carregar a ferramenta pela primeira vez a interface apresentada é intuitiva e organizada em áreas de interação com o usuário, como mostra a Figura 14.

Figura 14 - Interface da Godot



Fonte: Godot Docs, From Unity to Godot (2021)

A *Scene Tree* é responsável por mostrar o sistema de hierarquia dos Nós da Cena;

File System, é o sistema de arquivos e diretórios do projeto onde ficam salvos os recursos do jogo, como Cenas, *Scripts*, imagens, áudios, etc.;

Scene é a área de trabalho da Godot, aqui é possível interagir com os elementos no espaço 2D ou 3D determinado para o jogo ou editar os *Scripts*;

Inspector é a região onde serão apresentadas todas as características do elemento selecionado e também os *Signals* referentes a ela;

Toolbar é a barra de ferramentas onde o usuário pode alternar entre o esquema de visualização 2D, 3D ou *Script*, pode executar todo o jogo ou apenas uma cena ou pode alternar entre as bibliotecas gráficas.

3.2.2.3 Conclusão

Esse breve estudo teve como objetivo explorar um novo motor de jogo e mostrar que possui as ferramentas necessárias para o desenvolvimento de um jogo 2D. Possuindo um sistema rápido no desenvolvimento (*low code*), com portabilidade para diversas plataformas e pequeno na exportação quando comparado com as outras ferramentas citadas anteriormente (Quadro 1).

3.3 PROJETO E DESENVOLVIMENTO

Na etapa de planejamento, o esboço das ideias e a organização dos elementos e relações em diagramas auxiliou no processo do desenvolvimento. Foi possível capturar todo o fluxo presente dentro do jogo, ou seja, cada elemento adicionado no diagrama pôde ser representado no desenvolvimento como uma nova classe ou método.

Em adição, também estavam presentes ferramentas textuais que discorrem sobre as várias características do jogo e registram cada etapa do processo de construção do mesmo. Entende-se aqui que o processo de construção não estará ligado apenas à mecânica do jogo mas também ao ambiente ao qual o jogador será inserido e a história contada a ele.

Em um projeto simples e com um time pequeno pode não parecer tão importante esse nível de documentação e detalhamento, visto que todos estão próximos a todas as fontes de informação e etapas do desenvolvimento, mas ter um documento que estrutura todas as suas ferramentas e todo o ambiente para o qual ela foi projetada não só orienta o desenvolvimento como facilita a sua retomada e a sua manutenção.

3.3.1 Planejamento

Como primeira etapa no processo de criação, o planejamento foi peça fundamental na definição de algumas das características do aplicativo, estas enumeradas nesta seção. Foi criado um esboço da interface, e ao longo dos estudos, as funcionalidades principais do HUD foram determinadas, assim como seu relacionamento com a mecânica do jogo de dominó e com a atividade didática em questão.

A primeira característica definida foi a orientação da tela do jogo como horizontal e a disposição das peças da mão do jogador na parte inferior, isso se deu após analisar outros jogos de mesa e jogos de dominó disponíveis nas lojas de aplicativos.

Um dos jogos analisados foi HearthStone (Blizzard Entertainment Inc., Irvine, CA., EUA), um jogo de cartas de muito sucesso¹⁵ que inicialmente era exclusivo para *desktop*, e que na sua versão *mobile* conseguiu manter sua essência e jogabilidade. O desafio estava em manter as informações visíveis para o jogador, uma vez que os dispositivos móveis não seguem um padrão de dimensão ou proporção.

¹⁵ Mais de 10 milhões de downloads na Google Play Store

Figura 15 - Captura de tela de uma partida HearthStone Desktop



Fonte: BLIZZARD, “Hearthstone, the strategy card game” (2021)

Figura 16 - Captura de tela de uma partida HearthStone Mobile



Fonte: BLIZZARD, “Hearthstone, the strategy card game” (2021)

Como apresentado nas Figuras 15 e 16, foram poucas as modificações no tabuleiro para a versão *mobile*, o que marcou a mudança foi a disposição das cartas na mão do jogador e os detalhes do cenário nos cantos do tabuleiro. O jogador agora pode optar por visualizar no

tamanho normal ou esconder (minimizar) as cartas no canto inferior da tela. Uma adaptação que não influenciou na jogabilidade e facilitou a sua portabilidade.

Por conta da forma com que são dispostas as cartas no tabuleiro e para facilitar a leitura das informações, a orientação da tela escolhida para o HearthStone foi a horizontal, uma vez que o espaço para cada uma nessa disposição é maior.

O UNO (Mattel Inc., El Segundo, CA. EUA), um dos jogos de cartas mais famosos e mais vendidos, considerado em 2017 como o número 1 do mundo e induzido ao National Toy Hall of Fame do The Strong Museum, passou pelo processo de digitalização e em 2006 lançou sua primeira versão para consoles. Atualmente, com mais de 50 milhões de *downloads* na Google Play Store, serviu de objeto de estudo para validar as características de um jogo de mesa na sua versão digital.

Figura 17 - Captura de tela de uma partida UNO Mobile



Fonte: Mattel 163 Limited, Google Play Store (2021)

Com a orientação de tela na horizontal, o diferencial apresentado pela produtora foi a introdução de diversas mecânicas novas na jogabilidade, essas que não seriam possíveis na sua versão física. Como exemplo, a Figura 17 apresenta uma das mecânicas, onde é possível visualizar as cartas na mão de seu colega de equipe. Outras mudanças como novos modos de jogo, novas regras e novas cartas também puderam ser adicionadas.

Uma análise quanto aos jogos de Dominó para dispositivos móveis foi realizada na loja de aplicativos da Google, a Google Play Store (Google LLC, Mountain View, CA, EUA), são mais de 200 títulos relacionados e os primeiros mais acessados e instalados foram usados

como base para o estudo. O que se buscava estudar eram características como: a orientação da tela do jogo, a orientação das peças na mão do jogador, a possibilidade de jogos com 4 jogadores e novas regras ou novas mecânicas.

No Quadro 2, são apresentados esses dados e com eles será possível interpretar e analisar como essas características afetam a jogabilidade e a aparência do jogo. Busquei informações que colaborem com uma interface amigável para crianças do 3º ano do EF.

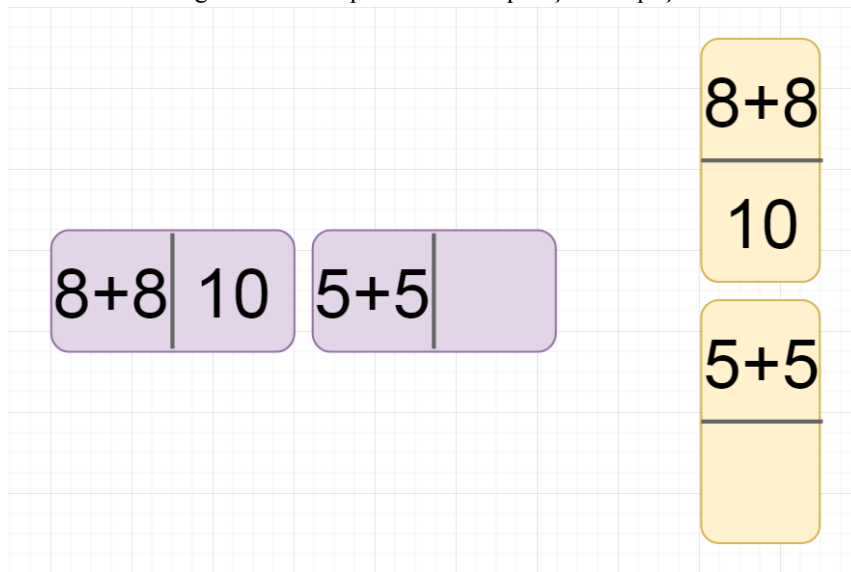
Quadro 2 - Comparativo dos jogos de Dominó na Google Play

Nome	Desenvolvedora	Downloads	Orientação da Tela	Orientação das Peças	Jogadores
Dominó	Loop Games	50000000+	Vertical	Vertical	2
Dominó Jogatina	Jogatina.com	10000000+	Vertical	Vertical	2-4
Dominoes	Ricardo Amorim	10000000+	Horizontal	Horizontal	2-4
Domino	Flyclops LLC	5000000+	Vertical	Vertical	2
Domino!	MegaJogos	5000000+	Ambas	Vertical	2-4
Dominoes	SNG Games	5000000+	Vertical	Vertical	2-4
Dominó!	ZiMAD	5000000+	Horizontal	Vertical	2-4
Dominó	Aged Studio Limited	1000000+	Vertical	Vertical	2
Dominos Game	FIOGONIA LIMITED	1000000+	Vertical	Vertical	2
Dominoes	KIA ORA GAMES PTY	1000000+	Vertical	Vertical	2
KOGA Domino	KOGA GAME	1000000+	Horizontal	Vertical	2-4
Dominoes	NewPubCo	1000000+	Vertical	Vertical	2
Domino Master!	TikGames LLC	1000000+	Vertical	Vertical	2-4
Dominoes Online	Italic Games	500000+	Ambas	Vertical	2

Fonte: Elaborado pelo autor - Dados disponibilizados pelas desenvolvedoras na Google Play Store

Observa-se uma predominância na disposição vertical, tanto das peças quanto da tela do jogo, para peças tradicionais de dominó a disposição vertical não influencia a direção de leitura. Porém, no caso da atividade com operações matemáticas, é interessante que as peças estejam na posição horizontal, facilitando a leitura dos números e das operações.

Figura 18 - Comparativo na disposição das peças



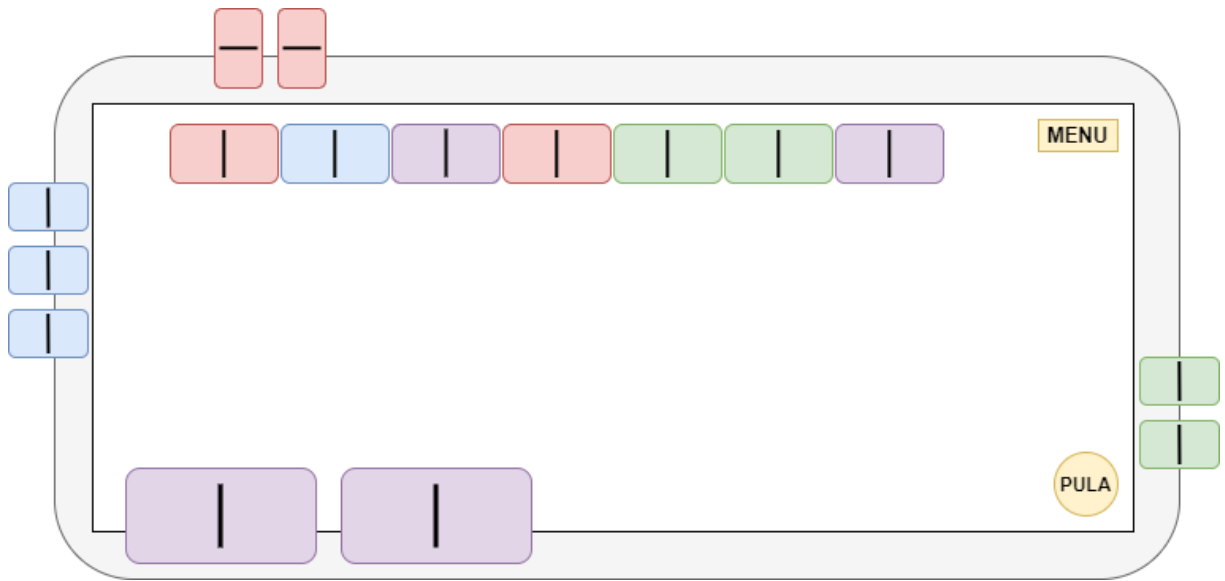
Fonte: Elaborado pelo autor

Na Figura 18 as duas peças têm as mesmas dimensões, porém as peças da esquerda favorecem mais a forma natural de escrita e leitura, facilitando a interpretação da operação de uma forma linear. Por esse motivo, foi a orientação escolhida. O próximo desafio agora é a adaptação da forma de representar as contas quando o jogo chegar nos limites do tabuleiro.

Definida a orientação da tela do jogo e das peças, a próxima etapa foi criar um esboço para facilitar a visualização das próximas características a serem definidas (Figura 19).

Uma característica observada nos outros jogos de dominó, e também presente no UNO e Hearthstone, é a de mostrar na tela quantas cartas ou peças os outros jogadores têm em suas mãos. Isso aproxima a experiência com a de uma partida real e facilita a identificação de qual adversário está mais próximo da vitória.

Figura 19 - Esboço da tela do jogo

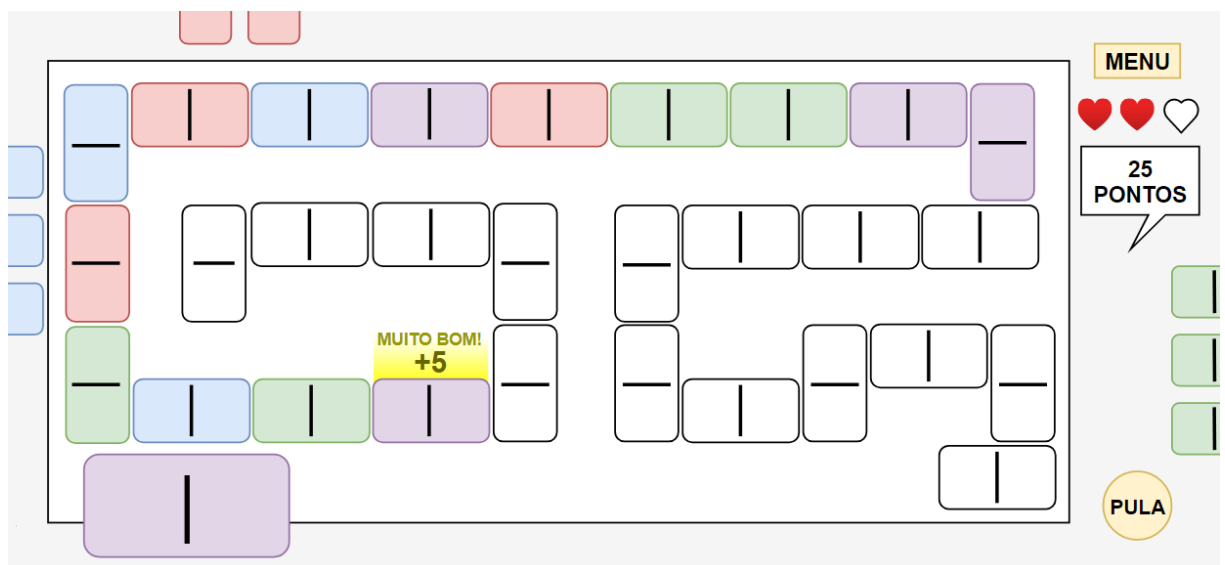


Fonte: Elaborado pelo autor

Inspirando-se na transformação digital do jogo UNO, que trouxe elementos adicionais, como novas regras e novos modos de jogo, foi elaborado um novo sistema de regras para a versão digital da atividade.

Esse sistema, pensando em aprimorar a experiência do jogador, evita que o aluno complete sua jogada por tentativa e erro e adiciona mais um elemento competitivo ao jogo. Foram adicionadas duas mecânicas na jogabilidade: as vidas e a pontuação (Figura 20).

