



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIAS E TECNOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE SOFTWARE

CAMILA PERIN DE CARVALHO

**STANMAT 2.0: UM JOGO SÉRIO E INCLUSIVO PARA AUXILIAR A
APRENDIZAGEM DAS QUATRO OPERAÇÕES BÁSICAS DA MATEMÁTICA**

PAU DOS FERROS – RN

2020

CAMILA PERIN DE CARVALHO

**STANMAT 2.0: UM JOGO SÉRIO E INCLUSIVO PARA AUXILIAR A
APRENDIZAGEM DAS QUATRO OPERAÇÕES BÁSICAS DA MATEMÁTICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia de Software do Departamento de Engenharias e Tecnologia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharela em Engenharia de Software.

Orientadora: Profa. Dra. Laysa Mabel de Oliveira Fontes

PAU DOS FERROS – RN

2020

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

C331s Carvalho, Camila Perin de.
StanMat 2.0: Um jogo sério e inclusivo para
auxiliar a aprendizagem das quatro operações
básicas da matemática / Camila Perin de Carvalho.
- 2020.
64 f. : il.

Orientadora: Laysa Mabel de Oliveira Fontes.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia de
Software, 2020.

1. Jogos sérios. 2. Design acessível. 3.
Deficiência visual. I. Fontes, Laysa Mabel de
Oliveira, orient. II. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

CAMILA PERIN DE CARVALHO

**STANMAT 2.0: UM JOGO SÉRIO E INCLUSIVO PARA AUXILIAR A
APRENDIZAGEM DAS QUATRO OPERAÇÕES BÁSICAS DA MATEMÁTICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia de Software do Departamento de Engenharias e Tecnologia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharela em Engenharia de Software.

Aprovado em: 20/07/2020.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Laysa Mabel de Oliveira Fontes – UFERSA
Presidente

Profa. Dra. Náthalee Cavalcanti de Almeida Lima – UFERSA
Membro Examinador

Prof. Dr. Francisco Carlos Gurgel da Silva Segundo – UFERSA
Membro Examinador

Dedico este trabalho a minha mãe Sonia, ao meu pai Paulino e ao meu irmão Cassiano.

E a todos os professores que se dedicam a arte de ensinar.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Sonia e Paulino, pela educação e dedicação.

Ao meu irmão Cassiano, pelo apoio.

Ao meu namorado Rafael, pelo incentivo.

A Professora Laysa Mabel, pela sua orientação, apoio e empenho para realização deste trabalho.

A todos os professores por me proporcionarem conhecimento e por me guiarem durante todo meu desenvolvimento como indivíduo.

Aos meus amigos e colegas, pelo apoio e incentivo.

E para todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigada.

“Utilizar o jogo na educação infantil significa transportar para o campo de ensino-aprendizagem condições para maximizar a construção do conhecimento, introduzindo as propriedades do lúdico, do prazer da capacidade de iniciação e ação ativa e motivadora”.

Tizuco Morchida Kishimo

RESUMO

Atualmente, percebe-se uma escassez de jogos destinados às pessoas com deficiência visual e os que são propostos são muito simples, consistindo basicamente em som, sem interface gráfica, o que não contribui para a inclusão social das pessoas com deficiência visual. Conforme constatado na literatura, pessoas com deficiência visual apresentam maior dificuldade na disciplina de matemática, em razão da maior parte do conteúdo dessa matéria precisar de recursos visuais para ser compreendido. Diante dessa problemática, este trabalho propõe a construção de uma segunda versão do StanMat, um jogo inclusivo para auxiliar a aprendizagem das quatro operações básicas da matemática, objetivando proporcionar ambientes eficientes tanto de inclusão social quanto para o desenvolvimento educacional de pessoas com ou sem deficiência visual. Durante a realização deste trabalho foram realizados estudos sobre deficiência visual, *design* acessível, *game design*, jogos digitais, jogos inclusivos, jogos sérios, gêneros de jogos e técnicas adaptativas e sonoras, com o intuito de construir ideias, conhecimentos e saberes para servirem como base para o desenvolvimento do jogo proposto. Durante a implementação do StanMat 2.0, utilizou-se o Node.js, o Vue.js, o PostgreSQL, o GitLab, o Heroku, o Inkscape, o modelo do usuário para adaptação e o áudio espacial 2D. Como resultado deste trabalho, tem-se o “StanMat”, um jogo que segue a perspectiva de jogos sérios, isto é, que buscam transmitir conhecimento ou habilidade ao jogador.

Palavras-chave: Jogos sérios. *Design* acessível. Deficiência visual.

ABSTRACT

Currently, there is a shortage of games for people with visual impairments and the ones that are proposed are very simple, basically consisting of sound, without a graphic interface, which does not contribute to the social inclusion of people with visual impairments. As seen in the literature, people with visual impairments have greater difficulty in the discipline of mathematics, because most of the content of this subject needs visual resources to be understood. In view of this problem, this work proposes the construction of a second version of StanMat, an inclusive game to assist the learning of the four basic operations of mathematics, aiming to provide efficient environments both for social inclusion and for the educational development of people with or without visual impairment. . During the realization of this work, studies were carried out on visual impairment, accessible design, game design, digital games, inclusive games, serious games, game genres and adaptive and sound techniques, in order to build ideas, knowledge and knowledge to serve as a basis for the development of the proposed game. During the implementation of StanMat 2.0, Node.js, Vue.js, PostgreSQL, GitLab, Heroku, Inkscape, the user model for adaptation and 2D spatial audio were used. As a result of this work, we have “StanMat”, a game that follows the perspective of serious games, that is, that seek to transmit knowledge or skill to the player.

Keywords: Serious games. Affordable design. Visual impairment.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	–	Visão do padrão de projeto MVC.....	34
Figura 2	–	Representação visual da arquitetura desenvolvida.....	35
Figura 3	–	Cenários do StanMat 2.0	37
Figura 4	–	Obstáculos do Egito Antigo.....	38
Figura 5	–	Obstáculos da Babilônia.....	38
Figura 6	–	Obstáculos da Grécia Antiga.....	39
Figura 7	–	Obstáculos da Índia Antiga.....	39
Figura 8	–	Personagens do StanMat 2.0.....	40
Figura 9	–	Introdução do jogo.....	43
Figura 10	–	Fase do jogo.....	44
Figura 11	–	Visualização dos desafios.....	44
Figura 12	–	Visualização do <i>feedback</i>	45
Figura 13	–	Visualização do <i>ranking</i>	45

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Tipos e definição de deficiência visual.....	19
Quadro 2 – Classificação da deficiência visual.....	20

LISTA DE ABREVIACOES E SIGLAS

API	<i>Application Programming Interface</i>
APX	<i>Accessible Player Experiences</i>
BEM	<i>Blinds, Education and Mathematics</i>
CBIE	Congresso Brasileiro de Informtica da Educao
GAG	<i>Game Accessibility Guidelines</i>
GDD	<i>Game Design Document</i>
GE	<i>Game Engine</i>
GPS	<i>Global Positioning System</i>
HRTF	<i>Head-Related Transfer Function</i>
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i>
MATHVIS	<i>Mathematics for Visually Impaired Students</i>
MVC	<i>Model-View-Controller</i>
RENTE	Revista Novas Tecnologias na Educao
UA-Games	<i>Universally Accessible Games</i>
XML	<i>Extensible Markup Language</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO	14
1.2 PROBLEMATIZAÇÃO	15
1.3 JUSTIFICATIVA	15
1.4 OBJETIVOS	17
1.4.1 Objetivo Geral	17
1.4.2 Objetivos Específicos	17
1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	18
2 REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1 DEFICIÊNCIA VISUAL	19
2.2 JOGOS DIGITAIS	20
2.3 JOGOS SÉRIOS	21
2.4 JOGOS INCLUSIVOS	21
2.5 <i>DESIGN</i> ACESSÍVEL	22
2.6 <i>GAME DESIGN</i>	24
2.6.1 Game Design Document	25
2.7 GÊNEROS DE JOGOS	25
2.8 TÉCNICAS DE ADAPTABILIDADE	26
2.9 TÉCNICAS SONORAS	27
2.10 TRABALHOS RELACIONADOS	28
3 METODOLOGIA	31
3.1 SONDAÇÃO BIBLIOGRÁFICA	31
3.2 CONSTRUÇÃO DO GDD	31
3.3 TECNOLOGIAS UTILIZADAS	32
4 RESULTADOS	33
4.1 DIRETÓRIO <i>ONLINE</i> DO STANMAT	33
4.2 ARQUITETURA DO SISTEMA	34
4.3 ENREDO	36
4.4 CENÁRIOS	36
4.5 OBSTÁCULOS	37
4.6 PERSONAGENS	39
4.7 ELABORAÇÃO DO DESAFIOS	40
4.8 <i>DESIGN</i> ACESSÍVEL DO STANMAT	42
4.9 DINÂMICA DO JOGO	43
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS	47

REFERÊNCIAS	48
APÊNDICE A – <i>GAME DESIGN DOCUMENT</i> DO STANMAT	54

1 INTRODUÇÃO

Este capítulo apresenta uma visão geral deste trabalho e está organizado da seguinte forma: a Seção 1.1 apresenta a contextualização; a Seção 1.2 apresenta a problematização; a Seção 1.3 explicita os argumentos que justificam o desenvolvimento deste trabalho; a Seção 1.4 apresenta os objetivos deste trabalho; e, por fim, a Seção 1.5 apresenta a organização deste trabalho.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A inclusão está proporcionando um aumento no número de alunos com alguma deficiência nas escolas (SARMENTO; SANTOS; SARMENTO, 2017). De acordo com o Ministério da Educação, em 1998, cerca de 200 mil pessoas estavam matriculadas na educação básica, sendo apenas 13% em classes comuns e, já em 2014, eram quase 900 mil matrículas, sendo 79% delas em turmas comuns (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2015).

Segundo dados do Censo Escolar da Educação Básica de 2017, o índice de inclusão de pessoas com deficiência em classes regulares passou de 85,5% em 2013 para 90,9% em 2017 (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2017). De acordo com Governo do Brasil (2020), houve um aumento nas matrículas da educação especial de 5,9% de 2018 para 2019 e de 34,4 % de 2015 para 2019.

Dentre os diversos tipos de deficiência, tem-se a visual. Segundo Gil (2000), a expressão “deficiência visual” se refere ao espectro que vai da cegueira até a visão subnormal. Já Kyrillos (2005), denomina essa condição especial como a perda, por algum motivo, total ou parcial da visão, limitando o desempenho normal.

Pessoas com deficiência visual necessitam de um contexto educacional com um olhar apurado para suas especificidades, de modo a contemplar e estimular suas habilidades e sentidos remanescentes (SANTANA *et al.*, 2017).

Desta forma, verifica-se a necessidade de conhecer novos recursos e de tomar ações específicas, objetivando proporcionar ambientes tanto de inclusão social quanto de desenvolvimento educacional para pessoas com deficiência visual.

1.2 PROBLEMATIZAÇÃO

A proliferação de dispositivos móveis criou oportunidades de inovação para a indústria de entretenimento, como, por exemplo, os jogos (OLIVEIRA *et al.*, 2015).

O mercado de jogos é dinâmico e, por isso, necessita inovar rapidamente. As pessoas com deficiência visual, por representar apenas uma pequena fatia do mercado, acabam sendo desconsideradas na produção de jogos (BERNARDO *et al.*, 2016).

Os jogos destinados às pessoas com deficiências visuais são denominados de *Audio Games* e possuem o áudio como principal recurso (MATSUO; MIURA, 2016). Atualmente, ainda percebe-se uma escassez de jogos destinados às pessoas com deficiência visual e os que são propostos são muito simples, consistindo basicamente em som, sem interface gráfica, o que não contribui para a inclusão social dos deficientes visuais (BERNARDO *et al.*, 2016).

Segundo a Lei nº 9.394 de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, Capítulo V, Art. 59, Parágrafo I, a Educação Especial deve proporcionar a integração e inclusão, de modo que possuam recursos educacionais, técnicas, métodos e organizações especiais para atender às suas necessidades (BRASIL, 1996).

O Decreto 3.298, de 20 de dezembro de 1999, garante acessibilidade de pessoas com deficiências à educação, à cultura, ao lazer e ao esporte (BRASIL, 1999). Não englobar estas pessoas no mercado de jogos é privar elas deste direito, o que se constitui como um problema que precisa ser resolvido.