Figura 20 - Esboço da tela do jogo com elementos do HUD



Fonte: Elaborado pelo autor

A pontuação é uma forma de incentivar o aluno a realizar sempre jogadas precisas, é um elemento apenas estético na interface do jogo porém que traz um reforço positivo na experiência.

A cada rodada o aluno pode tentar arrastar as peças para uma das extremidades do tabuleiro, porém para cada tentativa incorreta a pontuação que é obtida diminui. Se acertar na primeira tentativa ele recebe 5 pontos e uma mensagem positiva, na próxima tentativa ele recebe 3 pontos e na terceira tentativa apenas 1.

Aqui entra a segunda mecânica, as vidas, elas servem como indicador para o aluno se atentar aos erros e também serve para evitar acertos por tentativa e erro.

Da terceira tentativa em diante o aluno não recebe mais pontos ao realizar uma jogada correta, e se errar ele perde uma de suas vidas, ao final das vidas ele automaticamente passa a sua vez.

Essa é uma forma de adicionar o elemento de gerenciamento de recursos ao jogo, o aluno precisa ser cuidadoso nas suas tentativas para preservar as suas vidas e conseguir a maior pontuação possível.

A cada nova rodada o aluno volta a receber os pontos normalmente, porém suas vidas não são restituídas.

A última característica visual que foi definida para o jogo foi a progressão das peças na tela, de uma forma a manter a linearidade na leitura das operações e não apresentá-las rotacionadas. Para isso, era necessária uma forma de representar o texto das peças sempre na horizontal, da necessidade citada definiu-se o tema do jogo: Parque aquático.

Dentro da temática, a ideia foi criar peças de um toboágua representando as peças do dominó, e para solucionar a questão da escrita sempre na horizontal, foi adicionado um segundo modelo de peça, que seria utilizada nos limites laterais do tabuleiro. Essas peças fariam a conexão de uma linha com a outra sem a necessidade de rotacionar as peças e sem perder a identidade visual.

Isso trouxe mais um elemento na experiência do usuário sem interferir na atividade ou na lógica do jogo.

3.3.2 Projeto de Software

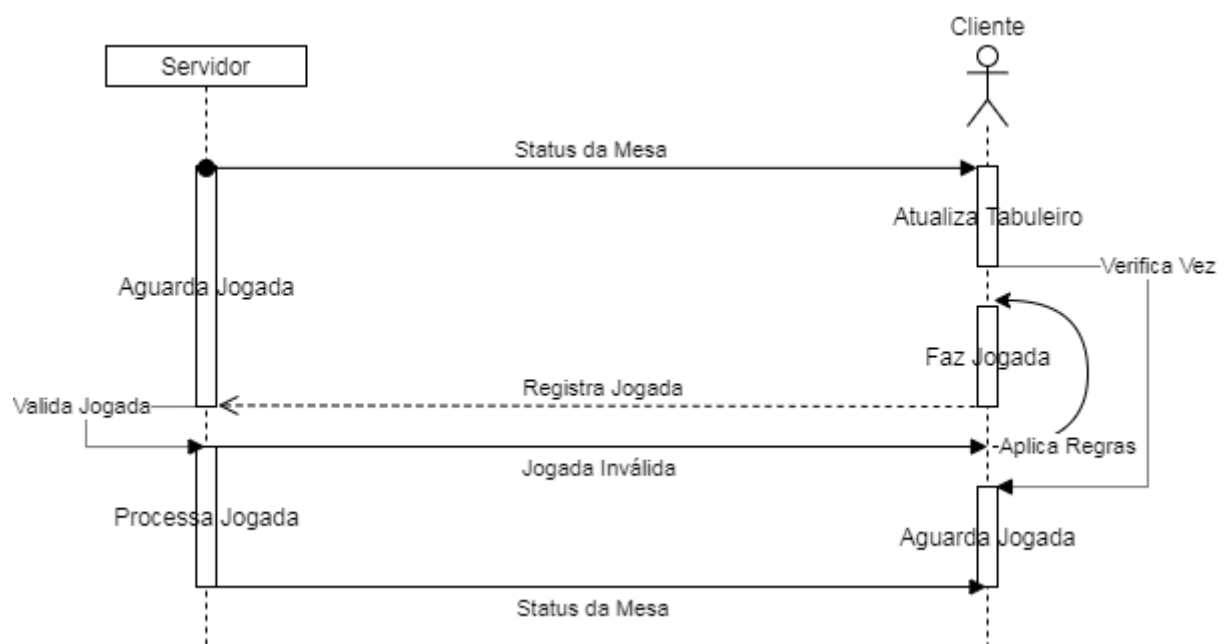
Com as características visuais e mecânicas de jogo definidas, o próximo passo foi planejar o desenvolvimento e definir as especificações técnicas, desenvolvendo diagramas para as os estados do jogo e separando os elementos em *Scenes* do Godot.

Quanto às cenas, elemento fundamental no encapsulamento de recursos, foram definidas: “domino”, “player”, “mesa”, “menuPrincipal” e “gerenciadorTela”.

O Gerenciador de Telas é a classe principal que é carregada ao iniciar a aplicação e fica responsável por alternar entre as cenas de menu ou jogo.

O Menu Principal é a primeira cena carregada pelo gerenciador e é uma tela estática com os botões para interação do usuário, nesta cena são instanciados os elementos do WebSocket para a conexão entre os jogadores e é onde o Professor faz o acesso aos arquivos que serão gerados durante a troca de informações entre os jogadores (Figura 21).

Figura 21 - Troca de informações entre Servidor-Cliente durante o jogo



Fonte: Elaborado pelo autor

3.3.2.1 Comunicação

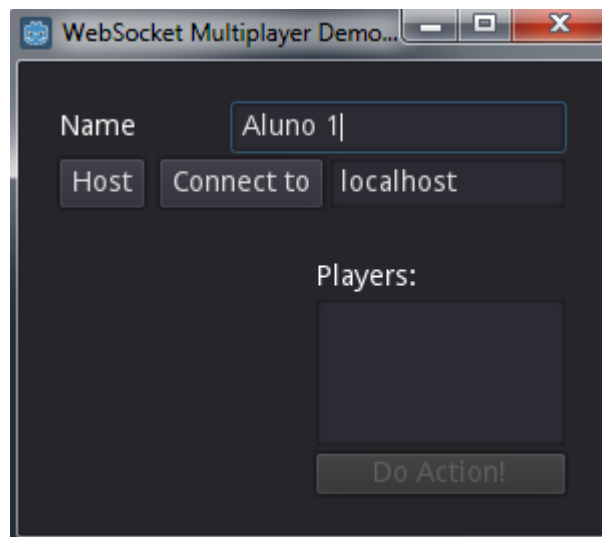
Toda a comunicação entre os jogadores será feita através do Websocket Multiplayer, um protocolo de comunicação baseado em mensagens que usa a conexão TCP. É um protocolo suportado pela Godot e muito utilizado para conexões simples para jogos baseados em turnos, que é o caso do jogo de dominó.

A troca de mensagens registra as tentativas de jogadas, o estado do tabuleiro e o estado dos jogadores quanto às vidas, quantidade de peças e pontuação. Esses registros também são armazenados em um arquivo de texto pela Godot.

Ele funciona com um jogador no papel de “host” ou jogador-servidor e os outros jogadores-clientes realizam a conexão direta através do WebSocket. O protocolo permite a troca de mensagens de uma forma confiável porém não é recomendada para alto volume de dados ou jogos de baixa latência¹⁶.

Na Figura 22, uma demonstração da implementação do WebSocket Multiplayer presente na ferramenta. O jogador pode optar por hospedar a partida ou conectar em uma partida existente, além de visualizar os jogadores presentes na sala.

Figura 22 - Demonstração do WebSocket Multiplayer



Fonte: Demos, Godot Engine (2021)

3.3.2.2 Fluxo de atividades

Após os jogadores selecionarem um dos modos de jogo e preencherem as informações de conexão o jogador Host pode iniciar a partida, acionando a troca de cena para o modo de jogo selecionado e dando início ao mesmo.

Na cena do Jogo são instanciados os jogadores e as peças. Cada peça do jogo armazena os seus valores (Operação e Resultado) e uma *Sprite*, elas são representadas em duas cenas “domino” diferentes, uma no tabuleiro inicialmente oculta e uma na mão do jogador.

¹⁶ Godot Docs, Networking » WebSocket

No começo da partida o jogo embaralha uma lista contendo os valores de todas as peças referentes ao modo de jogo selecionado e as distribui para cada cena “player”, que então desenha as peças com os valores recebidos.

Após realizar uma jogada válida a peça passa do estado visível para oculta na mão do jogador e passa a ser visível no tabuleiro adotando os valores da primeira.

As cenas de “player” são responsáveis por armazenar essa lista de peças na mão e instanciar as cenas “domino” para cada uma delas, além de armazenar informações do jogador como pontuação e vidas.

O jogador com a função Host é o responsável por atualizar o estado do jogo a cada nova jogada, atualizando tanto as informações visíveis, como peças no tabuleiro, quanto às informações das *Scenes* de cada “player”.

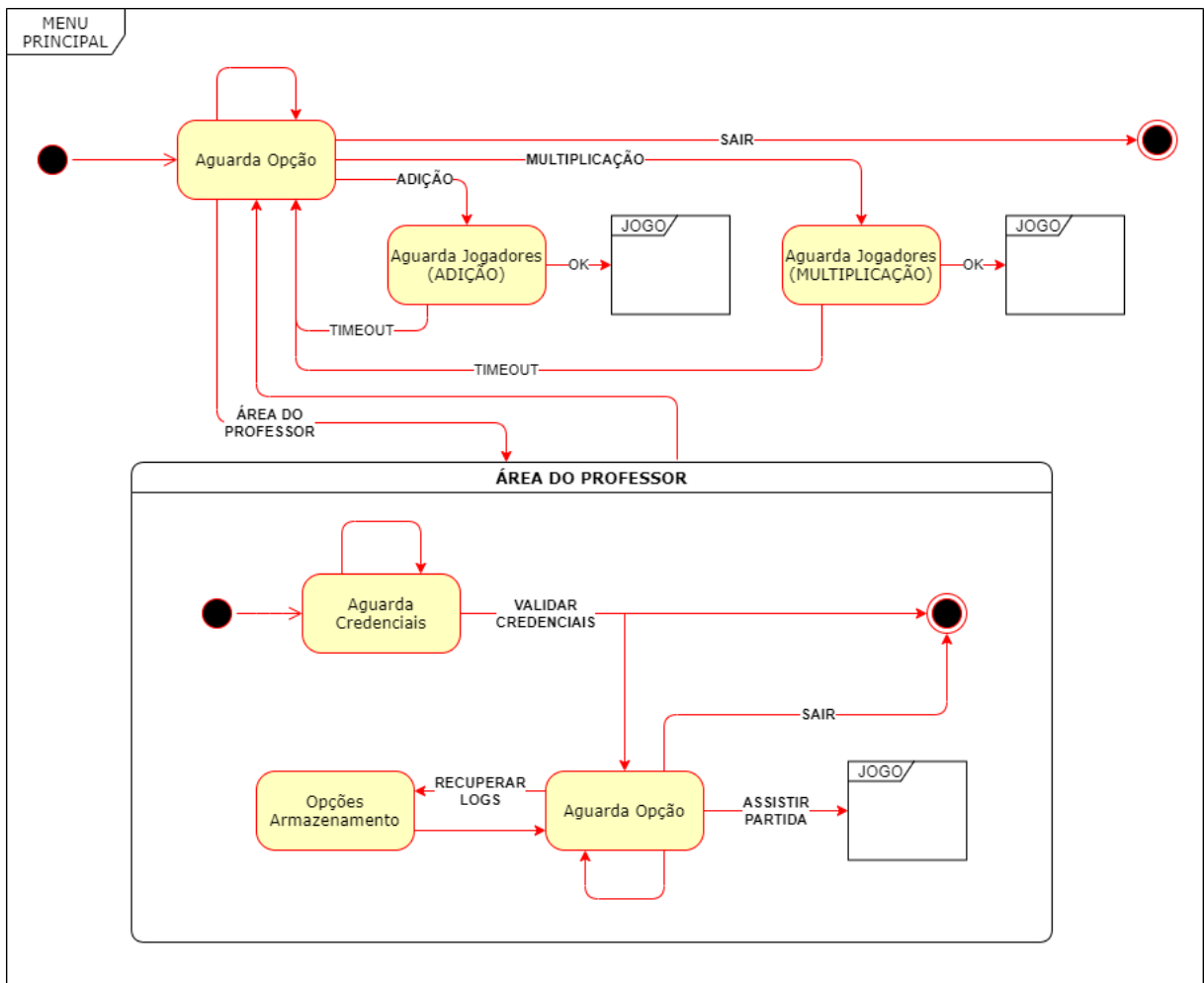
Na tela de cada jogador é mostrada apenas a *Scene* referente ao mesmo e as peças visíveis no tabuleiro, porém todas as outras informações também são compartilhadas para garantir a consistência dos dados.

3.3.2.3 Diagrama de Estados

Como parte pertinente do processo de desenvolvimento, o diagrama de estados é uma forma de documentar e de direcionar todo o processo de desenvolvimento. Nele estão todas as diferentes telas da aplicação e todos seus estados, seja um estado de processamento de informações ou entradas do usuário, seja um estado ocioso aguardando algum comando ou ação.

Nas Figuras 23 e 24 são apresentados dois diagramas: o diagrama de estados do Menu Principal e o diagrama de estados da Tela do Jogo. Ambos exemplificando o fluxo de interações possíveis do usuário com a aplicação e qual o reflexo destas com as telas e os estados do jogo.

Figura 23 - Diagrama de estados do menu principal



Fonte: Elaborado pelo autor

Como primeira tela do jogo o diagrama apresenta o menu principal, ambiente que direciona o usuário para a atividade desejada. Ele se inicia em um estado de espera “Aguarda Opção”, onde aguarda por uma entrada do usuário dentro das opções oferecidas, seja ela: procurar por uma partida no modo “adição” ou “multiplicação”, acessar o ambiente do professor ou sair do jogo.

Caso a opção seja procurar uma partida, o estado do jogo passa para “Aguarda Jogadores”, aqui o usuário faz a etapa de conexão com outros jogadores e população das mesas de jogo. Se a conexão com os outros jogadores for bem sucedida ele é redirecionado para a próxima tela, caso contrário ele retorna ao estado anterior para tentar uma nova conexão.

Caso o usuário opte pela “Área do Professor”, ainda na tela do Menu Principal, o estado passa para “Aguarda Credenciais” onde as credenciais de professor serão solicitadas

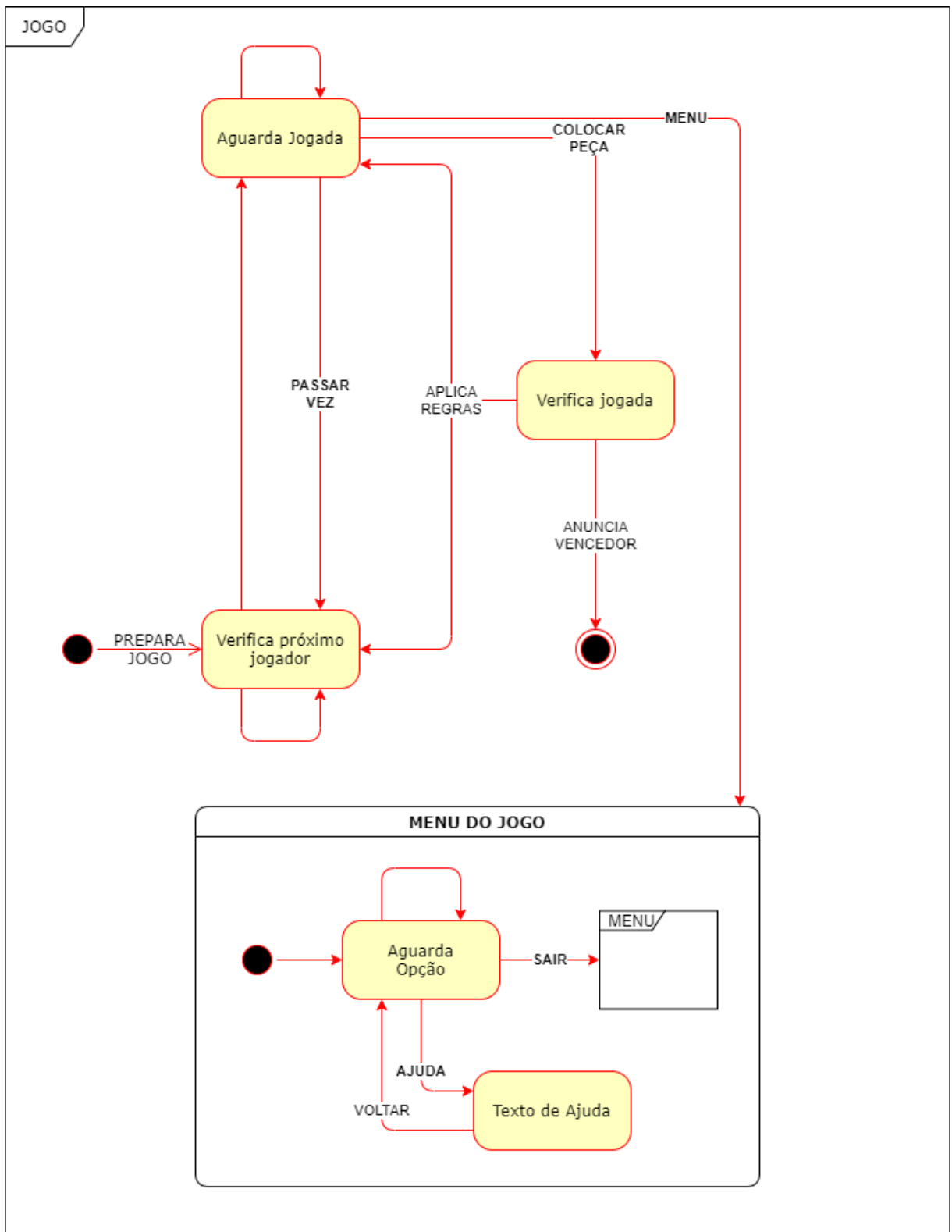
para confirmar os privilégios do usuário, para o caso de credenciais inválidas o estado volta para o anterior e aguarda novas interações.

Caso as credenciais estejam corretas, o estado passará novamente para "Aguardar Opção", porém com algumas opções adicionais, onde o professor poderá acessar as partidas acontecendo no momento e os registros de partidas.

Para a opção “Assistir Partida”, é apresentada a lista de salas abertas onde o professor poderá acessar e assistir a partida como espectador. “Recuperar Logs” é a opção onde o professor tem acesso à lista de registros de partidas e pode fazer o *download* dos arquivos no formato texto.

Finalmente, a opção “Sair” termina a aplicação.

Figura 24 - Diagrama de estados da tela do jogo



Fonte: Elaborado pelo autor

Após a seleção de um modo de jogo e o preenchimento dos lugares na mesa, o usuário é redirecionado para a tela do tabuleiro (jogo) e nela ocorre todo o processamento das jogadas e do jogo.

Assim que os usuários entram na tela do jogo ocorre a etapa de preparação. Nessa etapa as peças são distribuídas aleatoriamente entre os jogadores, assim como um número referente a sua posição na mesa, esse número será o elemento validado para conferir de qual jogador é a vez.

O jogo entra no estado “Verifica próximo jogador”, onde o primeiro número da lista é definido como “jogador da vez” e é repassado para todos os jogadores.

No próximo estado, “Aguarda Jogada”, o jogo espera uma ação do usuário e caso ele não seja o jogador da vez, ele pode apenas interagir com o menu.

Nesse caso, ainda na tela do jogo, a janela do menu se abre passando o estado do jogo para “Aguarda Opção” onde o usuário pode escolher entre “fechar” para fechar o menu do jogo, “ajuda” para exibir um texto com as regras do jogo ou “sair”, onde ele deve confirmar a opção e o jogo retorna para a tela do Menu Principal.

Se um jogador sair da partida, ela se encerra e todos são redirecionados para o menu principal. Ainda não é prevista uma medida para dar continuidade ao jogo sem os quatro jogadores.

De volta ao estado “Aguarda Jogada”, se for a vez do jogador ele poderá interagir com os outros elementos do jogo além do menu. Ele pode arrastar as peças para uma posição ou passar a vez. Caso escolha por passar a vez, o jogo passa para o estado “Verifica próximo jogador” e o próximo número da lista é definido como o jogador da vez, uma nova rodada se inicia.

Por fim, se for a vez do jogador e ele escolher por colocar uma de suas peças no tabuleiro, o jogo entra em uma sequência de validação para verificar a jogada e aplicar as regras de pontuação.

O jogador pode tentar realizar jogadas até que suas vidas acabem ou ele decida passar a vez. Caso a jogada seja válida, o jogador recebe a pontuação e o jogo verifica o critério de vitória (fim das peças do jogador), em caso afirmativo anuncia o vencedor para todos os jogadores e termina o jogo.

3.3.2.4 Diagrama de Classes

Finalmente, para agregar as definições e os elementos citados, o diagrama da Figura 25 apresenta as classes utilizadas no desenvolvimento e as suas funções principais. Vale ressaltar que o sistema de armazenamento de dados, como as credenciais dos professores, os valores das peças e os registros de partidas foram feitos localmente.

As classes que são dinâmicas têm a função *desenhar*, responsável por atualizar os nós para os novos estados recebidos via interação com o jogador ou com o servidor.

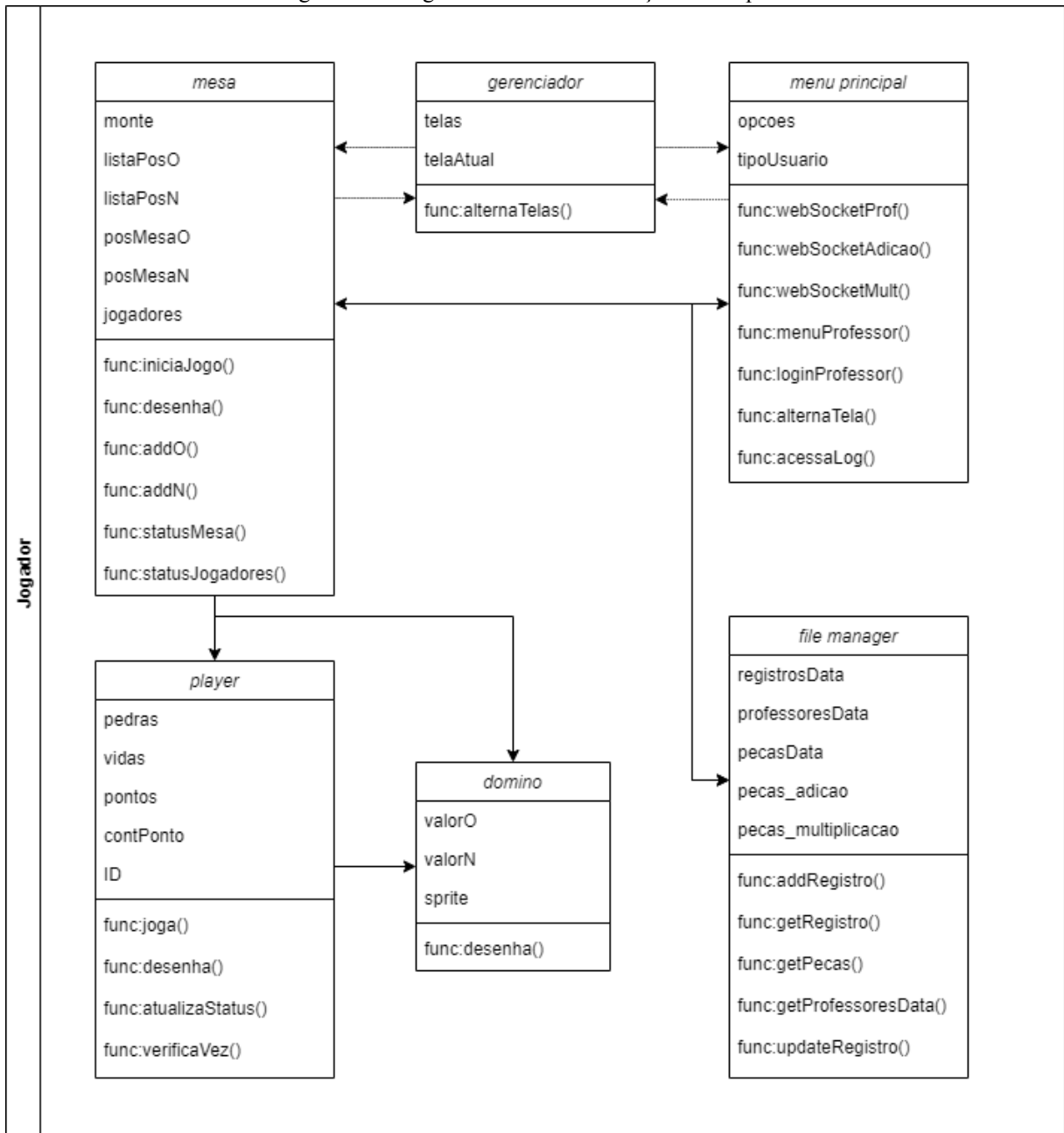
A classe da "mesa", por exemplo, armazena peças à esquerda e à direita em duas listas, a cada nova jogada válida a próxima peça da lista é atualizada para os novos valores. Após a próxima chamada em "*desenhar*" todas as peças são desenhadas novamente e a nova peça passa a ser visível.

O inverso acontece na classe "*player*", após ele realizar uma jogada válida o estado da peça da sua lista de pedras é mudado e na próxima chamada da função *desenha* ela não será mais mostrada.

Foram usadas as referências "O" e "N" para diferenciar os lados do tabuleiro e os lados das peças, sendo "O" para o lado esquerdo (das operações aritméticas) e "N" para o lado direito (dos valores numéricos). Essa nomenclatura também serviu para as listas de peças na mesa e para as variáveis que guardam a última posição armazenada.

Essas últimas variáveis citadas são os ponteiros do fluxo de jogo e do fluxo das peças, elas têm um valor numérico que informa em qual posição de cada lista foi feita a última jogada e auxilia na verificação de jogada válida.

Figura 25 - Diagrama de Classes e Funções Principais



Fonte: Elaborado pelo autor

3.3.3 SGDD - *Serious Game Design Document*

Como parte do processo de design e de documentação do jogo, o *Game Design Document* é uma forma de apresentar cada característica do jogo em um só documento.

Para jogos sérios, com fins educativos, o SGDD traz além das características como mecânica do jogo, regras e aparência, informações sobre a proposta educacional.

POZEFSKY (2018) apresenta um modelo de documento¹⁷ juntamente com a descrição detalhada de cada um dos elementos e sua importância na construção de um jogo sério.

O Documento de Game Design do jogo desenvolvido (Figuras 26 a 29) traz elementos mais pontuais como Título e Gênero do jogo mas também traz outras definições mais específicas como as Regras, Aparência, Fluxo de Telas e Arte do Jogo.

¹⁷ Disponível na íntegra (tradução nossa) no Anexo 3

Figura 26 - Primeira página do SGDD¹⁸

Título <u>Nome do jogo:</u> Dominó Splash! <u>Time:</u> Edgard Schimidtt (Projeto e Desenvolvimento), Gustavo Troya (Designer Gráfico) <u>Data da última atualização:</u> 04/07/2021 Resumo do jogo <u>Conceito do jogo:</u> Jogo de dominó educativo <u>Público alvo:</u> Alunos do 3º ano do EF I <u>Gênero(s):</u> Jogos de tabuleiro e jogos de mesa digitais <u>Propósito do jogo:</u> Ensino das operações básicas matemáticas (adição e multiplicação) <u>Look and Feel:</u> Parque aquático, toboágua <u>Proposta de uso:</u> Acompanhado por professores dentro da sala de aula, o seu uso é por meio de dispositivos móveis e é necessário um dispositivo por jogador Jogabilidade <u>Objetivos:</u> Utilizar corretamente todas as peças antes que seus adversários <u>Progressão e Fluxo de jogo:</u> Peças devem ser adicionadas ao final do toboágua, em uma das pontas <u>Estrutura de quebra cabeças:</u> As peças devem ser conectadas com seu par de mesmo valor numérico Mecânicas <u>Regras:</u> Um jogador é escolhido ao acaso para iniciar, a partir dele é concedida uma vez por jogador no sentido horário, onde este deve utilizar uma de suas peças para combinar com uma das pontas disponíveis no tabuleiro, finalizando sua jogada Se nenhuma ação estiver disponível (nenhuma combinação) o jogador deve passar sua vez Em cada jogada o jogador pode receber 5, 3 ou 1 pontos variando de acordo com o número de tentativas em arrastar as peças para alguma posição, após a

Fonte: Elaborado pelo autor

¹⁸ *Look and Feel* é um termo do *Game Design* que define a aparência do jogo e seu estilo visual

Figura 27 - Segunda página do SGDD

terceira tentativa errada, na mesma jogada, cada erro subsequente remove uma das vidas do jogador

Se o jogador não tiver mais vidas disponíveis ele perde sua vez, cada nova jogada renova o contador de tentativas, porém não restitui as vidas

Será considerado o vencedor o primeiro jogador a utilizar todas as suas peças

Modelo do universo do jogo: Cada peça é uma extensão do toboágua, a cada nova adicionada no tabuleiro o escorregador fica maior.

Objetos: As peças são arrastadas na posição desejada no formato “drag and drop” (arrastar e soltar)

Ações: Arrastar as peças, passar a vez, abrir o menu e interagir com as opções do menu e menu principal

Fluxo de telas: Menu Principal te leva ao Tabuleiro (Jogo) através dos botões ADIÇÃO e MULTIPLICAÇÃO, é possível retornar ao menu principal acessando o menu da tela do Jogo e escolhendo a opção SAIR

Opções do jogo: Modos de jogo, adição ou multiplicação (16 e 28 peças, respectivamente)

Replaying and saving: Rejogabilidade possível após cada partida, não existe sistema de salvamento apenas registro das jogadas em registros.

Mundo do jogo

Look and feel geral do mundo: Uma grande piscina cheia de água com uma torre ao centro, desta torre são conectadas as partes do toboágua, de cor amarela. As vidas são bóias salva-vidas de cor vermelha no canto inferior direito.