1.3 JUSTIFICATIVA

A utilização de jogos digitais pode fortalecer o ensino-aprendizagem em relação aos métodos tradicionais, proporcionando o conhecimento através da brincadeira e permitindo a autonomia e reflexão dos conteúdos abordados (SANTANA *et al.*, 2017).

Essa estratégia tem ganhado destaque, pois os jogos educativos apresentam características importantes para a evolução do processo de ensino-aprendizagem, independente da faixa etária do público, do conteúdo trabalhado e do grau de escolaridade em questão, propiciando um desenvolvimento integral e dinâmico nas áreas cognitiva, afetiva, linguística, social, moral e motora, além de contribuir para a construção da autonomia,

críticidade, criatividade, responsabilidade e cooperação (MORATORI, 2003; SANTANA *et al.*, 2017).

Para Monsalve (2014), os jogos surgem como propostas para o ensino, já que fornecem aspectos práticos que o ensino tradicional, de aulas expositivas, não provê. Ainda de acordo com Monsalve (2014), os jogos conseguem promover aspectos intelectuais e recreativos dos alunos envolvidos, podendo fornecer uma estrutura para a socialização, cooperação e competitividade.

Segundo Sarmiento, Santos e Sarmiento (2017), os jogos são ferramentas que auxiliam o desenvolvimento cognitivo e motor do indivíduo, proporcionam diversão, interação e noções de estratégias, motivam o indivíduo a buscar estratégias dentre as regras para obter bons resultados.

De acordo com Monte (2014), os jogos tendem a manter a atenção dos jogadores e, com isso, a aprendizagem sucede de modo fluído. Os jogos também estabelecem um ambiente de cooperação entre os indivíduos que estejam envolvidos nesse círculo, favorecendo o desenvolvimento da coordenação motora e cognitiva.

Segundo Balbino *et al.* (2009), os jogos digitais são extremamente importantes para a aprendizagem de pessoas com necessidades especiais, pois além de facilitar a aprendizagem e motivar, possibilita a inclusão digital dessas pessoas.

Diante das opiniões expostas, corrobora-se que os jogos educativos são instrumentos importantes para o contexto educacional de pessoas com deficiência visual. Portanto, este trabalho propõe a reestruturação de um jogo, denominado de StanMat, cujo objetivo é proporcionar a cada indivíduo, seja ele com deficiência visual ou não, uma interação única, criando um ambiente lúdico e favorável para auxiliar a aprendizagem das quatro operações básicas da matemática, bem como propiciar um ambiente de inclusão social.

O processo de reestruturação do StanMat foi dado pelo fato de sua primeira versão ser limitada apenas para computadores pessoais com o sistema operacional Windows. Além disso, outros problemas foram identificados na primeira versão do jogo, a citar: (i) não havia fim; (ii) não tinha enredo; e (iii) havia apenas um cenário. Para a implementação da nova versão do jogo, utilizou-se o Node.js, o Vue.js, o PostgreSQL, o GitLab, o Heroku, o Inkscape, o modelo do usuário para adaptação e o áudio espacial 2D.

Como mencionado anteriormente, o jogo proposto aborda conceitos básicos da matemática. Essa temática foi definida a partir de uma necessidade constatada na literatura, onde afirma-se que pessoas com deficiência visual apresentam maior dificuldade na disciplina de matemática, em razão da maior parte do conteúdo dessa matéria precisar de recursos visuais para ser compreendido (FERREIRA; CAVACO, 2014; SONG et al., 2011). Segundo Figueiredo e Bittencourt (2005), os jogos digitais colaboram para a aprendizagem da matemática, sendo a mesma de modo significativo e contextualizado.

Espera-se que o jogo convide o usuário à experiência de interação social com o meio em que está inserido e que o auxilie no processo de desenvolvimento educacional. Além disso, espera-se que o jogo seja atrativo para todos os usuários e não só para o público deficiente visual, já que o fato de alguém jogar sozinho não significa inclusão. Portanto, se este objetivo for alcançado, haverá, além da inclusão de pessoas com deficiência visual na sociedade, um interesse próprio da sociedade em participar do dia-a-dia de pessoas com deficiência visual.

1.4 OBJETIVOS

A Subseção 1.4.1 define o objetivo geral deste trabalho e a Subseção 1.4.2 apresenta os objetivos específicos.

1.4.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho baseia-se no desenvolvimento de um jogo sério para web que busca contribuir com a aprendizagem das quatro operações básicas da matemática e com a inclusão social de pessoas com deficiência visual.

1.4.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos expostos a seguir foram estabelecidos para alcançar o objetivo geral do trabalho.

- Levantar um arcabouço teórico para adquirir a base e direcionamento necessários para todo o desenvolvimento intelectual deste trabalho, incluindo a definição das linguagens, ferramentas e técnicas utilizadas;

- Elaborar o *Game Design Document*;
- Desenvolver a segunda versão do StanMat.

1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho está organizado da seguinte forma: o Capítulo 2 apresenta a fundamentação teórica utilizada para o desenvolvimento deste trabalho; o Capítulo 3 descreve a metodologia empregada neste trabalho; o Capítulo 4 apresenta o jogo proposto; e, por fim, o Capítulo 5 apresenta as considerações finais e os trabalhos futuros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo descreve a base teórica que fundamenta a elaboração deste trabalho, estando organizado da seguinte forma: a Seção 2.1 apresenta uma contextualização sobre deficiência visual; a Seção 2.2 descreve os conceitos sobre jogos digitais; a Seção 2.3 apresenta uma contextualização sobre jogos sérios; a Seção 2.4 descreve conceitos no campo de jogos inclusivos; a Seção 2.5 apresenta os *designs* para jogos acessíveis; a Seção 5.6 apresenta uma contextualização sobre *Game Design*; a Seção 2.7 apresenta técnicas de adaptabilidade; a Seção 2.8 apresenta técnicas sonoras; e, por fim, a Seção 2.9 apresenta os trabalhos correlatos com o objeto de pesquisa.

2.1 DEFICIÊNCIA VISUAL

De acordo com a World Health Organization (1980 *apud* OLIVEIRA, 2015), a deficiência visual caracteriza-se pela perda parcial ou total da visão, que pode ser congênita ou adquirida. Segundo os autores, a deficiência visual divide-se em dois grupos: (i) baixa visão: é caracterizada pelo comprometimento da função dos olhos; e (ii) cegueira: é caracterizada pela pouca capacidade de enxergar ou a perda total da visão. O Quadro 1 apresenta descrições sobre os tipos de deficiência visual.

Quadro 1 – Tipos e definição de deficiência visual

Tipo	Descrição
Baixa visão	Caracterizada pelo comprometimento da função visual dos olhos, mesmo após tratamento ou correção. Pessoas com baixa visão podem ler textos com letras ampliadas.
Cegueira	Quando há perda total da visão ou pouca capacidade de enxergar, fazendo com que a pessoa precise de tecnologia assistiva para ler e escrever.

Fonte: Autoria própria

Bernardo *et al.* (2016) também dividem a deficiência visual nos grupos: (i) baixa visão; e (ii) cegueira; sendo cada um dividido em dois subgrupos, conforme apresentado no Quadro 2.

Quadro 2 – Classificação da deficiência visual

Tipo	Classificação
Deficiência visual moderada	Baixa visão
Deficiência visual grave	
Cegueira (incapacidade de realizar tarefas rotineiras)	Cegueira
Cegueira total (perda completa da visão)	

Fonte: Autoria própria

2.2 JOGOS DIGITAIS

O primeiro jogo *multiplayer* com um *display* gráfico animado foi proposto em 1958, por William Higinbotham, que teve a ideia de criar um jogo interativo a partir de osciloscópio. O jogo consistia em rebater uma bola em uma linha horizontal na parte inferior do osciloscópio, simulando uma partida de tênis. O jogo utilizava controles analógicos e possuía diversas limitações, como, por exemplo, falta de placar (FERREIRA, 2018).

O jogo criado por William Higinbotham surpreendeu a todos, já que nada semelhante havia sido criado até aquele momento, tornando-se uma atração divertida. Após três anos dessa invenção, em 1961, Steve Russel e Wiitanen's criaram um jogo, denominado de Spacewar!, que consistia em mover uma nave espacial e emitir tiros, simulando uma guerra espacial (FERREIRA, 2018).

O jogo de Steve Russel e Wiitanen's inspirou o desenvolvimento dos jogos eletrônicos das décadas de 60 e 70, servindo como base para o primeiro jogo eletrônico comercial, produzido em 1971 por Bill Pittse Hugh Tuck, o *Galaxy Game*. Também serviu de inspiração para Nolan Bushnell e Ted Dabney desenvolverem o *Computer Space*, considerado o primeiro jogo amplamente difundido. Entretanto, ambos foram um fracasso devido à complexidade para a interação, necessitando a leitura de um complexo manual de instruções (FERREIRA, 2018).

Mesmo com o fracasso do *Computer Space*, seus criadores não desistiram de criar jogos, sendo que, em 1972, criaram a Atari Inc., que viria a ser uma das principais empresas de videogames das décadas de 70 e 80 (FERREIRA, 2018).

Os jogos digitais, conhecidos atualmente, surgiram em 1977 nos Estados Unidos, quando foi lançado o Atari 2600 pela Atari Inc. (MONTE, 2014). O jogo digital é uma ação lúdica formada por movimento, mudanças, alternância, sucessão, associação, separação e decisão, com o intuito de alcançar algum objetivo ou desejo do jogador (RODRIGUES, 2016). Eles permitem um novo tipo de interação na experiência dos jovens com as máquinas, permitindo o envolvimento e produção de percepções e emoções no jogador (MONTE, 2014).

2.3 JOGOS SÉRIOS

De acordo com El-Ghouli e Khoukhi (2016), os jogos sérios são sistemas que combinam uma intenção séria do tipo educativa, informativa, comunicativa, *marketing* e ideológica, ou seja, os jogos sérios desviam dos jogos que tem o entretenimento como único objetivo. Ainda segundo os autores, esses tipos de jogos são utilizados para treinamento de militares, de funcionários, dentre outros.

Já para Marshall *et al* (2015), o jogo sério é um termo utilizado para designar jogos de não-entretenimento, que vem ganhando lugar nas escolas, na área militar e na saúde. Os autores afirmam ainda que os jogos sérios tiveram sucesso nos treinamentos para militares, para ensinar história, matemática, português e também para as reabilitações nos centros de saúdes.

Para Zyda (2005), um jogo sério é como um concurso mental, jogado a partir de um computador e de acordo com regras específicas, que utiliza do entretenimento para promover os objetivos governamentais, corporativos de treinamento, educação, saúde, políticas públicas e comunicação estratégica. Ainda segundo a autora, os jogos sérios apresentam ações que educam e/ou instruem, transmitindo assim conhecimento ou habilidade.

2.4 JOGOS INCLUSIVOS

Segundo Macêdo *et al.* (2017), a inclusão se dá ao ultrapassar a barreira educativa que, de alguma forma, dificulta a aprendizagem, escolhendo e gerindo recursos que beneficiem a

todos. Os jogos computacionais colaboram com a inclusão social do indivíduo que apresenta deficiência visual. A utilização do reconhecimento de voz, junto com a síntese de voz, facilita e incentiva a interação do público com deficiência visual, bem como aumenta o seu grau de inclusão.

De acordo com Sobral *et al.* (2017), os jogos digitais são ferramentas altamente recomendáveis para o ensino e a inclusão social e digital dos alunos com deficiência visual, devendo ser atrativo para todos os públicos. Segundo os autores, pode-se explorar os recursos utilitários e lúdicos em um jogo eletrônico, de modo a oportunizar também a inclusão digital dos deficientes visuais.

De acordo com Santana *et al.* (2017), jogos que visam a inclusão digital de pessoas com deficiência visual necessitam de recurso que sintetize toda a informação necessária para a interação com aquele ambiente. Ainda segundo os autores, o jogo deve apresentar uma harmonia entre os elementos de interfaces gráficas e a utilização de efeitos sonoros, melhorando assim, a inclusão sociodigital.