Interface

Sistema visual: Resolução 1920x1080 (16:9), Horizontal

HUD: Faixa horizontal na parte inferior, peças, botões, pontuação e vidas

Menus: Menu Principal e Menu do Jogo

Modelo de câmera: 2D, visão de cima do tabuleiro (*top view*)

Sistema de controle: Através do touchscreen, apertar botões e arrastar/soltar

Sistema de ajuda: No menu do jogo, texto explicativo das regras e mecânicas

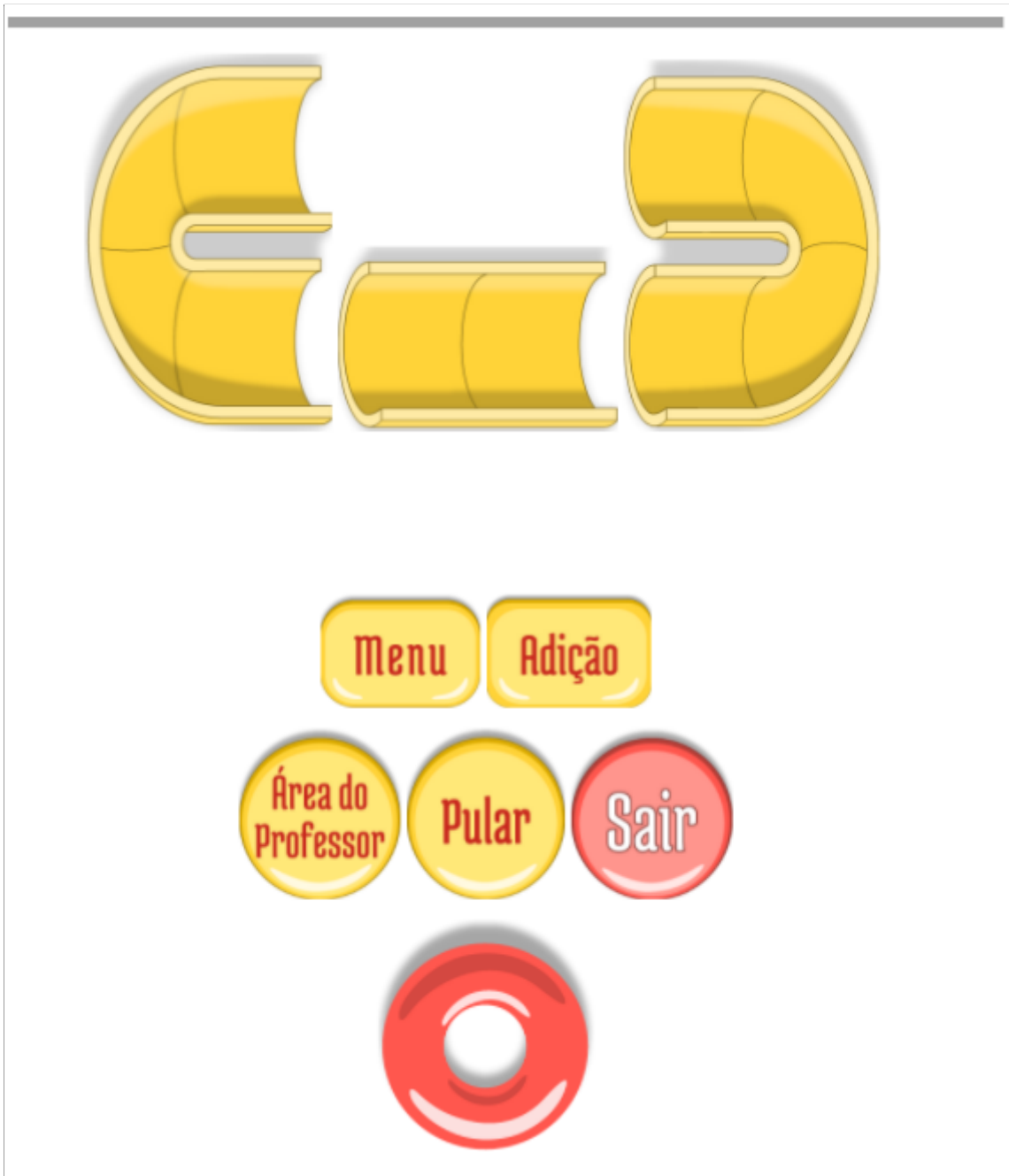
Arte do jogo: Na sequência, plano de fundo do menu principal, plano de fundo da tela de jogo, peças do toboágua, botões e ícone do jogo e vidas.

Figura 28 - Terceira página do SGDD



Fonte: Elaborado pelo autor, arte por Gustavo Troya, 2021

Figura 29 - Quarta página do SGDD

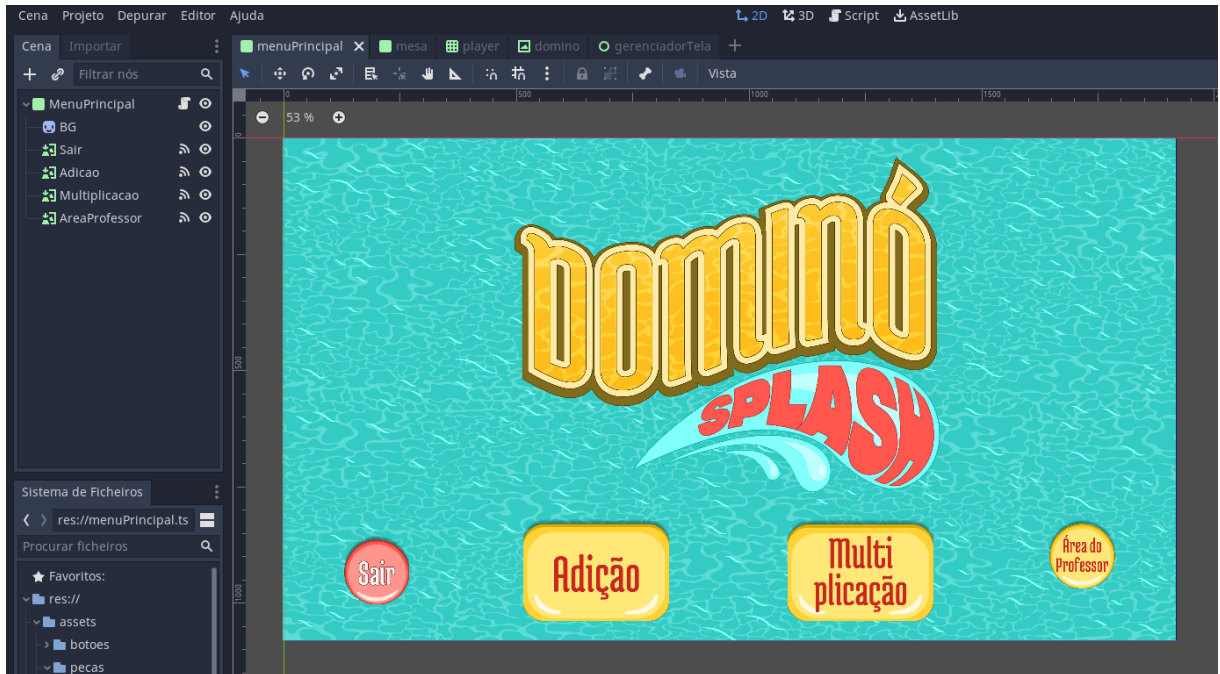


Fonte: Elaborado pelo autor, arte por Gustavo Troya, 2021

3.3.4 Protótipo

Na última seção deste capítulo, serão apresentadas algumas imagens das telas do jogo na sua versão atual (Figuras 30 e 31).

Figura 30 - Projeto Godot e Menu Principal



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 31 - Tela do Jogo da Adição



Fonte: Elaborado pelo autor

3.4 AVALIAÇÃO (QUESTIONÁRIO)

Para compreender e validar a relação dos docentes com suas dificuldades, sejam elas no ensino da matemática, no processo de transmissão dos conhecimentos ou mediante as ferramentas digitais. Foi realizado um questionário que contou com a participação de 36 professores do EF da rede pública e privada do Litoral Norte de São Paulo, Águas de Sta. Bárbara, Cerqueira César, Avaré e Bauru.

O questionário¹⁹ contou com dois momentos: O primeiro buscou informações quanto à experiência dos professores com atividades lúdicas, a disponibilidade de recursos (físicos e digitais) nas escolas e o interesse deles quanto a atividades digitais. Em seguida, buscou a opinião destes quanto à atividade (Dominó Matemático) e as características adotadas na versão digital, como o sistema de vidas e pontuação.

As perguntas abertas buscaram aprofundar questões como: estratégias de ensino adotadas pelos professores, recursos didáticos usados e disponíveis nas escolas. As perguntas fechadas seguiram o modelo escalonado de Likert (1932) apresentado por Vieira (2009) em sua literatura sobre elaboração de questionários e fizeram uma avaliação da opinião dos professores dentro de cinco alternativas.

A escala neste questionário avalia de 1 a 5 a opinião nos assuntos abordados, sendo 1 uma opinião extremamente contrária e 5 extremamente favorável, após isso a interpretação do resultado será feita através da moda (Mo) e mediana (Md) dos resultados, identificados por “Likert” referenciando a escala e seguido dos valores (ex. Likert: Mo=5, Md=5).

3.4.1 Resultados do questionário²⁰

77,8% dos professores (Likert: Mo=1, Md=1) discordam que todos os alunos levam o mesmo tempo para compreender os conteúdos em sala de aula, e reforçam nas respostas abertas que cada aluno tem uma demanda de atenção diferente e uma metodologia diferente precisa ser adotada.

Quando questionados sobre quais os recursos (físicos e digitais) atraem mais a atenção dos alunos, 80,6% responderam que os recursos digitais são mais atraentes aos alunos atualmente e desses professores 58% optaram pelos recursos digitais individuais (computadores, celulares e tablets).

¹⁹ Disponível na íntegra no Apêndice 3

²⁰ Disponível na íntegra no Apêndice 4

Esta primeira seção mostrou que os professores têm seus métodos de ensino e também estão buscando novas formas de ensinar, porém, limitados aos recursos disponíveis nas escolas.

Na seção seguinte do questionário foram abordadas as atividades lúdicas, como é a experiência dos professores com as atividades desse tipo e qual a opinião deles quanto ao retorno dos alunos.

Todos os professores entrevistados tiveram algum tipo de contato com atividades lúdicas como ferramenta de ensino, seja aplicando ou participando. Quando questionados sobre o tempo que leva a preparação de uma atividade, 74,3% levam mais de 25 minutos apenas na preparação da atividade.

Tomando como referência a atividade do material EMAI citada neste trabalho, a preparação envolve tarefas como: impressão das cartelas de peças (uma cartela para cada quatro alunos), recorte das peças e organização dos alunos em grupos. A transformação digital dessa atividade buscou reduzir essas tarefas para aumentar o tempo disponível na aplicação da atividade em si.

Dando sequência, três perguntas foram feitas questionando o uso de recompensas para incentivar a participação dos alunos nas atividades, 77,8% dos professores já usaram algum tipo de recompensa nas suas atividades. Quanto ao empenho dos alunos em atividades com recompensa, 83,4% dos professores (Likert: Mo=4, Md=4) tiveram um posicionamento positivo e 91,6% (Likert: Mo=4, Md=4) concordam que os alunos se mostram mais competitivos nessas atividades.

Essa seção reforça o apresentado neste trabalho quanto aos jogos, que têm na sua essência algum tipo de recompensa e alguma forma de competitividade e quando aplicados como ferramenta de ensino atraem a atenção dos alunos.

Por fim, foram feitas nove perguntas sobre a atividade tratada neste trabalho e sobre algumas características que poderiam ser implementadas na sua versão digital.

Quando questionados sobre as operações entre números de apenas um algarismo, 97,3% concordaram (Likert: Mo=5, Md=5) que era uma característica positiva dado o público alvo.

Sobre o número de peças das atividades e o tempo de duração da partida, comparada a uma partida tradicional de Dominó, 94,4% tiveram um posicionamento positivo (Likert: Mo=4, Md=4).

Quanto às características que podem ser implementadas na versão digital, eles foram questionados sobre a possibilidade de aumentar o número de Algarismos nas operações e sobre aumentar o número de peças para partidas mais longas. Para ambas o posicionamento foi positivo porém com um maior desvio.

Para a possibilidade de aumentar o número de Algarismos nas operações e para aumentar o número de peças no jogo obteve-se moda e mediana com valor 4, mantendo uma média de opiniões 69,45% positivas, nesses casos observa-se uma maior divergência nas opiniões.

Quanto a medidas para tornar a mecânica do jogo mais dinâmica e para auxiliar os alunos na atividade, questionei sobre indicar visualmente quais peças da mão do jogador que podem ser utilizadas na jogada e a opinião foi 82,4% positiva com uma a moda e mediana de 4 pontos.

Sobre determinar um tempo para cada jogada e limitar o número de tentativas, as opiniões também foram positivas, com valor 4 na moda e mediana. Por fim, questiono sobre implementar um esquema de pontuação e de vidas, visando reforçar os acertos e prevenir acertos por tentativa e erro. A recepção também foi positiva com mais de 90% das opiniões favoráveis (Likert: Mo=4, Md=4,5).

O Quadro 3 resume esta última seção, referente a atividade e ao jogo. Na coluna “Likert”, por questões informativas, estão as médias da pontuação da escala em cada pergunta.

Quadro 3 - Resumo das respostas referentes ao jogo

QUESTÕES	POSITIVA	NEUTRA	NEGATIVA	LIKERT
Operações com números de apenas um algarismo	97,3%	2,7%	0,0%	4,53
Tempo de jogo menor que uma partida tradicional	94,4%	5,6%	0,0%	4,38
Adicionar mais peças para uma partida mais longa	61,2%	11,1%	27,7%	3,31
Operações entre números com mais de um algarismo	77,7%	8,3%	13,9%	3,83
Mostrar quais peças são válidas para a jogada	83,4%	2,8%	13,9%	4,00
Determinar um tempo máximo para cada jogada	88,9%	5,6%	5,6%	4,19
Limitar o número de tentativas por jogada	88,9%	5,6%	5,6%	4,25
Implementar um esquema de vidas	91,6%	2,8%	5,6%	4,08
Implementar um esquema de pontuação	97,2%	0,0%	2,8%	4,44

Fonte: Elaborado pelo autor

Em resumo, os professores avaliaram a atividade positivamente, assim como as sugestões de implementação para uma melhor experiência do usuário e para uma abrangência maior.

Os resultados obtidos visam avaliar as características da aplicação e direcionar futuros trabalhos na área, assim como reforçar os problemas apresentados neste trabalho e a importância das atividades didáticas na educação.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por fim, a realização deste trabalho permitiu planejar, projetar e desenvolver um sistema que reproduz uma atividade lúdica no ambiente digital, fiel no conteúdo e currículo porém com elementos do *game design* que melhoram a experiência do usuário.

Quanto aos objetivos propostos e os resultados obtidos, a primeira meta era, através do estudo das normas e do currículo de ensino, enumerar as capacidades e competências relacionadas ao ensino das operações básicas. O aprofundamento teórico permitiu a compreensão dessas capacidades e delimitou o desenvolvimento dentro do currículo estabelecido para o público alvo.