Ferreira e Cavaco (2014) denotam que a utilização de áudio possibilita a participação dos deficientes visuais, mas com a utilização de interface gráfica, mesmo que seja simples, contribui para a inclusão dos outros membros da sociedade.

2.5 DESIGN ACESSÍVEL

De acordo com Grammenos, Savidis e Stephanidis (2009), os jogos acessíveis são jogos criados proativamente para se ajustarem e adaptarem às características de cada usuário, sem a necessidade de ajustes específicos. Existem atualmente diversos guias para a elaboração de um *design* de jogo acessível.

A *Game Accessibility Guidelines* (GAG) foi proposta em 2012 e é considerada uma referência direta ao *design* inclusivo, apresentando orientações e exemplos de como atender jogadores com deficiência (GAG, 2016). A GAG possui diversas diretrizes para a elaboração de um jogo acessível, sendo estas diretrizes categorizadas por tipo de deficiência e nível de dificuldade de implementação. A GAG propõe 30 (trinta) diretrizes para deficiências visuais, conforme é descrito a seguir GAG (2016):

1. Garantir que nenhuma informação essencial seja transmitida apenas por uma cor;

2. Se o jogo usar o campo de visão (somente mecanismo 3D), definir um padrão apropriado para o ambiente de visualização esperado;
3. Evitar gatilhos de doença de simulação de realidade virtual;
4. Usar um tamanho de fonte padrão de fácil leitura;
5. Usar formatação simples de texto não criptografado;
6. Fornecer alto contraste entre texto/interface do usuário e plano de fundo;
7. Garantir que os elementos interativos/controles virtuais sejam grandes e bem espaçados, principalmente em telas pequenas ou sensíveis ao toque;
8. Se o jogo usar o campo de visão (somente mecanismo 3D), permitir que um meio seja ajustado;
9. Evitar (ou forneça a opção de desativar) qualquer diferença entre o movimento do controlador e o movimento da câmera, como balançar a arma/andar ou suavizar o *mouse*;
10. Usar som *surround* (FRENG; HAMADA, 2004);
11. Fornecer uma opção para desativar/ocultar a animação de fundo;
12. Garantir o suporte ao leitor de tela para dispositivos móveis;
13. Fornecer uma opção para ajustar o contraste;
14. Garantir que as opções de som/música para os principais objetos/eventos sejam distintas entre si;
15. Fornecer uma escolha de cores/desenhos de cursor/mira;
16. Dar uma indicação clara de que os elementos interativos são interativos;
17. Verificar se o manual/site é fornecido em um formato amigável para o leitor de tela;
18. Fornecer controles de volume separados ou silenciados para efeitos, fala e fundo/música;
19. Evitar colocar informações temporárias essenciais fora dos olhos do jogador;
20. Permitir que as interfaces sejam redimensionadas;
21. Permitir que o tamanho da fonte seja ajustado;
22. Fornecer um mapa de áudio no estilo de sonar pingável;
23. Fornecer narrações pré-gravadas para todo o texto, incluindo menus e instaladores;
24. Fornecer um GPS (*Global Positioning System*) com voz;
25. Permitir fácil orientação/movimento ao longo dos pontos da bússola;

26. Assegurar que todas as ações principais possam ser executadas por controles digitais (botões/teclas/prensas), com entradas mais complexas (por exemplo, analógicas, gestos etc.) não necessárias e incluídas apenas como métodos de entrada suplementares/alternativos;
27. Garantir suporte ao leitor de tela, incluindo menus e instaladores;
28. Usar *design* de som/música distinto para todos os objetos e eventos;
29. Simular a gravação binaural;
30. Fornecer uma faixa de descrição de áudio.

No Laboratório de Interação Humano-Computador da ICS-FORTH¹, projetam-se e desenvolvem-se os *Universally Accessible Games (UA-Games)*, isto é, jogos universalmente acessíveis, criando e testando novos conceitos, técnicas de interação, métodos e ferramentas de software relacionados (FORTH, 2020).

O Igda-gasic (2020) está no setor desde 2003, ajudando a indústria de jogos a torná-los acessíveis a todos, independente da deficiência. A Igda-gasic (2020) possui diversas diretrizes para a elaboração de um jogo acessível, onde uma dessas diretrizes refere-se a apresentar as informações de diferentes formas, como, por exemplo, texto, fala e recursos visuais.

A Accessible.Games (2018), por meio do *Accessible Player Experiences (APX)*, propõe mudanças no *design* acessível para tornar essas experiências possíveis para jogadores com deficiência. O APX possui 22 (vinte e dois) padrões de *design* para a elaboração de jogos acessíveis. Um destes *designs* é o texto claro, onde o jogador pode alterar a maneira como o texto é apresentado no jogo para torná-lo legível (ACCESSIBLE.GAMES, 2018).

2.6 GAME DESIGN

O *Game Design* pode ser resumidamente definido como a ação de decidir o que um jogo deve ser (SHELL, 2010). De acordo com Fullerton (2008), o desenvolvimento de um jogo envolve diversas etapas, como, por exemplo, a criação do enredo, personagens, cenários, definição de sons, portabilidade, entre outros. Todas essas etapas estão presentes no *Game Design*. A Subseção 2.6.1 descreve o *Game Design Document*.

¹ Site: <<https://www.ics.forth.gr/>>.

2.6.1 *Game Design Document*

O *Game Design Document* (GDD) é um documento de texto elaborado por um *Game Designer*, o qual não possui um formato único, isto é, pode variar de empresa para empresa, mas sempre deve descrever os diversos elementos do jogo, tendo a função de comunicar e guiar a equipe durante o desenvolvimento do jogo (MOTTA; TRIGUEIRO JUNIOR, 2013).

De acordo com Rogers (2010), existe um movimento tanto na indústria quanto na academia para tornar os GDDs os mais curtos possíveis. Atualmente, existem três propostas de documentos:

1. **Página única:** documento que descreve uma visão geral do jogo, de uma maneira que possa orientar não apenas os desenvolvedores, mas outros *stakeholders*;
2. **Dez páginas:** documento que apresenta amplamente a estrutura do jogo, com detalhamento de diversas características do jogo;
3. **Game document:** um documento extenso que esboça tudo que estará no jogo.

2.7 GÊNEROS DE JOGOS

De acordo com Rogers (2014), os jogos se dividem em diversos gêneros e subgêneros, sendo o gênero usado para descrever o estilo do jogo. Dentre alguns dos gêneros existentes, destacam-se os seguintes:

- **Ação:** os jogos de ação exigem coordenação nas mãos e olhos;
- **Tiro:** os jogos de tiros concentram-se principalmente em atirar em inimigos, com ritmo acelerado e orientado a contração. Como jogos de ação, estes evoluíram para contemplar várias categorias que se distinguem pela visualização da câmera;
- **Aventura:** os jogos de aventuras concentram-se na resolução de quebra-cabeças, coletas de itens e gerenciamento de inventário;
- **Construção/gestão:** este gênero se concentra em criar e ampliar alocações com recursos limitados;
- **Simulação de vida:** semelhante ao gênero de construção/gestão, mas visando a construção e gestão de relacionamentos com formas de vidas artificiais;

- **Música/ritmo:** os jogos de músicas exigem combinar um ritmo ou uma batida para ganhar pontos;
- **Festa:** os jogos de festas são projetados para vários jogadores e são baseados em jogos competitivos;
- **Enigmas:** os jogos de enigmas são baseados na lógica e na conclusão de padrões;
- **Esportes:** os jogos de esportes são baseados em competições atléticas;
- **Estratégias:** os jogos de estratégias são marcados por pensamento e planejamento;
- **Simulação de veículos:** este gênero simula pilotar/dirigir um veículo.

Segundo Rogers (2014), os jogos podem se enquadrar em mais de um gênero, como, por exemplo, os jogos sérios que representam outra classificação e que podem se enquadrar em vários gêneros citados anteriormente.

2.8 TÉCNICAS DE ADAPTABILIDADE

Na literatura, são abordadas diferentes técnicas de adaptabilidade que visam criar um ambiente favorável para o jogador, não sendo um jogo difícil demais e nem fácil demais.

De acordo com Lopes *et al.* (2017), os jogos adaptativos são jogos que ajustam dinamicamente seu conteúdo ou mecanismo para melhor atender às necessidades, preferências ou objetivos de cada usuário. Segundo os mesmos autores, adaptar dinamicamente o conteúdo do jogo para responder às ações do usuário, pode torná-los mais pessoais e, com isso, pode-se atrair um maior público e tornar o jogo menos frustrante.

Ainda segundo Lopes *et al.* (2017), a experiência adaptativa deve ser definida pelos *designers*, por esses serem mais preparados para criar as experiências adaptativas. Sendo assim, os *designers* do jogo declaram as regras de adaptação, porém, para que as regras sejam construídas, são necessários dois outros recursos: (i) perfil de habilidade: consiste em uma sequência de valores de habilidades do usuário, cada uma indicando um nível de proficiência, medido através da habilidade; e (ii) descrição de conteúdo: consiste em um conjunto de características quantitativas que indicam como os elementos específicos devem ser criados. Os *designers* criam um perfil de habilidade e associam a alguma descrição de conteúdo, criando assim as regras de adaptação. Com a regra de adaptação, o jogo ainda não apresenta adaptabilidade, para isso, precisa-se do algoritmo de recuperação que descobre quais regras

são melhores para serem aplicadas para um usuário em um determinado momento do jogo. Assim, o conteúdo especificado pela regra é recuperado e aplicado no jogo.

De acordo com Prince e Davis (2008), os jogos educacionais adaptativos são discretos na quantidade de adaptatividade que eles incorporam. Segundo os mesmos autores, existem duas vertentes sobre a adaptabilidade: (i) *IMS Simple Sequencing*: consiste em uma hierarquia de árvore, onde os usuários são guiados através de rotas particulares pelos subnós e folhas da árvore, através do uso de marcações XML (*Extensible Markup Language*); e (ii) Hipermídia adaptativa: consiste em três modelos: (1) modelo de domínio: retrata o material que pode ser exposto para o usuário de forma que o sistema compreenda para definir como adaptá-lo; (2) modelo do usuário: verifica o que o usuário fez no passado a fim de determinar suas preferências e necessidades futuras; e (3) modelo de adaptação: fornece as regras para relacionar as informações do modelo de usuário ao modelo de domínio e permite que o mecanismo de adaptação crie experiências únicas para um usuário.

Segundo Prince e Davis (2008), os mecanismos de adaptabilidade devem ser construídos com o pensamento de criar uma total adaptabilidade, que visa em determinar o que o sistema deve adaptar, quando deve adaptar e como adaptá-lo. Ainda segundo os autores, armazenar detalhes sobre a interação do usuário potencializa a sua experiência por gerar mais dados aos quais o mecanismo possa se adaptar.

2.9 TÉCNICAS SONORAS

De acordo com Cowan e Kapralos (2013), a geração de som espacial, isto é, a modelagem da propagação do som enquanto está dentro de um ambiente é difícil, tecnicamente desafiadora e dispendiosa em termos computacionais.

De acordo com Cullen *et al.* (2016), os diferentes sons e efeitos auditivos (atenuação de amplitude e atenuação de frequência) combinados com diferentes sincronizações audiovisuais, afeta a percepção de profundidade que o objeto apresenta em relação ao usuário. Segundo os autores, os efeitos sonoros tentam imitar o mundo real, isto é, quanto mais perto o objeto estiver, maior seria a amplitude e a frequência e, quanto mais longe, menor seria a amplitude e a frequência.

Segundo Mehra *et al.* (2015), o áudio espacial envolve a geração apropriada de sinais sonoros para o ouvido do ouvinte, dando-lhe a impressão de que o som está sendo da direção pretendida, podendo ajudar o usuário a localizar os objetos e fontes sonoras no jogo. Essa técnica influencia no desempenho de navegação nos jogos. De acordo com os mesmos autores, os efeitos de dispersão sonora são representados usando o HRTF (*Head-Related Transfer Function*, ou traduzindo, função de transferência relacionada à cabeça). As medições para calcular a HRTF são realizadas em ambientes controlados. A integração de HRTFs em técnicas baseadas em ondas para gerar áudio espacial requerem a decomposição de ondas, que são técnicas computacionalmente caras. Algumas técnicas baseadas em onda, para evitar os dispendiosos cálculos necessários para integrar a HRTF, recorreram aos modelos de diretividade de ouvintes mais simples, baseados em uma cabeça esférica e uma função de cardioide. O método mais utilizado para fornecer áudio espacial é por meio dos fones de ouvidos.