Como segunda meta estava o projeto e desenvolvimento de um modelo funcional do jogo de dominó e a implementação das operações básicas, essa meta foi a etapa mais longa do trabalho e foi parcialmente atingida. O projeto de comunicação e classes foi definido, a estrutura e mecânica do jogo quanto aos elementos de *game design* (regras do jogo, fluxo de telas, aparência e interatividade), a implementação das classes e elementos no motor de jogo permitindo a execução do protótipo localmente.

As dificuldades encontradas nessa etapa foram na implementação do sistema de comunicação entre vários jogadores e na emulação de dispositivos móveis para o desenvolvimento e diagramação dos elementos. O tempo destinado ao desenvolvimento não foi suficiente para a elaboração de um jogo completo devido à sua complexidade e ao nível dos recursos disponíveis, ainda assim o protótipo foi capaz de capturar a ideia e os esboços e transformar na sua versão digital, limitadas às funcionalidades desenvolvidas.

A terceira meta estava definida no estudo da ferramenta Godot Engine e na classificação das funcionalidades pertinentes ao desenvolvimento da atividade, esse estudo permitiu essa classificação e o aprofundamento nos sistemas de classes e nós do motor de jogo. A ferramenta se mostrou eficiente no desenvolvimento de jogos 2D e seu sistema de hierarquia auxiliou no encapsulamento de vários elementos do jogo, como as peças e os jogadores.

Por fim, o quarto objetivo específico se estruturava na elaboração de um questionário para validar as propostas do jogo e seu propósito, o aprofundamento teórico permitiu a elaboração de um questionário coerente para os professores da área. O estudo das técnicas de *Game Design* para jogos educativos permitiu a definição de estratégias para otimizar a

experiência do aluno, as modificações escolhidas tiveram uma boa avaliação pelos professores, que também mostraram grande interesse no uso de atividades lúdicas na educação.

O processo de *game design*, a definição do tema e do visual do jogo também colaboraram para uma interface amigável para os alunos e professores, a abstração do jogo de dominó adaptado ao ambiente do parque aquático adicionou mais um elemento interativo na atividade. O trabalho foi capaz de capturar a ideia da atividade e reinterpretar no ambiente digital, tornando para os alunos e os professores uma atividade didática prazerosa.

4.1 TRABALHOS FUTUROS

Como analisado, além da finalização do sistema multijogador e de algumas mecânicas, existem pontos que podem ser adicionados no jogo que permitem aumentar sua dificuldade, assim como ampliar a variedade de operações. Essa customização permite que o jogo seja aplicado em outras etapas da educação ou até mesmo em outras disciplinas.

Outro elemento que pode ser adicionado é a implementação de uma inteligência artificial para preencher as mesas. Permitindo que o aluno jogue sozinho contra o computador e também evitaria o fim de partidas caso outro aluno abandonasse a mesa durante o jogo.

Um banco de dados para armazenar as informações dos alunos e professores permitiria a análise dos dados dos alunos como: o aproveitamento das jogadas, quantidade de acertos, tempo médio para a jogada, separação de alunos em classes, etc. O registro das partidas poderia, além da exportação em um arquivo de texto, permitir a reprodução da partida inteira na tela do jogo.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Paulo Nunes de. **Educação Lúdica: técnicas e jogos pedagógicos**. 9. ed. São Paulo: Edições Loyola, 2003.
- ALVES, Flora. **Gamification: Como criar experiências de aprendizagem engajadoras**. Um guia completo: Do conceito à prática. 2. ed. São Paulo: DVS Editora, 2015.
- BARBOSA, Sandra Lucia Piola. **Jogos Matemáticos como Metodologia de Ensino: aprendizagem das operações com números inteiros**. Programa de Desenvolvimento Educacional. Londrina, 2008.
- BESSA, Aline; SOUSA, Caio; BEZERRA, Carlos; MONTEIRO, Ivan; BANDEIRA, Humberto; SOUZA, Rodrigo. **O Desenvolvimento de um Motor Multiplataforma para Jogos 3D**. In: IV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE JOGOS PARA COMPUTADOR E ENTRETENIMENTO DIGITAL, 6. ed., 2007, São Leopoldo.
- BELL, Robert Charles. **Board and Table Games: From many civilizations**. 2. ed. Londres: Oxford University Press, 1969.
- BLIZZARD (org.). **Hearthstone**. Califórnia, 2021. Hearthstone é um jogo desenvolvido pela BLIZZARD ENTERTAINMENT, INC. Disponível em: <https://playhearthstone.com>. Acesso em: 26 jun. 2021.
- BRASIL. Governo do Estado de São Paulo. Secretaria de Estado da Educação. **Educação Matemática nos Anos iniciais do Ensino Fundamental – EMAI: organização dos trabalhos em sala de aula**. São Paulo, 2020. (Volume 1).
- BRASIL. Ministério da Educação. MEC/CONSED/UNDIME. **Base Nacional Comum Curricular: Educação é a base**. Brasília, 2017. Versão Final. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 18 set. 2020.
- BORIN, Júlia. **Jogos e Resolução de Problemas: Uma estratégia para as aulas de matemática**. São Paulo: IME-USP, 1996.
- CHEN, Jenova. Flow in games (and everything else). **Communications Of The ACM**, Nova York, v. 50, n. 4, p. 31-34, abr. 2007. Association for Computing Machinery (ACM). <http://dx.doi.org/10.1145/1232743.1232769>.
- CSIKSZENTMIHALYI, Mihaly. **Flow: the psychology of optimal experience**. Chicago: Harper & Row, 1990.
- EVES, Howard. **Introdução à história da matemática**. 5. ed. Campinas: Editora da Unicamp, 2011. Tradução de Hygino H. Domingues.
- FRANÇA, Alex Sandro de. **Games, Web 2.0 e mundos virtuais em educação**. São Paulo: Cengage Learning Brasil, 2016. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788522123872/>. Acesso em: 28 set. 2020.

FUNDAÇÃO CARLOS CHAGAS (Brasil). Departamento de Pesquisas Educacionais. **Pesquisa: Educação escolar em tempos de pandemia na visão de professoras/es da Educação Básica.** 2020. Disponível em: <https://www.fcc.org.br/fcc/educacao-pesquisa/educacao-escolar-em-tempos-de-pandemia-info-rme-n-1>. Acesso em: 28 set. 2020.

GOOGLE (org.). **Google Play.** Califórnia, 2021. Google Play é um serviço fornecido pela Google LLC. Disponível em: <https://play.google.com>. Acesso em: 26 jun. 2021.

KAPP, Karl M.. **The Gamification of Learning and Instruction:** game-based methods and strategies for training and education. San Francisco: John Wiley & Sons, 2012.

LEWIS, Michael; JACOBSON, Jeffrey. GAME ENGINES IN SCIENTIFIC RESEARCH. **Communications Of The ACM**, Pittsburgh, v. 45, n. 1, p. 27-31, jan. 2002. Disponível em: <https://www.cse.unr.edu/~sushil/class/gas/papers/GameAIP27-lewis.pdf>. Acesso em: 07 jul. 2021

LIKERT, Ph.D. Rensis. **A TECHNIQUE FOR THE MEASUREMENT OF ATTITUDES.** Nova York: R. S. Woodworth, 1932. 22 v. (No. 140).

LINIETSKY, Juan; MANZUR, Ariel. **Godot Docs.** 2021. Disponível em: <https://docs.godotengine.org/en/stable/>. Acesso em: 20 maio 2021.

LOYO, Tiago; RIBEIRO, Viviane de Souza Cabral, SILVA Cristiane da, GRAMS, Ana Laura Bertelli. **Fundamentos e metodologias de matemática.** Porto Alegre: Grupo A, 2019. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595029781/>. Acesso em: 16 set. 2020.

MANDEL, Arnaldo; SIMON, Imre; LYRA, Jorge Lacerda de. **Informação: Computação e Comunicação.** IME, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997. Disponível em: <https://www.ime.usp.br/~is/abc/abc/abc.html>. Acesso em: 21 jun. 2021.

MATTEL (org.). **Uno.** Califórnia, 2021. Uno é um jogo desenvolvido pela MATTEL, INC. Disponível em: <https://www.mattelgames.com/en-us/cards/uno>. Acesso em: 27 jul. 2021.

MIT (org.). **The MIT License (MIT).** Instituto de Tecnologia de Massachusetts. Massachusetts, 2021. Disponível em: <https://mit-license.org/>. Acesso em: 04 jul. 2021.

NASCIMENTO, Thainá do; SANTOS, Thainá Silva; LINO, Eliedete Pinheiro; MOREIRA-JÚNIOR, Joaquim Ribeiro. A UTILIZAÇÃO DO JOGO DOMINÓ DE FRAÇÕES NAS AULAS DE MATEMÁTICA. **Revista Ensin@ Ufms**, Três Lagoas, v. 1, n. 1, jul. 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufms.br/index.php/anacptl/article/view/1920>. Acesso em: 06 jul. 2021.

PARLETT, David. **The Oxford History of Board Games.** Nova York: Oxford University Press, 1999. Disponível em: <https://archive.org/embed/oxfordhistoryofb0000parl>. Acesso em: 28 set. 2020.

POZEFSKY, Diane. **Serious Game Design Document Outline.** COMP 585: Serious Games - Departamento de Ciência da Computação, University of North Carolina, Chapel Hill, 2018.

Disponível em: <https://www.cs.unc.edu/Courses/comp585-s18/details.html>. Acesso em: 15 maio 2021.

RODRIGUES, Andressa Carla. **As quatro operações matemáticas: das dificuldades ao processo ensino e aprendizagem**. 2019. 84 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São José do Rio Preto, 2019. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/181901>. Acesso em: 29 set. 2020.

RODRIGUES, Paulo Marcelo Silva. **Metodologia do ensino da matemática frente ao paradigma das novas tecnologias de informação e comunicação: a internet como recurso no ensino da matemática**. Duque de Caxias: Espaço Científico Livre Projetos Editoriais, 2014. Disponível em: https://issuu.com/espacocientificolivre/docs/metodologia_do_ensino_da_matematica. Acesso em: 18 set. 2020.

SANTOS, José Elyton Batista dos. O DOMINÓ NO CONTEXTO DO ENSINO E APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA. **Revista Científica Semana Acadêmica**, Fortaleza, v. 01, n. 000081, 07 mar. 2016. Disponível em: <https://semanaacademica.com.br/artigo/o-domino-no-contexto-do-ensino-e-aprendizagem-da-matematica>. Acesso em: 06 jul. 2021.

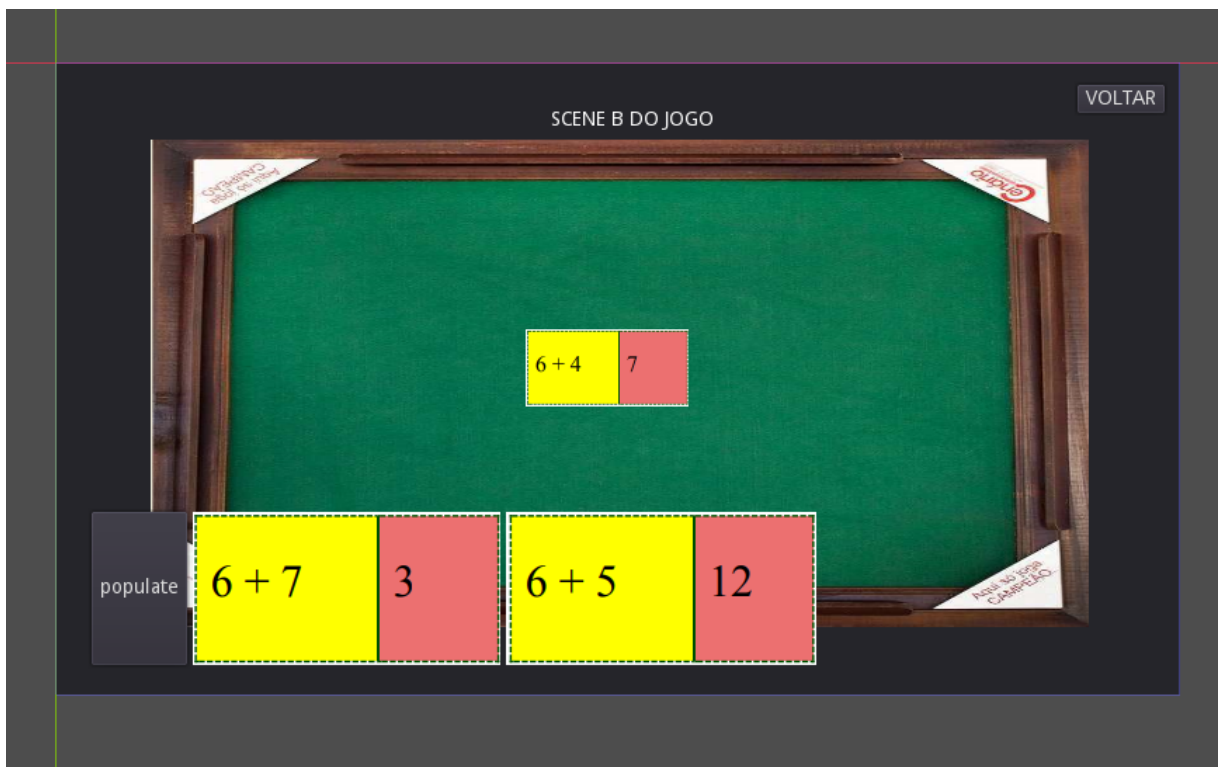
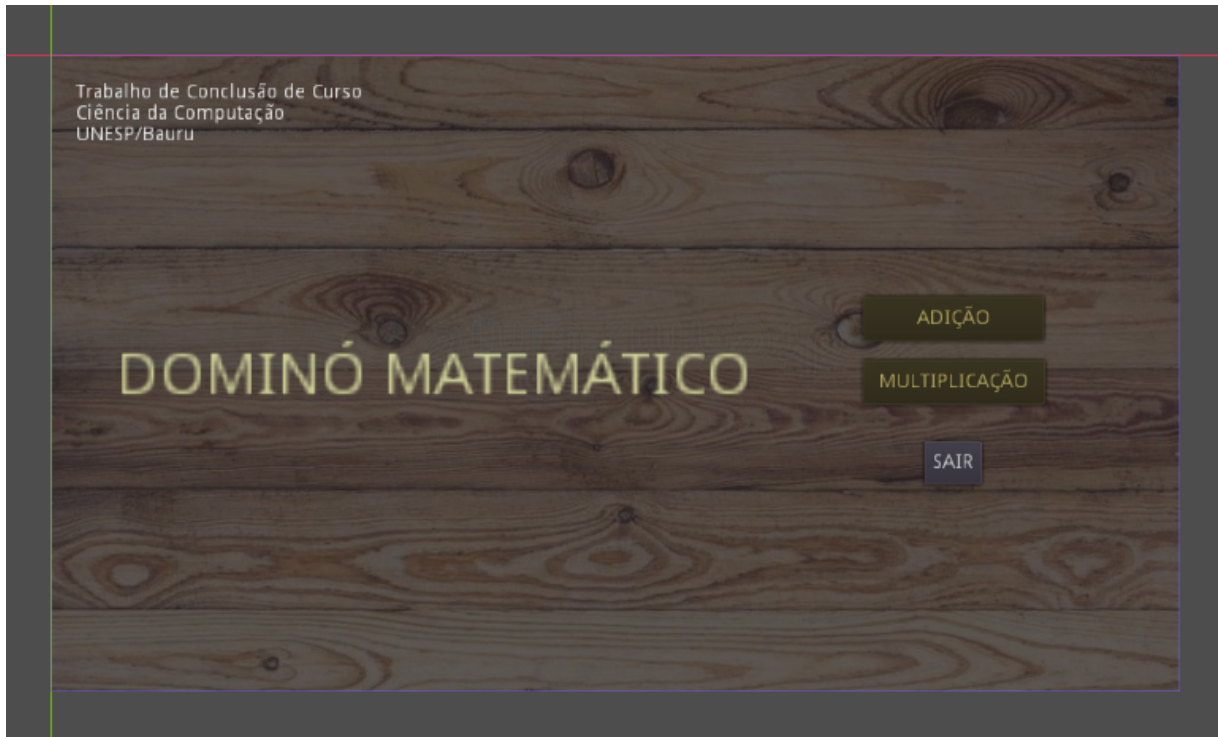
THE STRONG (org.). **National Museum of Play**: National Toy Hall of Fame. Nova York, 2021. Disponível em: <https://www.toyhalloffame.org/>. Acesso em: 04 jul. 2021.