De acordo com Ferreira e Cavaco (2014), o áudio espacial 2D é usado para ajudar na navegação pelas cenas. A intensidade desses sons varia de acordo com a distância do personagem em relação às fontes sonoras. Sendo assim, a intensidade dos sons muda dependendo se o personagem aproxima-se ou afasta-se da fonte de som. Além disso, os sons são reproduzidos com mais intensidade no canal esquerdo ou direito dependendo da localização da fonte sonora em relação ao personagem, criando assim uma sensação de áudio especializado 2D, isto é, a fonte de som é à direita, à esquerda, à frente ou atrás do personagem.

2.10 TRABALHOS RELACIONADOS

O desenvolvimento de jogos para auxiliar os deficientes visuais no ensino-aprendizagem da matemática tem sido uma temática discutida na literatura acadêmica, como os exemplos discutidos a seguir.

Silva (2009) desenvolveu um jogo, o CityVox, que foca no ensino de conceitos básicos de geometria para os alunos com deficiência visual do 8º e 9º ano. Este jogo consiste em um tabuleiro com vinte casas, onde, em cada casa, uma pergunta de múltipla escolha sobre geometria é apresentada ao jogador. Conforme o avanço das casas, o sistema apresenta uma

pergunta com grau de dificuldade maior e, caso o jogador erre uma pergunta, o sistema o manda retornar algumas casas no tabuleiro. Caso o usuário acerte, o sistema informa quantas casas ele deve andar e, por fim, caso o usuário acerte uma pergunta desafio, o sistema permite o salto de várias casas como prêmio. No final do jogo, é gerado um pequeno relatório com os acertos e comentários sobre os erros. O jogo utiliza imagens e descrições sonoras.

Soysa *et al.* (2010) construíram o MATHVIS (*Mathematics for Visually Impaired Students*), um jogo sobre matemática e voltado para deficientes visuais, que consiste em três níveis. Em cada nível, perguntas diferentes são apresentadas e o aluno possui três chances de responder corretamente à pergunta. O jogo funciona através da emissão de instruções de voz.

Song *et al.* (2011) construíram dois jogos voltados para o aprendizado da matemática e percepção espacial para pessoas com deficiência visual. Segundo os autores, crianças e adolescentes que apresentam algum grau de deficiência visual tendem a ter maior dificuldade na área de exatas. Por isso, os autores enfatizaram a matemática nesses jogos.


Segundo Ferreira e Cavaco (2014), pessoas com deficiência visual tendem a não escolher cursos superiores das ciências exatas ou engenharias por causa das dificuldades que são sentidas no âmbito escolar na disciplina de matemática. Diante dessa problemática, os autores propuseram um jogo de perguntas e respostas para auxiliar adolescentes com deficiência visual na aprendizagem de matemática. De acordo com os autores, o jogo é destinado para jovens do ensino médio, podendo ser adaptado para o fundamental.

Souza (2014) projetou um jogo de matemática para ser um recurso complementar as aulas de matemática do primeiro ano ensino fundamental I, ou seja, para auxiliar as crianças deficientes visuais, bem como os professores na realização de tarefas de matemática. O jogo foi desenvolvido dentro do Dosvox (PROJETO DOSVOX, 2018), consistindo em perguntas simples que são apresentadas na tela e reproduzidas sonoramente. Além disso, pode-se fazer alterações no jogo, aumentando a complexidade ou mudando o foco das perguntas.

Macêdo *et al.* (2017) criaram uma nova versão do jogo BEM (*Blinds, Education and Mathematics*), que visa a inclusão sociodigital de pessoas com deficiência visual e o auxílio na compreensão da matemática básica. O trabalho tem como objetivo ensinar as operações básicas da matemática (adição, subtração, multiplicação e divisão) para qualquer pessoa, permitindo a inclusão social e digital das pessoas com deficiência visual. Esta ferramenta em sua primeira versão possuía apenas o recurso de síntese de voz. Já na versão atual, foi

acoplado ao sistema o recurso de reconhecimento de voz para facilitar a interação entre as pessoas com deficiência visual e o sistema.

Biase *et al.* (2018) desenvolveram um simulador de montanha russa que foca no ensino da física para pessoas com e sem deficiência visual. O simulador foi desenvolvido para dispositivos móveis e utiliza recursos de vibrações e fornece *feedbacks* auditivos para a pessoa com deficiência visual compreender as formas do trilho, bem como todo o cenário é acessível por meio do toque, o qual resulta no *feedback* sonoro e vibratório correspondente ao objeto tocado.

Embora o presente trabalho esteja no mesmo campo de pesquisa que os trabalhos supracitados, este apresenta uma perspectiva complementar. Diferentemente dos trabalhos discutidos nesta seção, o StanMat 2.0 utilizou doze diretrizes de *design* acessível como base  seu desenvolvimento. O StanMat é um jogo adaptativo que visa proporcionar a cada indivíduo, seja ele deficiente visual ou não, uma interação única, criando um ambiente lúdico e favorável para que o indivíduo consiga aprender as quatro operações básicas da matemática. O StanMat trata-se de um jogo de perguntas e desafios associados a elas, divididas em níveis de dificuldade. A cada nova fase, o jogo apresenta uma explicação didática sobre a operação a ser abordada e exemplos práticos de seu funcionamento. Além disso, o jogo possui um personagem guia, o Ámon Rá, e um sistema de ranqueamento, para gerar o espírito de competitividade entre os jogadores, bem como um sistema recompensas, ou seja, uma forma de dar *feedbacks* ao usuário sobre o seu desempenho e também incentivar a sua total participação.

3 METODOLOGIA

Este capítulo apresenta as etapas utilizadas para o desenvolvimento desta pesquisa, estando organizado da seguinte forma: a Seção 3.1 descreve a sondagem bibliográfica; a Seção 3.2 apresenta o desenvolvimento do GDD; e, por fim, a Seção 3.3 descreve as tecnologias utilizadas.

3.1 SONDAGEM BIBLIOGRÁFICA

A sondagem bibliográfica para esta pesquisa foi realizada, principalmente, no IEEE *Xplore Digital Library*², na RENOTE³ (Revista Novas Tecnologias na Educação) e no CBIE⁴ (Congresso Brasileiro de Informática da Educação). Para isto, foram utilizadas as seguintes palavras-chave nas buscas: (i) *digital games*; (ii) *audio games*; e (iii) *visual impairment*.

A seleção dos trabalhos seguiu os seguintes critérios:

1. Desenvolvimento de jogos para pessoas com deficiência visual;
2. Utilização de ferramentas ou técnicas para o desenvolvimento de *audio games*.

3.2 CONSTRUÇÃO DO GDD

Neste trabalho, optou-se por construir o *Game Design Document* de dez páginas, conforme pode ser visto no Apêndice A. Este documento foi essencial para definição e análise dos elementos que iriam compor o jogo.

Com o GDD, foi possível definir os cenários, a jogabilidade, o enredo, os personagens e o fluxo do jogo. Além disso, o público-alvo também foi definido neste documento, tratando-se de um jogo voltado, mas não limitado, às crianças com ou sem deficiência visual que estejam no Ensino Fundamental I.

² Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>>.

³ Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/renote>>.

⁴ Disponível em:

<<https://www.sbc.org.br/2-uncategorised/1808-cbie-congresso-brasileiro-de-informatica-na-educacao>>.

3.3 TECNOLOGIAS UTILIZADAS

A primeira versão do StanMat foi desenvolvida com a *Game Engine* (GE) GoDot (GODOT DOCS, 2018), dada a documentação abrangente e por ser gratuita e de código aberto. Nesta segunda versão, o jogo foi desenvolvido sem a utilização de uma GE, visto que a escolhida na primeira versão, mesmo permitindo a importação para web, não mantinha a conexão com o banco de dados, tornando inviável sua utilização.

Sendo assim, na segunda versão do StanMat, utilizou-se o *framework* Vue.js (VUE JS, 2020) e o interpretador de JavaScript Node.js (NODE JS, 2019) para o desenvolvimento do *front-end* e do *back-end*, respectivamente. Para a persistência de dados, utilizou-se o banco de dados PostgreSQL (POSTGRESQL, 2019). O Heroku (HEROKU, 2019) foi utilizado para disponibilizar a API (*Application Programming Interface*) na Internet. O GitLab (GITLAB, 2019) foi utilizado para o controle de alterações de mudança. E, por fim, o Inkscape (INKSCAPE, 2020) foi utilizado para construção dos cenários, personagens e obstáculos do jogo.

Em relação às técnicas de adaptabilidade, utilizou-se o modelo do usuário, onde verifica-se as configurações feitas no passado a fim de determinar as preferências futuras. Por fim, em relação às técnicas sonoras, adotou-se o áudio espacial 2D para ajudar na navegação pelas cenas.

4 RESULTADOS

Este capítulo apresenta os principais resultados obtidos com o desenvolvimento do StanMat 2.0, estando organizado da seguinte forma: a Seção 4.1 apresenta o diretório *online* do StanMat; a Seção 4.2 descreve a arquitetura do sistema; a Seção 4.3 apresenta o enredo; a Seção 4.4 descreve os cenários do jogo; a Seção 4.5 descreve os obstáculos do jogo; a Seção 4.6 apresenta os personagens e suas histórias; a Seção 4.7 descreve os procedimentos realizados para a elaboração dos desafios matemáticos; a Seção 4.8 apresenta o *design* acessível utilizado no jogo; e, por fim, a Seção 4.9 demonstra o funcionamento do jogo.

4.1 DIRETÓRIO *ONLINE* DO STANMAT

Como uma forma de disponibilizar todos os artefatos da primeira e segunda versão do StanMat, criou-se um diretório *online*⁵. Nele, é possível encontrar, dentre outras coisas:

- Diários de bordo: anotações dos detalhes acontecidos durante as oficinas realizadas para auxiliar o levantamento dos requisitos do jogo;
- Documento de requisitos 1.0: apresenta os requisitos funcionais e não funcionais que auxiliaram no desenvolvimento da primeira versão do StanMat;
- Questionários para validação: apresenta os questionários utilizados para validar a primeira versão do StanMat;
- StanMat 1.0: *link* para baixar a primeira versão do StanMat;
- Documento de requisitos 2.0: apresenta os requisitos funcionais e não funcionais que auxiliaram no desenvolvimento da segunda versão do StanMat;
- GDD: apresenta os elementos que compõem a segunda versão do StanMat;
- StanMat 2.0: *link* para acessar a segunda versão do StanMat, proposta neste trabalho.

⁵ Disponível em: <<https://sites.google.com/view/repositoriostanmat/p%C3%A1gina-inicial>>.