VIEIRA, Sonia. **Como Elaborar Questionários**. São Paulo: Atlas, 2009.

WILLINGHAM, Daniel T.. **Por Que os Alunos não Gostam da Escola?: Respostas da ciência cognitiva para tornar a sala de aula atrativa e efetiva**. Porto Alegre: Artmed, 2011. Tradução: Marcos Vinícius Martim da Silva. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536325323/>. Acesso em: 28 set. 2020.

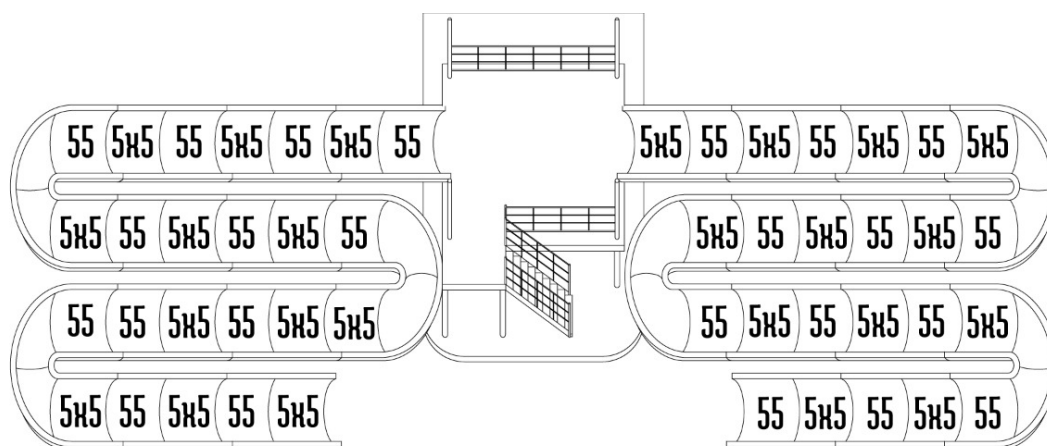
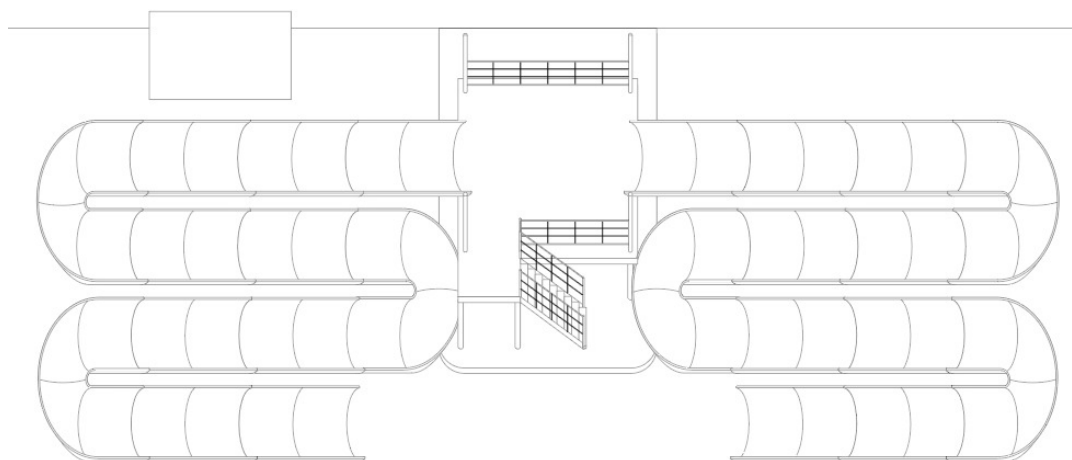
APÊNDICE 1 - GODOT (PRIMEIROS PROTÓTIPOS)

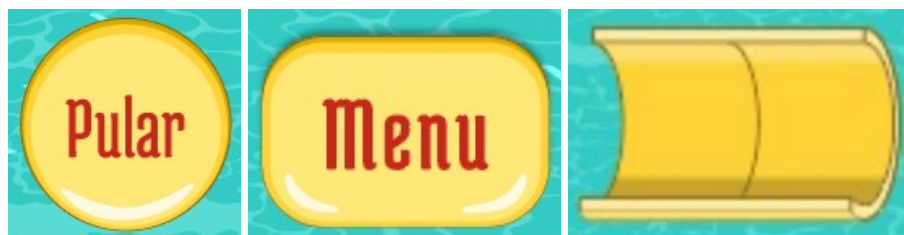
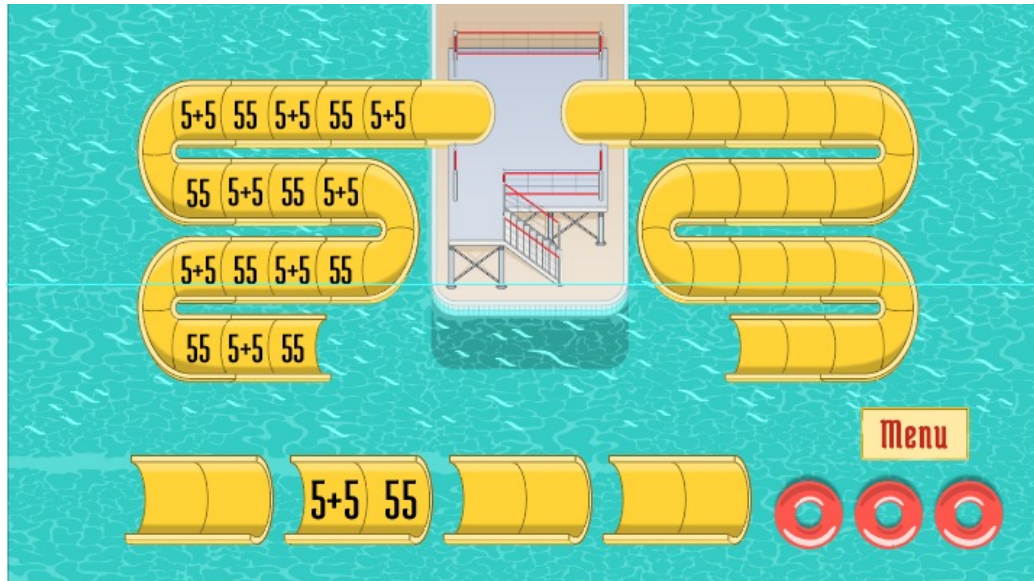
Primeiros protótipos e testes de exploração da plataforma.



APÊNDICE 2 - DESIGN VISUAL (*LOOK AND FEEL*)

Etapas do Design Gráfico do jogo pelo artista e designer Gustavo Troya Lourenço, desde o primeiro esboço até o produto final, ele concordou em colaborar com o projeto e trouxe vida ao tabuleiro.





APÊNDICE 3 - QUESTIONÁRIO

1. Seção 1 de 5 - Apresentação e Introdução

TCC – Jogos como ferramenta de ensino

Prezado(a) professor(a),

Esta pesquisa foi desenvolvida como objeto de coleta de dados para o Trabalho de Conclusão de Curso da disciplina "Projeto e Implementação de Sistemas II", do curso de Bacharelado em Ciência da Computação da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", campus de Bauru.

O trabalho intitulado: "JOGO DIGITAL PARA DISPOSITIVOS MÓVEIS NA ÁREA DE ENSINO DE MATEMÁTICA", conta com o desenvolvimento de uma atividade lúdica para celulares, similar ao jogo de Dominó, com elementos das operações de adição e multiplicação. O jogo é a reprodução digital de uma atividade do material EMAI (Educação Matemática nos Anos iniciais do Ensino Fundamental - Governo do Estado de São Paulo) para o 3º ano do Ensino Fundamental.

Sua participação é voluntária e anônima.
A duração é de aproximadamente 5 minutos.

2. Seção 2 de 5 - Vivências do professor

Sua experiência

Aqui eu gostaria de saber mais sobre a sua experiência em sala de aula, suas opiniões sobre alguns temas, suas dificuldades e as alternativas que encontrou para contorná-las.

Durante as aulas e atividades todos os alunos compreendem os conteúdos ao mesmo tempo. *

- ☐ Concordo totalmente
- ☐ Concordo parcialmente
- ☐ Indiferente
- ☐ Discordo parcialmente
- ☐ Discordo totalmente

Em poucas palavras, quais estratégias de ensino você costuma utilizar para auxiliar na compreensão dos conteúdos? (prática em voz alta, músicas, lousa, etc)

Sua resposta

Em um cenário ideal de recursos físicos e digitais, quais recursos atraem mais a atenção dos alunos atualmente? *

- ☐ Recursos digitais individuais (Computadores, Tablets, Celulares, etc)
- ☐ Recursos digitais coletivos (Projetor, Televisão, Lousa digital, etc)
- ☐ Recursos físicos lúdicos (Jogos de tabuleiro, Jogos de mesa, Cartas, etc)
- ☐ Recursos físicos práticos (Ábaco, Blocos geométricos, Lousa, etc)
- ☐ Outro:

No seu cenário atual, esses recursos (considerados ideais) estão presentes?

- ☐ Sim
- ☐ Não
- ☐ Parcialmente

Quais desses recursos didáticos você já fez ou faz uso?

Sua resposta

3. Seção 3 - Vivências do professor com atividades lúdicas

Atividades Lúdicas

Aqui eu gostaria de discutir sobre jogos com fins educativos e atividades com características lúdicas (gamificação).

Você já aplicou ou participou de atividades lúdicas (digitais ou físicas) como ferramenta auxiliar no ensino? *

- ☐ Sim para ambas
- ☐ Sim, já participei
- ☐ Sim, já apliquei
- ☐ Não para ambas

Quanto tempo, em média, você gasta com a preparação de uma atividade com jogos educativos?

- ☐ Menos de 5 minutos
- ☐ Entre 5 e 15 minutos
- ☐ Entre 15 e 25 minutos
- ☐ Mais de 25 minutos

Quanto tempo, em média, você utiliza na aplicação de uma atividade com jogos educativos?

- ☐ Menos de 5 minutos
- ☐ Entre 5 e 15 minutos
- ☐ Entre 15 e 25 minutos
- ☐ Entre 25 e 35 minutos
- ☐ Mais de 35 minutos

Na organização de uma atividade em sala de aula:

- ☐ Todos os alunos participam da organização
- ☐ Todos os alunos ficam realizando outra atividade
- ☐ Alguns alunos participam da organização, outros ficam ociosos
- ☐ Todos os alunos ficam ociosos
- ☐ Outro: _____

Você já ofereceu algum tipo de recompensa em uma atividade com os alunos?

- ☐ Sim
- ☐ Não

Os alunos se empenham mais em atividades com recompensas. *

- ☐ Concordo totalmente
- ☐ Concordo parcialmente
- ☐ Indiferente
- ☐ Discordo parcialmente
- ☐ Discordo totalmente

Os alunos se mostram mais competitivos em atividades com recompensas. *

- ☐ Concordo totalmente
- ☐ Concordo parcialmente
- ☐ Indiferente
- ☐ Discordo parcialmente
- ☐ Discordo totalmente

4. Seção 4 - Discussão sobre características do Jogo

Sobre o jogo

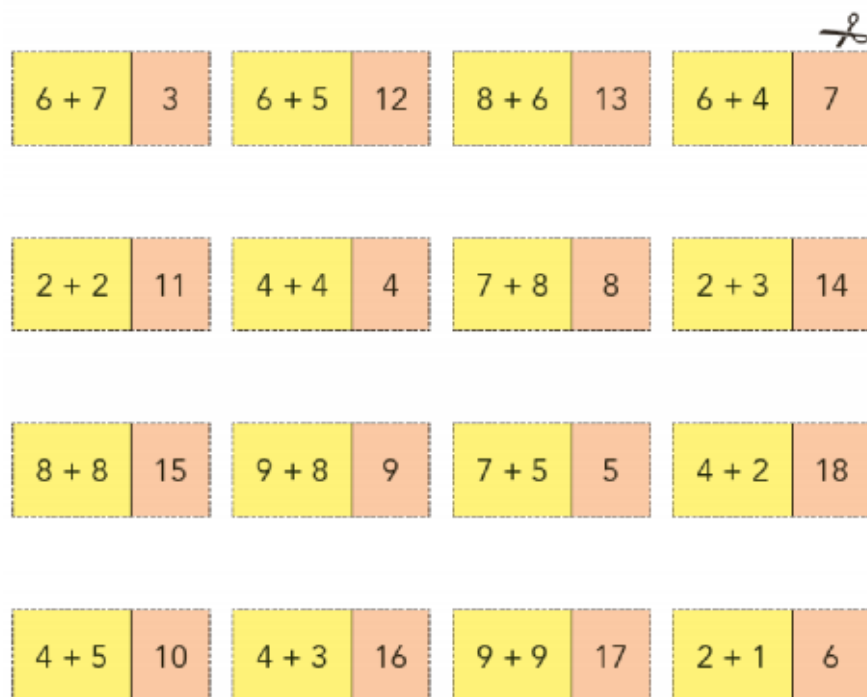
Nesta última etapa eu gostaria da sua opinião sobre algumas características do jogo de Dominó, para que eu possa aplicá-las na sua versão digital.

Lembrando que o jogo desenvolvido é a reprodução de uma atividade lúdica similar ao jogo de Dominó, porém com elementos das operações matemáticas em suas peças, como na imagem abaixo.

Imagem retirada do material EMAI, atividade Dominó.

ANEXO 3 – ATIVIDADE 5.2

DOMINÓ



A atividade de adição conta com 16 peças, cada peça com uma operação entre números de apenas um algarismo, essa característica é: *

- ☐ Extremamente positiva
- ☐ Moderadamente positiva
- ☐ Indiferente
- ☐ Moderadamente negativa
- ☐ Extremamente negativa

A atividade de adição conta com 16 peças, isso torna o jogo muito mais rápido em comparação com uma partida de Dominó tradicional, essa característica é: *

- ☐ Extremamente positiva
- ☐ Moderadamente positiva
- ☐ Indiferente
- ☐ Moderadamente negativa
- ☐ Extremamente negativa

Seriam interessantes mais peças para uma partida mais longa. *

- ☐ Concordo totalmente
- ☐ Concordo parcialmente
- ☐ Indiferente
- ☐ Discordo parcialmente
- ☐ Discordo totalmente

Seriam interessantes operações entre números com mais de um algarismo nas peças. *

- ☐ Concordo totalmente
- ☐ Concordo parcialmente
- ☐ Indiferente
- ☐ Discordo parcialmente
- ☐ Discordo totalmente

É interessante mostrar para o aluno as peças que podem ser usadas na jogada. *

- ☐ Concordo totalmente
- ☐ Concordo parcialmente
- ☐ Indiferente
- ☐ Discordo parcialmente
- ☐ Discordo totalmente

É interessante determinar um tempo para cada jogada. *

- ☐ Concordo totalmente
- ☐ Concordo parcialmente
- ☐ Indiferente
- ☐ Discordo parcialmente
- ☐ Discordo totalmente

É interessante limitar o número de tentativas por jogada. *

- ☐ Concordo totalmente
- ☐ Concordo parcialmente
- ☐ Indiferente
- ☐ Discordo parcialmente
- ☐ Discordo totalmente

Um esquema de "vidas" onde cada erro pode custar uma vida, evita que o aluno encontre a solução por tentativa e erro. *

- ☐ Concordo totalmente
- ☐ Concordo parcialmente
- ☐ Indiferente
- ☐ Discordo parcialmente
- ☐ Discordo totalmente

Um esquema de pontuação incentiva e recompensa o aluno que encontrou a solução sem erros. *

- ☐ Concordo totalmente
- ☐ Concordo parcialmente
- ☐ Indiferente
- ☐ Discordo parcialmente
- ☐ Discordo totalmente

5. Seção 5 de 5 - Agradecimento e encerramento

Obrigado por contribuir com a minha pesquisa!

A sua participação contribuiu para a produção de conhecimento científico sobre a utilização de atividades lúdicas no ensino.

Para qualquer informação adicional ou dúvidas sobre o trabalho fico à disposição no email:
edgard.schmidt@unesp.br

Termo de participação *

- ☐ Declaro que entendi os objetivos e benefícios da minha participação nesta pesquisa e concordo em participar do estudo.

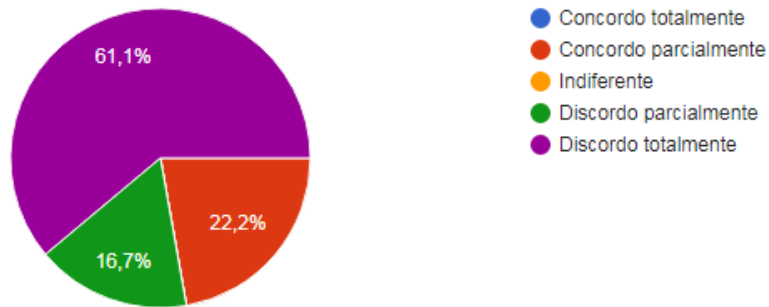
APÊNDICE 4 - QUESTIONÁRIO (RESPOSTAS)

Respostas do questionário, geradas pelo visualizador do Google Forms.

Durante as aulas e atividades todos os alunos compreendem os conteúdos ao mesmo tempo.



36 respostas



Em poucas palavras, quais estratégias de ensino você costuma utilizar para auxiliar na compreensão dos conteúdos? (prática em voz alta, músicas, lousa, etc)

35 respostas

Leitura clara , exemplo prático, vídeos , lousa etc

Aula expositiva, músicas, jogos , plataformas de ensino, agrupamentos com conflitos, lousa digital, ...

Exemplificação personalizada

Música, voz alta, imagens

Perguntas durante a aula toda, pedindo a participação nominal de alunos; gifs e memes ajudam também.

Vídeo aulas

Materiais de manipulação, jogos e brincadeiras, textos

Música, Lousa e Aulas utilizando materiais concretos

Lousa digital, música, jogos.

Explicação, materiais concretos, recursos audiovisuais, jogos pedagógicos, etc.

Jogos, lousa digital, sistematização e material concreto.

Material no concreto

Vídeos, músicas, leituras

Lousa, giz, fala, estratégias direcionadas ao aluno, brincadeiras etc

Utilização de materiais concretos. Realização de atividades em duplas ou grupos. Recursos audio visuais e ou tecnológicos.

Intervenção individual, livro didático, atividades lúdicas.

Lousa digital e internet

Vídeos, Roda de conversar e até brincadeiras

voz alta, lousa, videos...

Retomada nas orientações, fazê-las pausadamente e passo a passo

Música, lousa, jogos, brincadeiras, leitura e recreação diversas...

Aula expositiva, vídeos, agrupamento produtivo, jogos, atividades impressas

Para compreensão de conteúdo, utilizo perguntas em cima perguntas, para reavivar a reflexão e request na mente deles, indiferente da metodologia.

Atendimento individualizado, o
Modo de explicar para um aluno difere em relação ao outro

Explicação clara dos conteúdos com recursos que estimulem a aprendizagem. Recursos digitais são super atrativos e favorecem a aprendizagem.

Práticas ,lúdico

Alternâncias de didáticas e todos os recursos disponíveis

Jogos, computador.

Vídeos - Musica- Jogos - Imagens- Oralidade

Material concreto, videos, atividades práticas etc

Contextualização, compartilhamento de experiências e conhecimentos prévios dos alunos, explanação sobre as possibilidades de aplicabilidade na vida real do que está sendo eatudado.

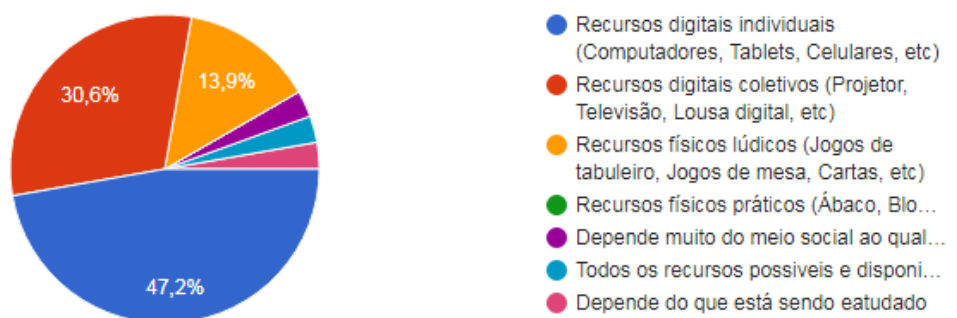
Utilizo de muitas estratégias como jogos, EMAI entre outros

Atividades diversificadas, trazendo o lado lúdico para a prática diária!

Aulas expositivas e práticas

Em um cenário ideal de recursos físicos e digitais, quais recursos atraem mais a atenção dos alunos atualmente?

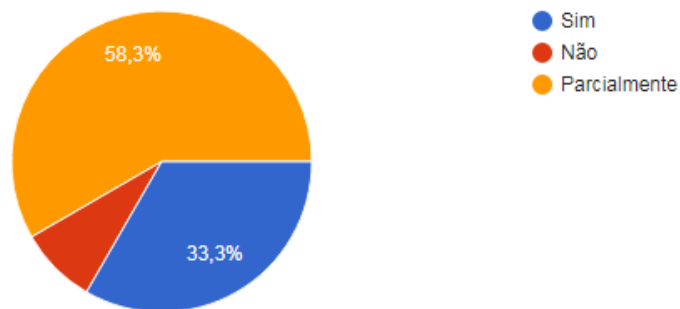
36 respostas



No seu cenário atual, esses recursos (considerados ideais) estão presentes?



36 respostas



Quais desses recursos didáticos você já fez ou faz uso?

35 respostas

Todos
Computador e celular
Todos.
Computador, tablete, projetores, lousa digital
Lousa digital,
De todos, embora não seja a totalidade de alunos que dispões deles.
Já fiz uso de todos
Celular/tablets
Lousa digital

Lousa digital, jogos lúdicos e material concreto.

Jogos físicos e virtuais, lousa, computador.

Computadores e tablets

Lousa digital, televisão, projetor, computador.

Bloco geométrico, ábaco e lousa digital

tablets, computadores, lousa digital

Computador, tablet, celular, lousa digital

Lousa digital, computadores, jogos de cartas e tabuleiros,

Recursos digitais coletivos lousa digital projetor

Todos anteriores

Televisão, projetor e jogos coletivos

Projetor , computador, recursos físicos práticos, recursos físicos lúdicos, recursos digitais individuais e coletivo.

Lousa digital ,tablet ,celular

Lousa digital, cromebook...

Jogos de mesa, tabuleiro, lousa, blocos geométricos, ábaco, computador

No atual momento o celular e Tablet

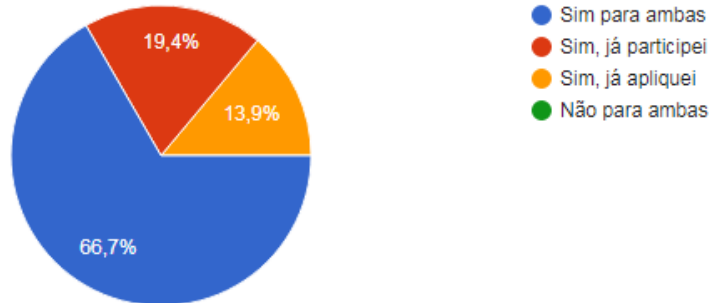
Computador, celular, projetor

Tablet, computador, projetor, televisão

Você já aplicou ou participou de atividades lúdicas (digitais ou físicas) como ferramenta auxiliar no ensino?

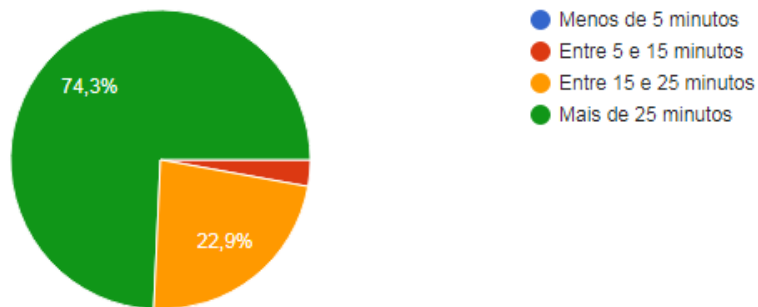


36 respostas



Quanto tempo, em média, você gasta com a preparação de uma atividade com jogos educativos?

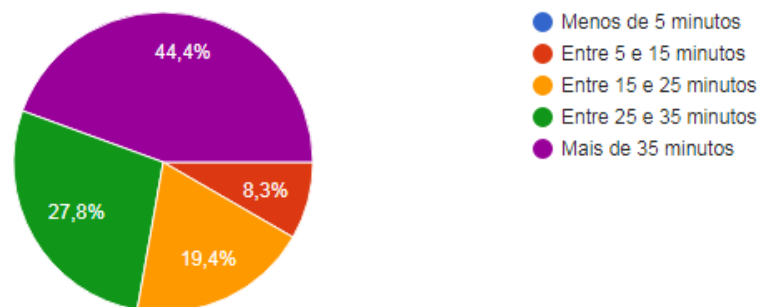
35 respostas



Quanto tempo, em média, você utiliza na aplicação de uma atividade com jogos educativos?



36 respostas



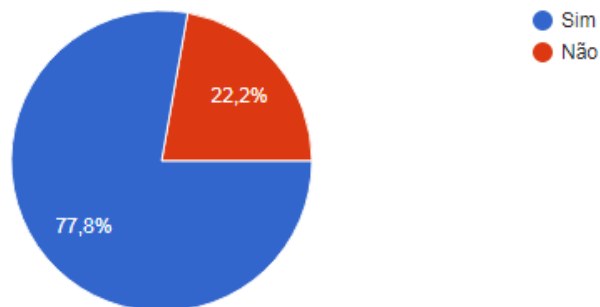
Na organização de uma atividade em sala de aula:

36 respostas



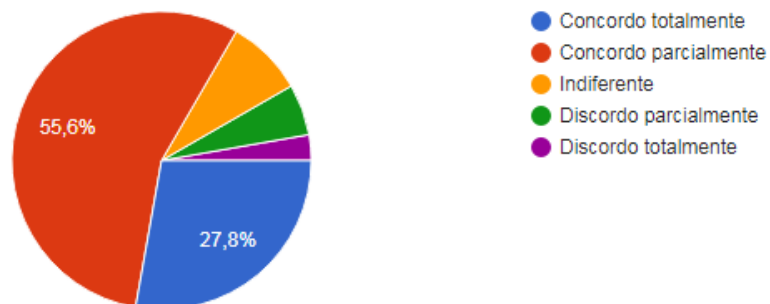
Você já ofereceu algum tipo de recompensa em uma atividade com os alunos?

36 respostas



Os alunos se empenham mais em atividades com recompensas.

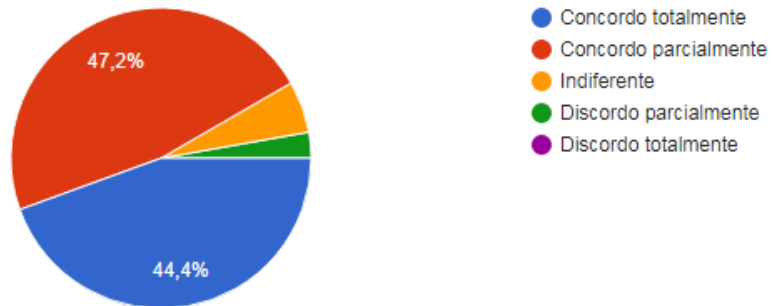
36 respostas



Os alunos se mostram mais competitivos em atividades com recompensas.