4.2 ARQUITETURA DO SISTEMA

A arquitetura do StanMat 2.0 seguiu o padrão de projeto *Model-View-Controller* (MVC) (MICROSOFT, 2014), conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Visão do padrão de projeto MVC



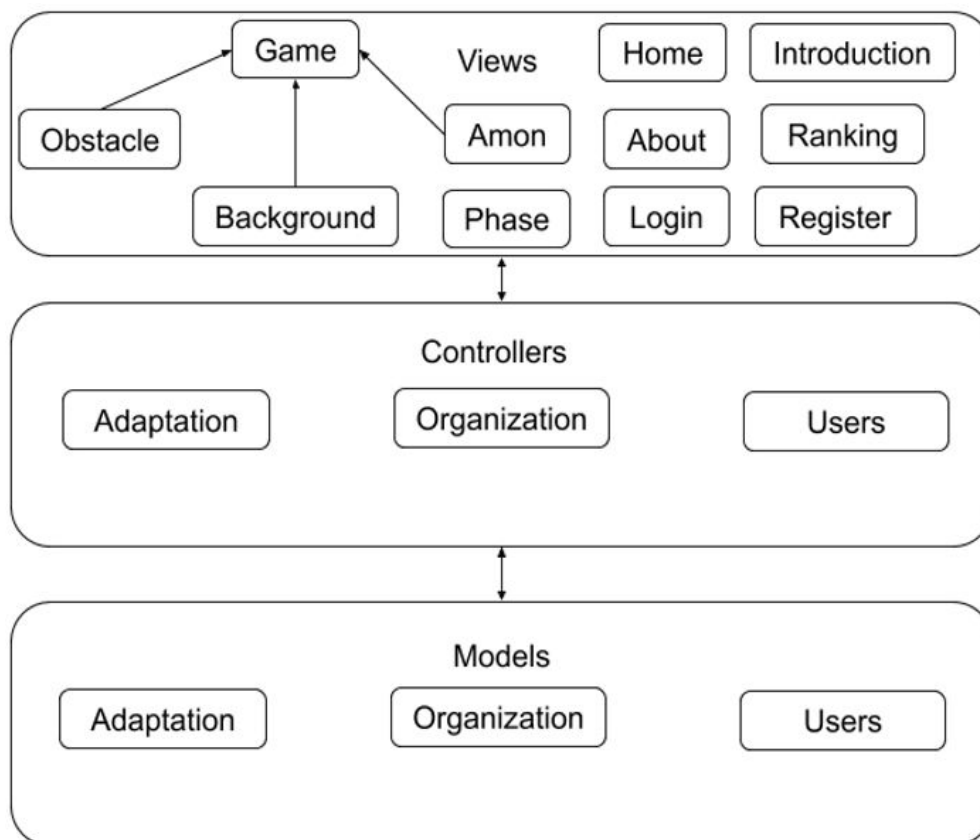
Fonte: Autoria Própria

Segundo a Microsoft (2014), o padrão MVC apresenta três camadas: (i) a camada de manipulação de dados (*model*); (ii) a camada de controle (*controller*); e (iii) a camada de interação com os usuários (*view*), conforme descrito a seguir:

- **Model:** responsável pela leitura, escrita e validação dos dados;
- **Controller:** responsável pela requisição do usuário, isto é, decide qual *model* usar e a qual *view* apresentar ao usuário;
- **View:** responsável pela apresentação dos dados.

Com base no padrão MVC e nos requisitos elicitados (Documento de Requisitos 2.0 discutido na Seção 4.1), obteve-se a arquitetura do StanMat 2.0, conforme a representação visual ilustrada na Figura 2.

Figura 2 – Representação visual da arquitetura desenvolvida



Fonte: Autoria Própria

Conforme pode ser observado na Figura 2, a camada *Views* possui os elementos *Game*, *Phase*, *Home*, *About*, *Login*, *Introduction*, *Ranking* e *Register*, que referem-se basicamente às telas em que o jogador irá interagir com o jogo desenvolvido. Já os *Obstacle*, *Background* e *Amon*, referem-se aos componentes do elemento *Game*.

Na camada de *controllers*, os elementos *Adaptation*, *Organization* e *Users* referem-se basicamente ao controle de qual *model* deve ser usado para obtenção de dados. E, por fim, na camada de *models*, os elementos *Adaptation*, *Organization* e *Users* referem-se basicamente às tabelas utilizadas para leitura e escrita no banco de dados.

4.3 ENREDO

O StanMat caracteriza-se como um jogo sério, cujo o gênero é de aventura, pois concentra-se na resolução de operações matemáticas (desafios), bem como na coleta de baús de recompensas.

O enredo do StanMat refere-se à exploração do planeta Terra em tempos antigos, no qual o personagem guia volta ao passado para impedir que a matemática seja apagada da história da humanidade. Cada fase (espaço de tempo) faz referência a uma ou mais operações básicas da matemática. Desse modo, as primeiras fases são responsáveis por auxiliar a aprendizagem nas operações básicas introdutórias da matemática, isto é, a adição e a subtração. Enquanto as últimas são referentes às outras operações básicas vistas no ensino fundamental 1, ou seja, a multiplicação e a divisão. Além disso, as fases só poderão ser acessadas sequencialmente, ou seja, a fase 2 só será desbloqueada após o jogador concluir a fase 1 com sucesso, da mesma forma para as demais fases.

Esta proposta de jogo visa aproximar o StanMat aos jogos de entretenimento, porém o enredo de matemática ainda estará incluso em todo o jogo. Cada fase conterà dez operações, sendo que, em cada fase, o nível de dificuldade das operações é aumentado.

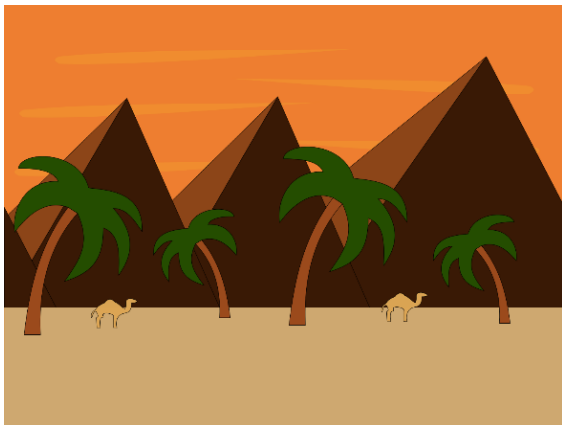
Em cada nível, uma parte diferente da história da matemática será apresentada. Desta forma, será adicionado a cada nível do jogo uma contextualização sobre alguns fatos importantes da matemática. Sendo assim, espera-se contribuir com a aprendizagem das quatro operações básicas, bem como com fatos históricos que contribuíram com a evolução da matemática.

4.4 CENÁRIOS

Os cenários presentes no StanMat 2.0 retratam tempos antigos do planeta Terra, cujos seus povos contribuíram com a evolução da matemática. Nesta versão 2.0 foram elaborados quatro cenários (ilustrados na Figura 3), estando distribuídos em sete fases do jogo.

Figura 3 – Cenários do StanMat 2.0

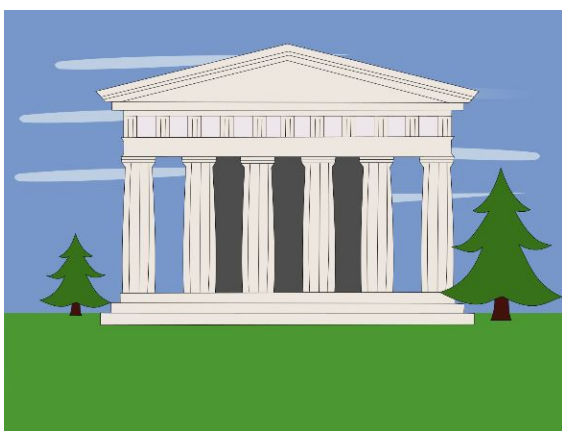
(a) Egito Antigo



(b) Babilônia



(c) Grécia Antiga



(d) Índia Antiga



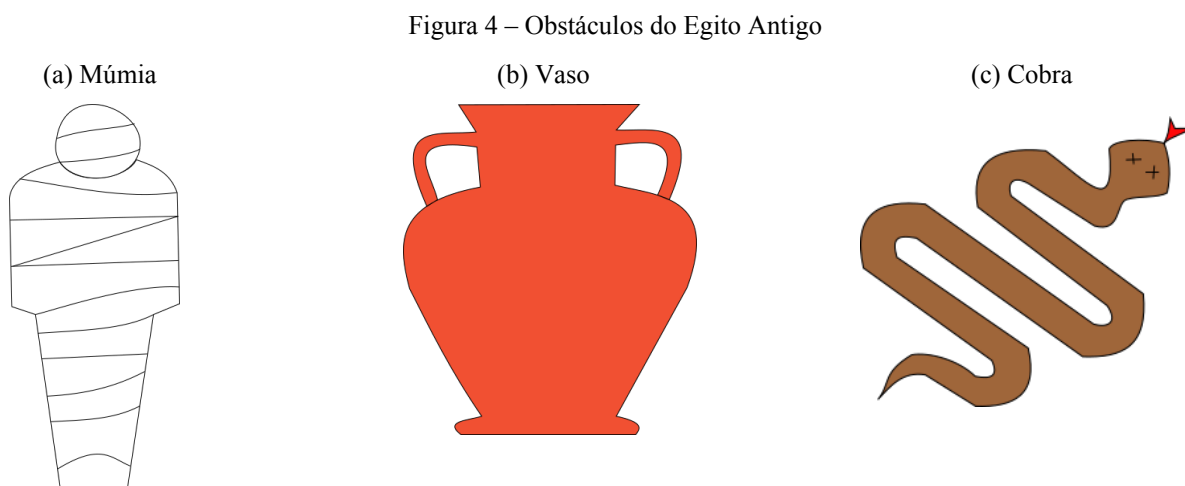
Fonte: Autoria Própria

Os cenários foram criados com base nas especulações dos povos antigos e de seus principais costumes. Conforme observado na Figura 3, o primeiro cenário é o Egito Antigo, o qual apresenta pirâmides, camelos e palmeiras. O segundo cenário é a Babilônia, o qual apresenta uma torre dourada e palmeiras. O terceiro cenário é a Grécia Antiga, o qual apresenta um templo, a deusa de Atena, o Partenon e pinheiros. O último cenário é a Índia Antiga, o qual apresenta o complexo budista Sanchi Stupa, camelos e pinheiros.

4.5 OBSTÁCULOS

Os obstáculos presentes no StanMat 2.0 fazem referência a cultura de cada lugar apresentado nos cenários, sendo três obstáculos diferentes para cada cenário. Cada obstáculo apresenta uma sonoridade única, permitindo sua detecção em conjunto com o áudio 2D. Essa

estratégia foi adotada para permitir que o deficiente visual identifique a aproximação dos obstáculos. Em cada fase há um obstáculo que provoca a perda de pontos, caso o jogador não consiga saltá-lo⁶, sendo estes obstáculos: (i) a cobra no Egito; (ii) o leão na Babilônia; (iii) o pilar na Grécia; e, por fim, (iv) a vaca na Índia. A Figura 4 ilustra os obstáculos do Egito Antigo.



Fonte: Autoria Própria

A Figura 5 apresenta os obstáculos utilizados no cenário da Babilônia.

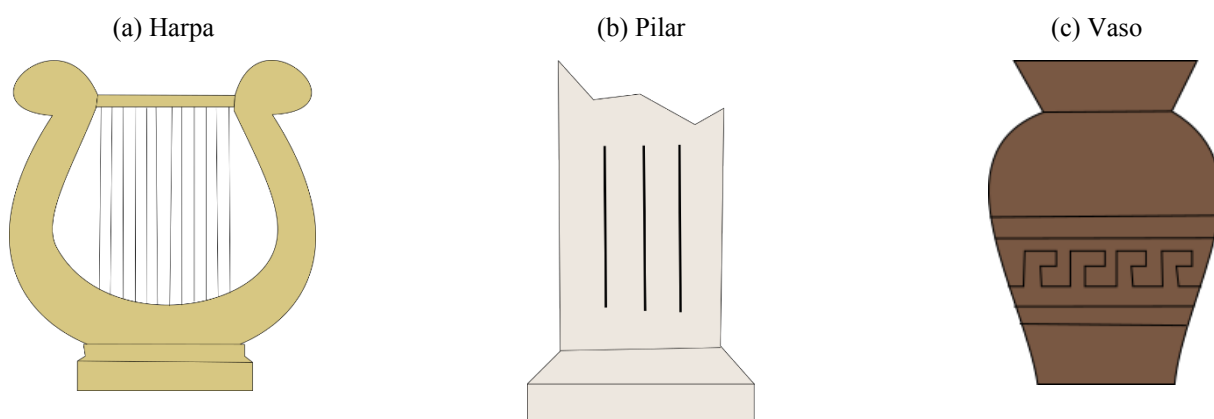


Fonte: Autoria Própria

Já a Figura 6 ilustra os obstáculos da Grécia Antiga.

⁶ Necessário a utilização de pulo duplo.

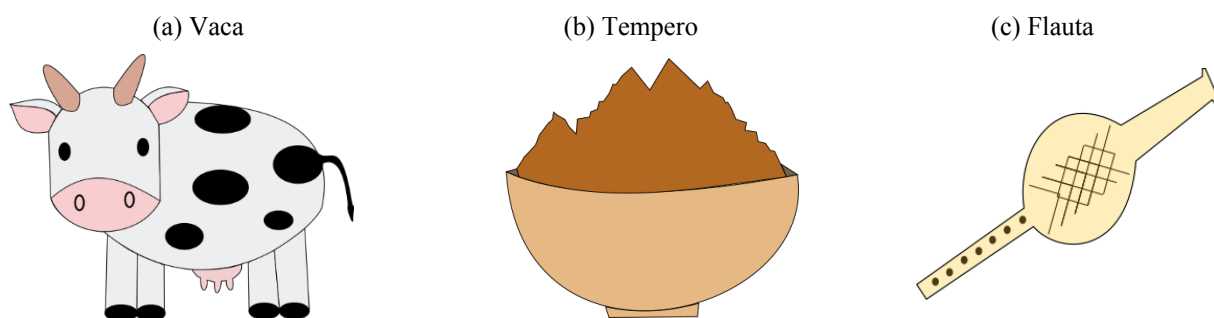
Figura 6 – Obstáculos da Grécia Antiga



Fonte: Autoria Própria

Por fim, a Figura 7 apresenta os obstáculos característicos do cenário da Índia Antiga.

Figura 7 – Obstáculos da Índia Antiga

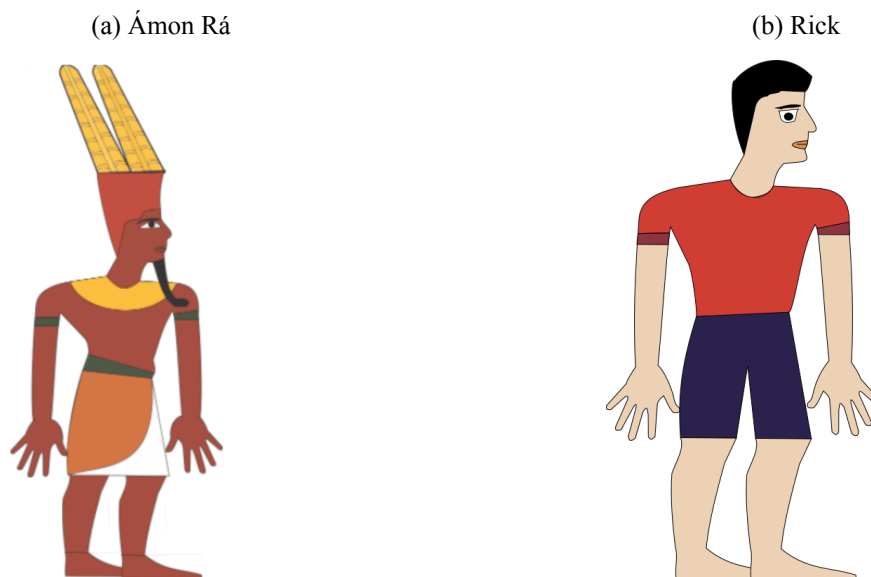


Fonte: Autoria Própria

4.6 PERSONAGENS

Para esta segunda versão do StanMat, foram propostos dois personagens, o personagem guia, chamado de Ámon Rá, e o inimigo, denominado de Rick, conforme ilustrado na Figura 8.

Figura 8 – Personagens do StanMat 2.0



Fonte: Autoria Própria

Rick é o inimigo no jogo. Rick sempre foi ofendido pelas outras crianças, seus professores e até por seus pais, apenas por ser péssimo em matemática. Por isso, Rick sempre desejou apagar a matemática da história da humanidade. Depois de anos de trabalho árduo, Rick conseguiu criar a invenção que permitiria alcançar seu desejado sonho: uma máquina do tempo.

Por sua vez, Ámon Rá é o personagem guia do jogo. Um Deus grego reverenciado sob aspectos criadores e solares, sendo este o Deus criador da vida. Os egípcios faziam oferenda para Ámon Rá para garantir a existência do ano seguinte. Sabendo que Rick poderá conturbar a ordem do universo e ferir a existência dos anos assegurados por Ámon Rá, este se vê na obrigação de salvá-los e, para isto, terá que resolver os desafios matemáticos, percorrendo por diversas épocas para impedir Rick.

4.7 ELABORAÇÃO DO DESAFIOS

As operações matemáticas (ou desafios matemáticos) são relacionadas aos conteúdos contemplados em cada fase, conforme definido a seguir:

- **1ª fase:** aborda a adição;

- **2ª fase:** aborda a subtração
- **3ª fase:** aborda a combinação da adição e subtração;
- **4ª fase:** aborda a multiplicação;
- **5ª fase:** aborda a combinação da adição, subtração e multiplicação;
- **6ª fase:** aborda a divisão;
- **7ª fase:** aborda a combinação da adição, subtração, multiplicação e divisão.

Para que Ámon Rá consiga impedir Rick de apagar a matemática da história da humanidade, este terá que responder corretamente a 7 (sete) desafios matemáticos em cada fase, de um total de 10 (dez) desafios por fase.

Para os desafios matemáticos, foi pensado em um processo de progressão de dificuldade, o qual caracteriza-se pela quantidade de perguntas respondidas corretamente e pela fase em que o jogador se encontra, ou seja, todas as fases que abordam apenas uma operação matemática (fases 1, 2, 4 e 6) apresentam três progressões de dificuldade: (i) se o jogador acertar até dois desafios, então os valores dos operandos serão menores do que 4 (quatro) e maiores do que 0 (zero); (ii) se o jogador acertar mais de 2 (dois) desafios e menos de 6 (seis), então os valores dos operandos serão menores do que 7 (sete) e maiores do que 0 (zero); e, por fim, (iii) se o jogador acertar mais de 5 (cinco) desafios, então os valores dos operandos serão menores do que 10 (dez) e maiores do que zero.

A cada nova fase em que há combinação de operações (fases 3, 5 e 7), os seus operandos assumirão valores maiores, dependendo do operador sorteado, isto é, na fase 3, os operandos serão menores do que 16 (dezesesseis) e maiores do que 0 (zero) para todos os operadores; na fase 5, os operandos serão menores 21 (vinte e um) e maiores do que 0 (zero) para os operadores de adição e subtração, e para o operador de multiplicação os operandos serão menores do que 10 (dez) e maiores do que 0 (zero); e, na fase 7, os operandos serão menores do que 31 (trinta e um) e maiores do que 0 (zero) para os operadores de adição e subtração, para o operador de multiplicação, os operandos serão menores do que 16 (dezesesseis) e maiores do que 0 (zero) e, para o operador de divisão, os operandos serão menores do que 10 (dez) e maiores do que 0 (zero).

Os valores dos operandos são gerados de forma randômica a partir de uma função disponível pelo *JavaScript*, assim como os operadores também são escolhidos dessa maneira nas fases em que há combinação de operações.

4.8 DESIGN ACESSÍVEL DO STANMAT

Conforme discutido na Seção 2.5, a GAG propõe 30 (trinta) diretrizes relacionadas à visão, sendo que algumas dessas diretrizes são voltadas especificamente para o daltonismo. Sendo assim, este trabalho aplicou 12 (doze) dessas diretrizes no StanMat 2.0, sendo todas voltadas à visão, conforme descrito a seguir:

1. **Utilizar tamanho de fonte padrão de fácil leitura:** o tamanho da fonte adotado foi de 28px, que é o tamanho mínimo recomendado;
2. **Utilizar formatação simples de texto:** a fonte adotada foi a Arial, que é uma fonte sem serifa;
3. **Garantir que elementos interativos sejam bem espaçados:** o jogo apresenta botões largos e com grande espaçamento;
4. **Garantir que as opções de sons/músicas para cada um dos principais objetos sejam distintas entre si:** o jogo apresenta sons específicos para cada obstáculo e cenário;
5. **Indicar claramente elementos interativos:** o jogo apresenta efeitos de *mouseover* (passagem do *mouse*) e áudios;
6. **Fornecer controles de silenciadores distintos para áudios, efeitos e músicas:** o jogo cumpriu esse princípio com base na hipermídia adaptativa descrita por Prince e Davis (2008);
7. **Evitar colocar informações temporárias essenciais fora dos olhos do jogador:** todas as informações temporárias foram apresentadas no campo foco do usuário;
8. **Fornecer narrações pré-gravadas para todos os textos:** todos os textos presentes no jogo apresentam uma narração pré-gravada;
9. **Assegurar que todas as ações principais possam ser executadas por controles digitais:** o jogo utiliza as teclas como único método de entrada;
10. **Usar *design* de som distinto para todos os objetos e eventos:** cada objeto no jogo apresenta um som único;
11. **Fornecer faixa de descrição:** o jogo apresenta áudios do contexto visual para o jogador;

12. Simular gravação binaural: o jogo apresenta som 2D com base no mesmo princípio apresentado por Ferreira e Cavaco (2014), sendo que este apenas simula um efeito da gravação binaural.

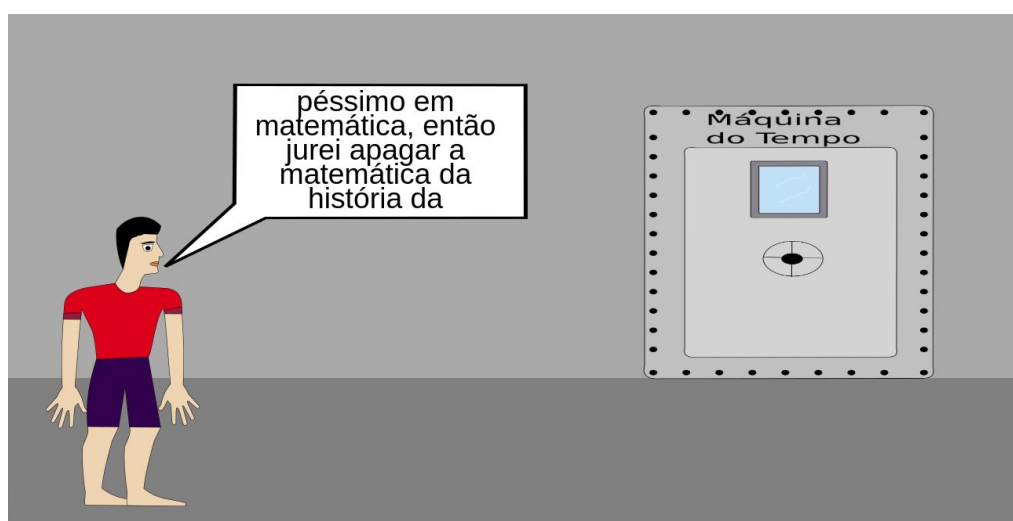
As diretrizes adotadas neste trabalho foram as que apresentaram melhor coerência com a proposta do jogo, já que as outras diretrizes são específicas para realidade virtual, jogos 3D, jogos com mapas e com *hardware* para *surround*.

4.9 DINÂMICA DO JOGO

Inicialmente, o jogador terá que se cadastrar na plataforma. Uma vez cadastrado, o jogador será redirecionado para a *home* do jogo. O jogo será iniciado após pressionar o botão jogar.

Ao iniciar o jogo, o jogador será encaminhado para a introdução, a qual apresenta informações sobre a história do inimigo e do personagem guia e seu objetivo no jogo, e, além disso, são informadas as teclas a serem utilizadas para a interação com o jogo. A cada início de fase, é apresentada uma breve contextualização da história da matemática e uma explanação sobre a operação matemática a ser abordada. A Figura 9 ilustra uma das telas da introdução.

Figura 9 – Introdução do jogo



Fonte: Autoria Própria

Ao finalizar a introdução, Ámon Rá será direcionado para uma das fases, de acordo com o progresso do jogador no jogo. Ao iniciar o jogo, Ámon Rá terá que ultrapassar os obstáculos, resolver os desafios matemáticos e acumular 7 (sete) acertos, para assim impedir que Rick apague a matemática da história da humanidade. A Figura 10 ilustra uma fase do jogo.