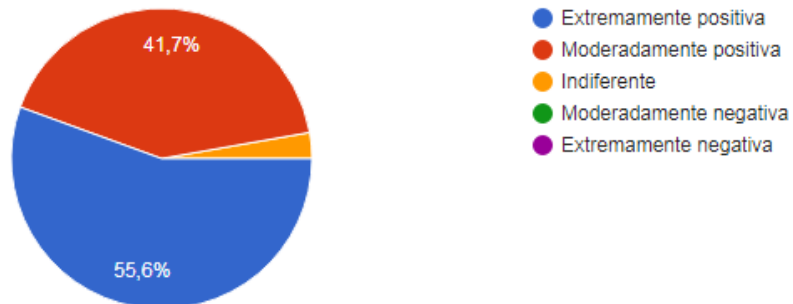
36 respostas



A atividade de adição conta com 16 peças, cada peça com uma operação entre números de apenas um algarismo, essa característica é:



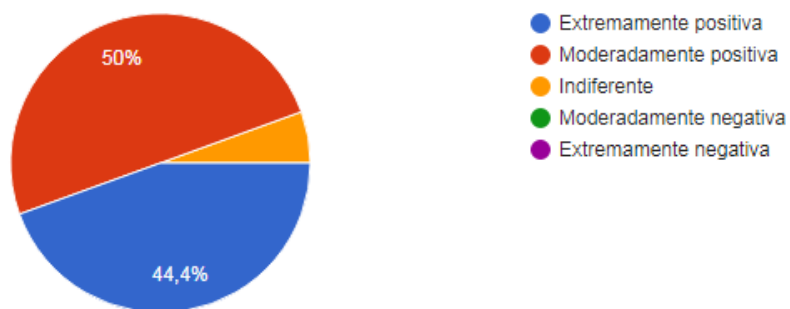
36 respostas



A atividade de adição conta com 16 peças, isso torna o jogo muito mais rápido em comparação com uma partida de Dominó tradicional, essa característica é:

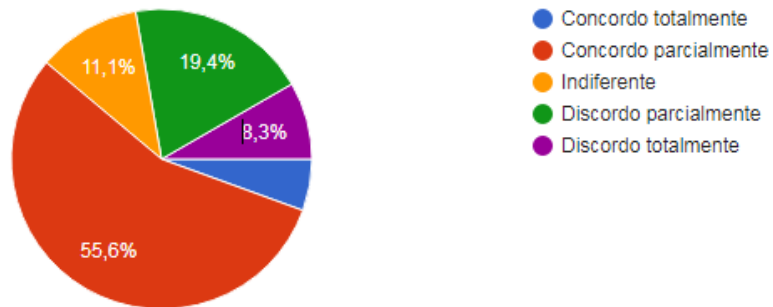


36 respostas



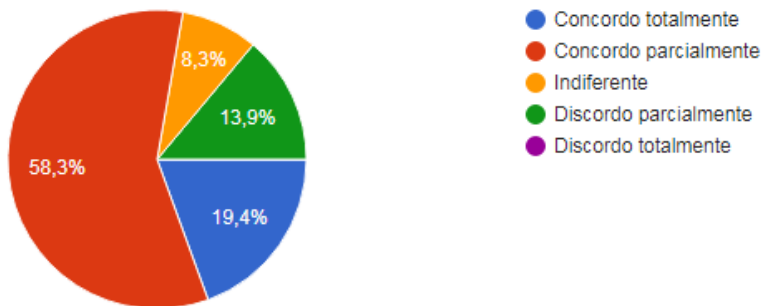
Seriam interessantes mais peças para uma partida mais longa.

36 respostas



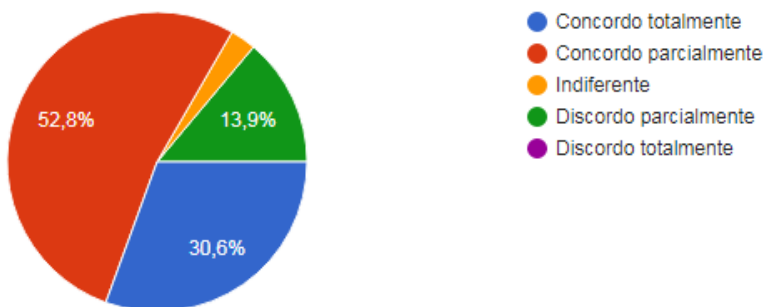
Seriam interessantes operações entre números com mais de um algarismo nas peças.

36 respostas



É interessante mostrar para o aluno as peças que podem ser usadas na jogada.

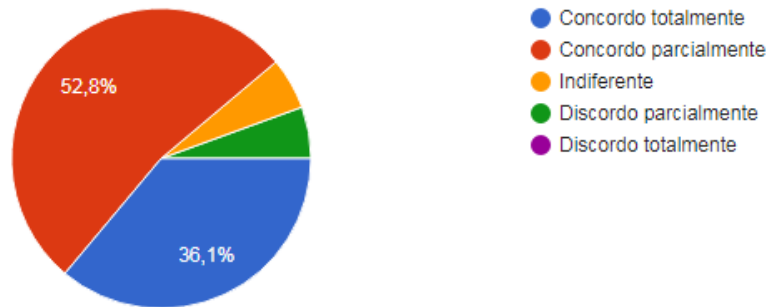
36 respostas



É interessante determinar um tempo para cada jogada.

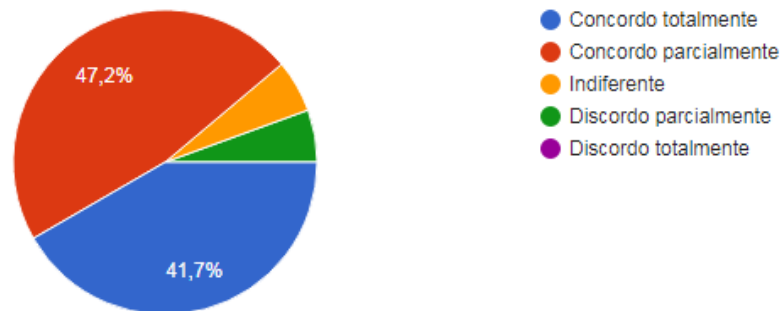


36 respostas



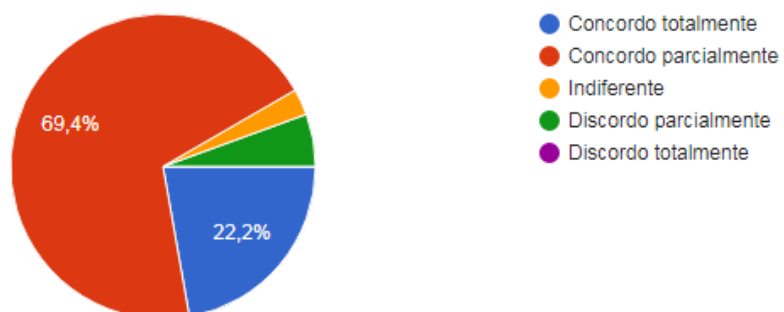
É interessante limitar o número de tentativas por jogada.

36 respostas



Um esquema de "vidas" onde cada erro pode custar uma vida, evita que o aluno encontre a solução por tentativa e erro.

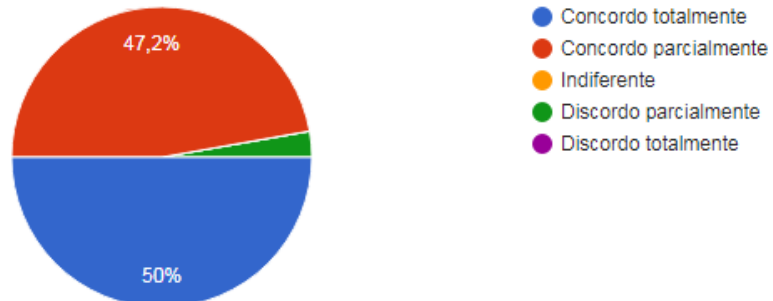
36 respostas



Um esquema de pontuação incentivativa e recompensa o aluno que encontrou a solução sem erros.

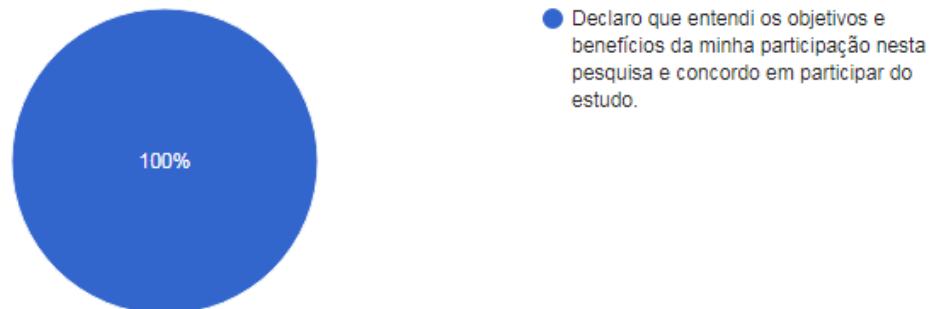


36 respostas



Termo de participação

36 respostas



ANEXO 1 - ATIVIDADE DOMINÓ (ADIÇÃO)

Trecho do material do professor: EMAI - EDUCAÇÃO MATEMÁTICA NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL, TERCEIRO ANO (VOLUME 1, PÁGINA 54).

Apresentação da atividade

A atividade permite explorar e memorizar fatos fundamentais da adição por meio de um jogo de dominó construído para tal finalidade.

Organização da turma

Estabeleça critérios para o agrupamento das crianças por níveis de aprendizagem. Organize a turma em grupos com quatro alunos.

Conversa inicial

Inicie a aula perguntando: *quem conhece ou já jogou dominó?* Deixe as crianças comentarem e faça questionamentos como:

- *Como é o jogo do dominó? Alguém pode explicar?*
- *Quantos jogadores podem jogar?*
- *Quem inicia o jogo?*
- *Quem pode comentar uma das regras desse jogo?*
- *Quem ganha o jogo?*

Você pode fazer alguns comentários sobre o jogo de dominó como, por exemplo: Em um jogo de dominó há 28 peças, que devem ser "embaralhadas" e pode 4 jogadores. Cada jogador seleciona 7 peças. O início do jogo acontece com quem tiver a peça 6-6, que a coloca no centro da mesa. A partida pode terminar quando um jogador consegue colocar todas suas peças.

Desenvolvimento e intervenções

Organize a turma em quartetos e comente que agora elas vão jogar o jogo de dominó. Para isso, embora cada um tenha um jogo no Material do Estudante, nesta atividade devem recortar apenas 1 anexo contendo 16 peças (anexo 3) para ser utilizado pelo quarteto. Comente que é importante que conheçam as regras do jogo. Informe que é preciso embaralhar as peças com os números voltados para baixo e que cada participante deve retirar 4 peças. Para decidir quem começa o jogo, elas podem utilizar o "par ou ímpar" ou "dois ou um" entre outros. O primeiro jogador coloca uma carta voltada para cima no centro da mesa. O seguinte deve colocar uma peça, de modo que atenda a indicação de resultado ou de operação, como por exemplo:

Esta ação depende da peça que a criança tem em mãos, ou seja, se optar pelo lado do cálculo indicado, deve colocar uma peça em que está escrito o resultado correspondente a ele. Se optar pelo lado do resultado indicado, deve colocar uma peça em que está escrita a operação correspondente a ele. Caso o jogador não tenha peça que lhe permita jogar, deve passar a vez para o próximo jogador. Acompanhe os grupos tirando dúvidas e comente que será vencedor quem colocar todas as peças em primeiro lugar. Caso não seja possível colocar todas as peças, para definir quem será o vencedor, somam-se os números das peças e, vence o jogador que tiver a menor quantidade de peças. Dê um exemplo com as próprias peças, se julgar necessário.

ANEXO 2 - ATIVIDADE DOMINÓ (MULTIPLICAÇÃO)

Trecho do material do professor: EMAI - EDUCAÇÃO MATEMÁTICA NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL, TERCEIRO ANO (VOLUME 1, PÁGINA 133).

ATIVIDADE 12.2

Apresentação da atividade

A atividade tem por finalidade construir os fatos fundamentais da multiplicação e explorar regularidades.

Organização da turma

Estabeleça critérios para o agrupamento das crianças por níveis de aprendizagem. Organize a turma em grupos com quatro alunos.

Conversa inicial

Uma maneira de iniciar esta aula é retomar questões sobre o jogo de dominó e fazer perguntas como as sugeridas em atividade já realizada. Você pode pedir que uma criança explique como se joga e, se necessário, complementar os comentários retomando regras desse jogo.

Desenvolvimento e intervenções

Peça para que recortem as peças de dominó do anexo 5. Lembre as crianças que apenas um jogo será utilizado. Leia com a turma as regras do jogo como: as peças devem ser viradas com os números para baixo, uma criança deve embaralhar as peças, cada elemento do grupo pega seis peças. Elas devem decidir quem é o primeiro a jogar. Garanta que todos entendam a regra do jogo: ao lado de cada cálculo indicado deve ser colocada uma peça em que está escrito o resultado da multiplicação. Ganha o jogo quem, primeiramente, colocar todas as peças sobre a mesa.

Circule pela sala verificando os procedimentos utilizados para jogar e como encontram o resultado da multiplicação para saber se seu dominó pode ou não ser utilizado naquela rodada.

ANEXO 3 - GAME DESIGN DOCUMENT TEMPLATE

Tradução nossa do “*Serious Game Design Document Outline*” oferecido por Diane Pozefsky no curso COMP 585: Serious Games do Departamento de Ciência da Computação da University of North Carolina.

1. Título
 - a. Nome do jogo
 - b. *Tagline* ou *Slogan*
 - c. Time
 - d. Data da última atualização
2. Resumo do jogo
 - a. Conceito do jogo
 - b. Público alvo
 - c. Gênero(s)
 - d. Propósito do jogo - objetivos pedagógicos, metas de treinamento ou impacto social proposto
 - e. *Look and Feel* - Qual é a aparência do jogo? Qual seu estilo visual?
 - f. Proposta de uso - Como o jogo será inserido em um cenário pedagógico ou como ele será usado em um treinamento, terapia, reabilitação, etc.
3. Jogabilidade
 - a. Objetivos - Quais os objetivos do jogo?
 - b. Progressão e Fluxo de jogo - Como o jogo flui para o jogador?
 - c. Estrutura de missões/desafios
 - d. Estrutura de quebra cabeças
4. Mecânicas
 - a. Regras - Inclui regras implícitas e explícitas
 - b. Modelo do universo do jogo - Em uma simulação do mundo, como todas as peças interagem?
 - c. Física - Como o universo físico funciona?
 - d. Economia - Qual é a economia do jogo? Como ela funciona?
 - e. Movimentação do personagem no jogo
 - f. Objetos - Como interagir e mover objetos

- g. Ações - Incluindo quaisquer botões, janelas, interações com objetos e meios de comunicação usados
 - h. Combate - Como é o modelo de combate ou conflito
 - i. Fluxo de telas - Como cada tela está relacionada e qual o propósito de cada tela
 - j. Opções do jogo - Quais as opções e como elas afetam a jogabilidade
 - k. *Replaying and saving* - Rejogabilidade e armazenamento
 - l. *Cheats and Easter Eggs* - Trapaças e segredos
5. História e Narrativa
- a. *Back story* - História por trás do jogo e/ou personagens
 - b. Elementos do enredo/trama
 - c. Progressão da história do jogo
 - d. *Cutscenes* - Cenas em vídeo, a descrição deve incluir atores, cenário e roteiro
6. Mundo do jogo
- a. *Look and feel* geral do mundo
 - b. Áreas
 - i. Descrição geral e características físicas
 - ii. Relação com o resto do mundo
 - 1. Qual fase a utiliza
 - 2. Conexões com outras áreas
7. Personagens
- a. Para cada personagem
 - i. *Back story*
 - ii. Personalidade
 - iii. Aparência
 - iv. Habilidades
 - v. Relevância para a história
 - vi. Relacionamento com outros personagens
 - b. Uso de inteligência artificial em oponentes e inimigos
 - c. Personagens neutros ou amigáveis (não-inimigos)
8. Fases
- a. Descrição geral de como as fases são utilizadas
 - b. Para cada fase
 - i. Sinopse

- ii. Requisitos introdutórios e como são fornecidos
- iii. Objetivos
- iv. Detalhes do que acontece na fase
 - 1. Mapa
 - 2. Rota principal do jogador
 - 3. Encontros importantes e incidentais
- v. Existe uma fase de treinamento
- vi. Avaliação - Como o conhecimento e competências ensinadas são avaliadas?

9. Interface

- a. Sistema visual
 - i. HUD
 - ii. Menus
 - iii. Modelo de câmera
- b. Sistema de controle - Como o jogador controla o jogo? Quais os comandos específicos?
- c. Áudio, música e efeitos sonoros
- d. Arte do jogo
- e. Sistema de ajuda