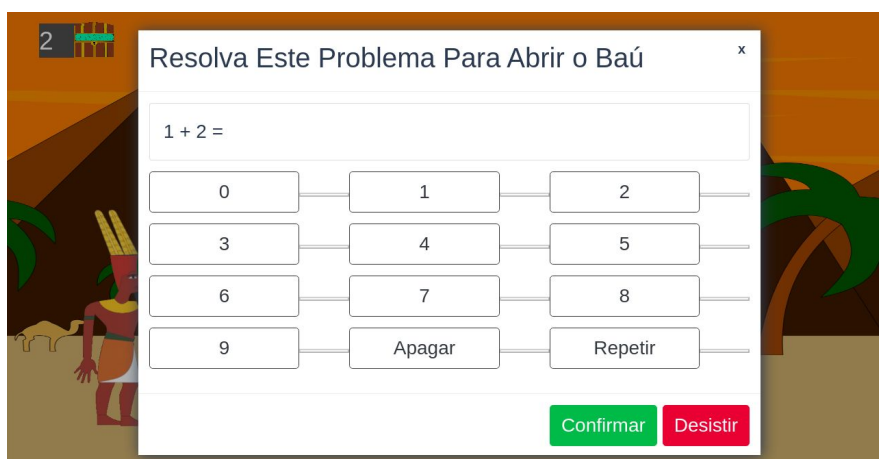
Figura 10 – Fase do jogo



Fonte: Autoria Própria

Ao explorar o cenário, Ámon Rá encontrará baús, onde será desafiado a responder corretamente os desafios matemáticos. O jogador verificará a conta a ser resolvida e, em seguida, deverá escolher os números que compõem o resultado, conforme ilustrado na Figura 11.

Figura 11 – Visualização de um desafio



Fonte: Autoria Própria

Caso o jogador responda corretamente o desafio, um baú de recompensa será acrescentado no contador de baús, no canto superior esquerdo. O jogador receberá um *feedback* sobre a resposta fornecida, isto é, caso acerte, receberá uma mensagem de parabéns e com a recompensa conquistada, e, caso erre, receberá uma mensagem motivando o jogador a tentar novamente, bem como informando o valor correto da resposta do desafio. A Figura 12 ilustra o padrão de mensagem exibido quando o jogador acerta o desafio.

Figura 12 – Visualização do *feedback*



Fonte: Autoria Própria

O jogo também disponibiliza uma tela com o *ranking* dos jogadores. O *ranking* apresenta a pontuação de forma decrescente de até dez jogadores armazenados até o momento no banco de dados, conforme ilustrado na Figura 13.

Figura 13 – Visualização do *Ranking*

StanMat		
Jogo Fases Sobre Raking Sair		
#	Nome de usuário	Pontuação
0	mila	1
1	mabel	0
2	camilaperin	0

Desenvolvido por Camila Perin de Carvalho

Fonte: Autoria Própria

O StanMat permite que o usuário adapte as suas preferências de áudios, efeitos, músicas e textos do jogo (habilitando ou desabilitando), conforme definido no GDD (Apêndice A). Essas preferências são gravadas no banco de dados, como um histórico de preferências. Assim, o último dado do histórico é utilizado para criar a adaptação do jogo, isto é, com base na preferência mais recente do usuário.

Conforme descrito nesta seção, a dinâmica do jogo é simples, basicamente Ámon Rá terá que explorar os cenários, ultrapassando os obstáculos, resolvendo os desafios matemáticos disponibilizados nos baús e acumulando 7 (sete) acertos, pois só assim conseguirá impedir Rick de apagar a matemática da história da humanidade.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS

Este trabalho propôs um jogo sério e inclusivo para deficientes visuais. Para o seu desenvolvimento, foram abordados os conceitos de deficiência visual, *design* acessível, *game design*, jogos digitais, jogos sérios, jogos inclusivos e gêneros de jogos, como também foram apresentadas as principais técnicas sonoras e de adaptabilidade. A busca pela inclusão digital das pessoas com deficiência visual tem sido um ponto positivo, visto que a incorporação dos jogos digitais cria um ambiente que favorece a aprendizagem.

O jogo proposto consiste em uma segunda versão do StanMat, que é um jogo que se adapta às preferências de cada indivíduo, seja ele deficiente visual ou não, buscando criar um ambiente lúdico e favorável para que o indivíduo consiga aprender as quatro operações básicas da matemática, bem como contribuir com a inclusão social de pessoas com deficiência visual, seguindo as diretrizes de *design* acessível.

Espera-se que o jogo proposto seja atrativo e educacional para todas as pessoas que desejem aprender as quatro operações básicas da matemática, não só para o público deficiente visual, já que um de seus objetivos é promover a inclusão social.

Como trabalhos futuros, pretende-se: (i) validar o jogo com crianças com e sem deficiência visual, com o objetivo de comprovar sua eficácia, bem como coletar feedbacks dos participantes, visando aplicar melhorias; (ii) analisar o histórico do jogador para recomendar adaptações no jogo de forma automática; e (iii) desenvolver um teclado próprio para o jogo.

REFERÊNCIAS

ACCESSIBLE.GAMES. **Accessible Player Experiences (APX)**. 2018. Disponível em: <<https://accessible.games/accessible-player-experiences/>>. Acesso em: 22 mai. 2020.

BALBINO, R. R. et al. Jogos educativos como objetos de aprendizagem para pessoas com necessidades especiais. In: **Revista Novas Tecnologias na Educação (RENOTE)**, v.7, n.3, dez, 2009.

BERNARDO, C. G. et al. Multimodality by Electronic Games as Assistive Technology for Visual Disabilities. In: **International Conference on Technology and Innovation in Sports, Health and Wellbeing (TISHW)**, 1., 2016, Vila Real. IEEE, 2016.

BIASE, L. C. C. et al. An Accessible Roller Coaster Simulator for Touchscreen Devices: An Educational Game for the Visually Impaired. In: **Games Media Entertainment (GEM)**, 4., 2018, Galway. IEEE, 2018.

BRASIL. Constituição (1996). Lei no 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Brasília.

BRASIL. Decreto no 3.298, de 20 de dezembro de 1999. Brasília.

COWAN, B.; KAPRALOS, B. GPU-based acoustical occlusion modeling for virtual environments and games. In: **IEEE International Games Innovation Conference (IGIC)**, 3., 2013. IEEE, 2014.

CULLEN, B. et al. Sound and stereoscopic 3D: Examining the effects of sound on depth perception in stereoscopic 3D. In: **International Conference on Information, Intelligence, Systems & Applications (IISA)**, 7., 2016, Calcídica. IEEE, 2016.

EL-GHOULI, L.; KHOUKHI, F. Contributions of serious games on adaptive learning systems. In: **International Conference on Intelligent Systems: Theories and Applications (SITA)**, 11., 2016, Mohammedia. IEEE, 2016.

FERREIRA, A. R. **Exergames e saúde mental: uma pesquisa-intervenção em um CAPS da cidade de Maceió**. 2018. Dissertação (Mestrado em Educação). Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2018.

FERREIRA, F.; CAVACO, S. Mathematics for all: a Game-Based Learning Environment for Visually Impaired Students. In: **IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) Proceedings**, 18., 2014, Madri. IEEE, 2014.

FIGUEIREDO, C. Z.; BITTENCOUR, J. R. Jogos computadorizados para aprendizagem matemática no ensino fundamental: refletindo a partir dos interesses dos educandos. In: **Revista Novas Tecnologias na Educação (RENOTE)**, v.3, n.2, jun, 2005.

FORTH. **UA-GAMES (Universally Accessible Games)**. 2020. Disponível em: <https://projects.ics.forth.gr/hci/ua-games/index_main.php?l=e&c=555>. Acesso em: 22 mai. 2020.

FRENG, P. N.; HAMADA, R. Surround sound from all angles. **Ingenia Magazine - Royal Academy of Engineering**. Londres, p. 20 -24, 2004.

FULLERTON, T. **Game Design Workshop: A Playcentric Approach to Creating Innovative Games**. 2. ed. CRC Press: 2008. 496 p.

GAG. **A straightforward reference for inclusive game design**. 2016. Disponível em: <<http://gameaccessibilityguidelines.com/>>. Acesso em: 20 jan. 2020.

GIL, M. **Deficiência visual**. Brasília: MEC. Secretaria de Educação a Distância, 2000.

GITLAB. **GitLab named a Leader in Cloud-Native CI**. 2019. Disponível em: <<https://about.gitlab.com/>>. Acesso em: 22 mai. 2020.

GODOT DOCS. **Godot Docs-3.0** branch. 2018. Disponível em: <<https://docs.godotengine.org/en/3.0/>>. Acesso em: 22 mai. 2020.

GOVERNO DO BRASIL. **Cresce o número de crianças matriculadas em creches públicas no Brasil**. 2020. Disponível em: <<https://www.gov.br/pt-br/noticias/educacao-e-pesquisa/2020/02/cresce-o-numero-de-crianca-s-matriculadas-em-creches-publicas-no-brasil>>. Acesso em: 11 jun. 2020.

GRAMMENOS, D.; SAVIDIS, A.; STEPHANIDIS, C. Designing Universally Accessible Games. In: **Computers in Entertainment (CIE)**, v.7, n.1, fev, 2009.

HEROKU. **Documentation**. 2019. Disponível em: <<https://devcenter.heroku.com/categories/reference>>. Acesso em: 22 jan. 2020.

IGDA-GASIG. **The IGDA Game Accessibility Special Interest Group**. 2020. Disponível em: <<https://igda-gasig.org/>>. Acesso em: 22 mai. 2020.

KYRILLOS, M. H. M. **O Deficiente Visual: Considerações acerca da Prática da Educação Física Escolar na Educação Inclusiva**. Monografia do Curso de Pós-Graduação “Lato Sensu” em Educação Inclusiva, 2005.

INKSCAPE. **Desenhe Livrement**e. Disponível em: <<https://inkscape.org/pt-br/>>. Acesso em: 12 jun. 2020.

LOPES, R. et al. Authoring Adaptive Game World Generation (2017). In: TOGELIUS, J. **IEEE Transactions on Games**. p. 42 – 55.

MACÊDO, R. S. et al. Blinds, Education and Mathematics: objeto de aprendizagem sobre as operações básicas da matemática com o uso dos recursos de síntese e reconhecimento de voz. In: Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE) 2017, 6., 2017, Recife. **Anais do XXVIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)**, Sobrau: Anais do SBIE, 2017. p. 445 - 455.

MARSHALL, J. B. et al. Serious 3D Gaming Research for the Vision Impaired. In: **International Conference on e-Health Networking, Applications and Services (Healthcom)**, 17., 2015, Boston. IEEE, 2015. p. 468 - 471.

MATSUO, M.; MIURA, T. ShadowRine: Accessible Game for Blind Users, and Accessible Action RPG for Visually Impaired Gamers. In: **IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics**, 2016, Budapest. SMC 2016, 2016, 2826 - 2827.

MEHRA, R. et al. WAVE: Interactive Wave-based Sound Propagation for Virtual Environments (2015). In: FLORIANI, L. D. **IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics**, p. 434 – 442.

MICROSOFT. **Model-View-Controller**. Disponível em: <<https://docs.microsoft.com/en-us/>

previous-versions/msp-n-p/ff649643(v=pandp.10)?redirectedfrom=MSDN>. Acesso em: 11 jun. 2020.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Censo Escolar da Educação Básica 2017**. 2017. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/educacao_basica/censo_escolar/caderno_de_instrucoes/caderno_de_instrucoes_censo_escolar_2017_v.2.pdf>. Acesso em: 08 nov. 2018.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Dados do censo escolar indicam aumento de matrículas de alunos com deficiência**. 2015. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/noticias/educacao-e-ciencia/2015/03/dados-do-censo-escolar-indica-m-aumento-de-matriculas-de-alunos-com-deficiencia>>. Acesso em: 03 nov. 2018.

MONSALVE, E. S. **Uma abordagem para transparência pedagógica usando aprendizagem baseada em jogos**. Tese de doutorado. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro - RJ. 2014.

MONTE, W. S. **Oficinando com jovens: análise de processos de atenção na experiência com jogos digitais**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, Mossoró - RN, 2014.

MOTTA, R. L.; TRIGUEIRO JUNIOR, J. Short game design document (SGDD): Documento de game design aplicado a jogos de pequeno porte e advergames, um estudo de caso do advergame Rockergirl Bikeway. In: XII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital, 12., 2013. **Anais do XII SBGames**, São Paulo, 2013. p. 115 - 121.

MORATORI, P. C. **Por que utilizar jogos educativos no processo de ensino aprendizagem?**. Trabalho de conclusão da disciplina de Introdução a Informática na Educação. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro - RJ, 2003.

NODE JS. **Node.js**. 2019. Disponível em: <<https://nodejs.org/en/>>. Acesso em: 22 mai. 2020.

OLIVEIRA, P. A. et al. Virtual Stage: an Immersive Musical Game for People with Visual Impairment. In: **Brazilian Symposium on Computer Games and Digital Entertainment**, 14., 2015, Piauí. p. 135-141.

OLIVEIRA, P. A. et al. Virtual Stage: an Immersive Musical Game for People with Visual Impairment. In: **Brazilian Symposium on Computer Games and Digital Entertainment**,

14., 2015, Piauí. p. 135-141

PRINCE, R.; DAVIS, H.C. The Scope of Adaptive Digital Games for Education. In: **IEEE International Conference on Digital Game and Intelligent Toy Enhanced Learning, 2.**, 2008, Banff. IEEE, 2008.

PROJETO DOSVOX. **Projeto Dosvox.** 2018. Disponível em: <<http://intervox.nce.ufjf.br/dosvox/>>. Acesso em: 22 mai. 2020.

POSTGRESQL. **PostgreSQL: The World's Most Advanced Open Source Relational Database.** 2019. Disponível em <<https://www.postgresql.org/>>. Acesso em: 11 jun. 2020.

RODRIGUES, A. R. **Desenvolvimento de um jogo adaptativo para crianças e jovens autistas.** Monografia (Bacharel em Ciência da computação). Graduação em Bacharel em Ciência da computação, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró - RN, 2016.

ROGERS, S. **Level Up!: The Guide to Great Video Game Design.** 1. Chichester: John Wiley & Sons Ltd, 2010.

SANTANA, K. C. et al. Blinds, Basic Education: jogo digital inclusivo para auxiliar o processo de ensino-aprendizagem das pessoas com deficiência visual. In: **Anais do XXVIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2017).** Recife, 2017.

SARMENTO, C. V. S.; SANTOS, E. V. O.; SARMENTO, C. F. S. Jogos matemáticos no processo de ensino e aprendizagem de alunos deficientes visuais. **Revista Científica Semana Acadêmica.** Fortaleza, n. 000105, 2017. Disponível em: <<https://semanaacademica.org.br/artigo/jogos-matematicos-no-processo-de-ensino-e-aprendizagem-de-alunos-deficientes-visuais>>. Acesso em: 12 jun. 2020.

SILVA, L. F. **Geometria e cegos - Um jogo computacional no processo de aprendizagem de trigonometria.** Monografia (Tecnologias da Informação Aplicadas à Educação). Programa de Pós-Graduação Lato Sensu em Tecnologias da Informação Aplicadas à Educação, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro - RJ, 2009.

SCHELL, J. **A arte de Game Design: O Livro Original.** 1. ed. Burlington: Elsevier, 2010. 520 p.

SOBRAL, F. et al. A Utilização de Role Playing Games Digitais como Ferramenta Complementar no Processo de Aprendizagem de Crianças Deficientes Visuais. In: **Anais do XXVIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2017)**. Recife, 2017.

SONG, D. et al. Toward designing mobile games for visually challenged children. In: **International Conference on e-Education, Entertainment and e-Management**, 15., 2011, Mali. IEEE, 2011. p. 234 - 238.

SOUZA, H. T. **MiniMatecaVox**: aplicativo de ensino matemático para crianças deficientes visuais em fase de alfabetização. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, Campinas - SP, 2014.

SOYSA, L. et al. Enhancing learning for Visually Impaired with technology: MATHVIS. In: **International Conference on Technology for Education**, 4., 2010, Mumbai. p. 228 – 229.

VUE JS. **The Progressive JavaScript Framework**. 2020. Disponível em: <<https://vuejs.org/>>. Acesso em: 22 mai. 2020.

VUE JS. **The Progressive JavaScript Framework**. 2020. Disponível em: <<https://vuejs.org/>>. Acesso em: 13 jul. 2020.

ZYDA, M. From visual simulation to virtual reality to games. In: HELAL, S. (2005). **Computer**, p. 25- 32.

APÊNDICE A – *GAME DESIGN DOCUMENT* DO STANMAT

StanMat

Camila Perin de Carvalho
camila.carvalho@alunos.ufersa.edu.br

Plataforma: Web

Público alvo: crianças no ensino fundamental 1

Abril / 2020

1 HISTÓRIA E JOGABILIDADE

Quando criança, Rick era sempre ofendido pelas outras crianças, seus professores e até por seus pais, apenas por ser péssimo em matemática e, por isso, sempre desejou apagar a matemática da história da humanidade. Depois de anos de trabalho árduo, Rick conseguiu criar a invenção que permitiria alcançar seu desejado sonho, ele criou a máquina do tempo e voltará no tempo para apagar a matemática da história da humanidade. O Deus Ámon Rá será o responsável por salvar a humanidade, retribuindo as oferendas que lhe são dadas. Entretanto, para salvar a humanidade, ele deverá demonstrar seu conhecimento nas quatro operações básicas da matemática.

Rick inicia seu plano e vai para o ano 2000 a.c., no qual os povos egípcios davam os passos iniciais na matemática, mas seu plano de dizimar tal conhecimento corre o risco de falhar, pois o Deus Ámon Rá entra em ação, devendo cumprir com a sua missão de resolver dez problemas matemáticos e de saltar obstáculos para impedi-lo.

Ao ser alcançado por Ámon Rá, Rick percebe que seu objetivo não poderá ser concluído naquele momento, então utiliza a máquina do tempo novamente. Então Rick fica sempre voltando ao passado para apagar a matemática, indo à Babilónia (1800 a.c.), Grécia (570 a.c., 428 a.c., 310 a.c., 288 a.c) e a Índia (476 a.c), sempre em datas que representam eventos importantes, isto é, que poderiam alterar o rumo da matemática mundial.

Após tudo isso, Rick concluiu que nunca conseguiria atingir seu objetivo, isto é, nunca poderia apagar a matemática da história da humanidade. Com isso, Rick entra em desespero, então o Deus Ámon Rá mostra para Rick que todo seu árduo trabalho baseou-se em matemática, sendo que Rick agora não é mais uma pessoa que não sabe matemática, mas sim um homem que mudou e continuará mudando a história da humanidade com a utilização da matemática.

2 FLUXO DO JOGO

Ao longo do jogo, o jogador desenvolverá suas habilidades nas quatro operações básicas da matemática, pois os níveis de dificuldade das operações aumentam de acordo com as fases do jogo. Esse aumento se encaixa no enredo do jogo, visto que as fases apresentam uma progressão da história da matemática, utilizando métodos mais complexos para sua elaboração, assim a complexidade da conta é aumentada inserindo-se os conhecimentos adquiridos em fases anteriores.

A medida em que as operações são respondidas corretamente, os jogadores ganharão baús, os quais representam a pontuação do jogador. Assim, espera-se que o jogador seja desafiado a progredir no jogo e, conseqüentemente, adquira conhecimentos sobre a história da matemática e, principalmente, sobre as quatro operações básicas da matemática.

3 PERSONAGENS E CONTROLES

O jogador controla o personagem denominado de Ámon Rá, um Deus grego reverenciado sob aspectos criadores e solares, sendo este o Deus criador da vida. Os egípcios faziam oferenda para Ámon Rá para que o ano seguinte fosse criado. Sabendo que Rick pode conturbar a ordem do universo e ferir a existência dos anos assegurados por Ámon Rá, este se vê na obrigação de salvá-los e, para isso, percorrerá por diversas épocas para impedir Rick.

Sendo o Ámon Rá o único personagem controlado pelo jogador, ele pode saltar os obstáculos e caminhar pelos cenários, bem como resolver as operações matemáticas. O Quadro 1 apresenta o mapeamento dos controles em relação aos movimentos exercidos no jogo.

Quadro 1 - Controles do jogo

Teclas	Ação
Flecha direita (→) e a letra d	Movimentar o personagem para frente
Espaço (tecla mais longa do teclado), a flecha para cima (↑) e a letra w	Saltar o personagem
Tab (§) e o <i>mouse</i>	Movimentar-se pelos botões de resolução das operações
<i>Enter</i> e o <i>click</i> do <i>mouse</i>	Selecionar o botão “Confirmar” durante a resolução das operações
Tecla i	Pular a introdução
Tecla r	Desabilitar/habilitar as músicas de fundo
Tecla t	Desabilitar/habilitar os áudios
Tecla y	Desabilitar/habilitar os efeitos sonoros
Tecla u	Desabilitar/habilitar o texto
Tecla a	Sair do jogo
Tecla o	Diminuir a velocidade dos áudios
Tecla p	Aumentar a velocidade dos áudios

4 PRINCIPAIS CONCEITOS DE JOGABILIDADE E RECURSOS ESPECÍFICOS

O jogador se envolve em um jogo sério, o qual apresenta o gênero de plataforma voltado para o ensino-aprendizagem, mas oportunizando a diversão enquanto se aprende. Este jogo possui uma sequência de sete fases, possuindo quatro cenários diferentes, conforme apresentado no Quadro 2, sendo que, em cada um desses cenários, os obstáculos são objetos relacionados a tal.

Quadro 2 - Cenários do jogo

Fase	Cenário
1	Egito
2	Babilônia
3, 4, 5 e 6	Grécia
7	Índia

5 MUNDO DO JOGO

A jogabilidade do jogo acontece no início de cada fase, após a apresentação dos fatos que trouxeram o jogador até ali. Conforme apresentado no Quadro 2, o jogador visitará quatro locais diferentes, o Egito, a Babilônia, a Grécia e a Índia, sendo que estes cenários consistirão no plano de fundo, nos obstáculos e no enredo, conforme foi apresentado na introdução deste documento.

Estes ambientes se vinculam às histórias, visto que foram nelas que aconteceram grandes feitos na matemática antiga, visto que o foco do jogo também é a transmissão desse conhecimento. A navegação pelo jogo se dá por meio de fases, as quais são sequenciais, conforme descrito na introdução deste documento.

O jogo deve apresentar recursos sonoros em todas as fases e introduções, devendo também apresentar a ambientação de maneira sucinta. Os obstáculos do jogo devem apresentar sonoridades únicas.

6 INTERFACE

O jogador navega pelo jogo conforme os comandos apresentados no Quadro 1, o qual especifica os principais comandos que serão utilizados pelo jogador durante a jogatina. As interfaces apresentam relação com o enredo do jogo, sendo estas simples, tentando focar principalmente no enredo que o jogo trás.

São utilizadas diversas músicas no jogo, uma relacionada a cada fase, sendo que essas músicas não possuem um gênero específico, remetendo apenas ao local do enredo atual.

7 MECÂNICA

O jogo tem uma mecânica básica, o movimento do Ámon Rá, com obstáculos ao longo de cada fase, basicamente com a movimentação para a frente do personagem Ámon Rá, bem como o salto do mesmo.

8 INIMIGOS

O jogo contém um único inimigo, o qual é denominado de Rick, sendo este sempre ofendido pelas outras crianças, seus professores e até por seus pais, apenas por ser péssimo em matemática. Por isso, Rick sempre desejou apagar a matemática da história da humana. Depois de anos de trabalho árduo, Rick conseguiu criar a invenção que permitiria alcançar seu desejado sonho: uma máquina do tempo.

Rick não possui nenhum ataque, é apenas um personagem da história, não tendo nenhuma participação efetiva na jogabilidade do jogo, não sendo necessário criar uma IA (Inteligência Artificial) para tal personagem.

9 CORTES, MATERIAL DE BÔNUS E COMPOSIÇÕES

Em cada uma das fases 1, 2, 4 e 6, será apresentada uma explicação sobre uma operação da matemática a ser abordada em tal, sendo esta ocorrida entre a inicialização de uma fase, ou seja, será realizada uma animação antes de inicializar uma dessas fases, sendo esta explicação inédita e sobre uma operação que não fora abordada no jogo até aquele momento. No início do jogo, também será apresentada uma contextualização da história e, no final do jogo, será apresentado o desfecho da história.

Cada fase do jogo abordará uma ou mais operações matemática, ficando da seguinte forma: (i) a primeira fase abordará a operação de adição; (ii) a segunda fase abordará a operação de subtração; (iii) a terceira fase abordará a combinação das operações de adição e subtração; (iv) a quarta fase abordará a operação de multiplicação; (v) a quinta fase abordará a combinação das operações de adição, subtração e multiplicação; (vi) a sexta fase abordará a divisão; e, por fim, (vii) a sétima fase abordará a combinação das operações de adição, subtração, multiplicação e divisão.

Apenas ao passar pela sétima fase que a história será encerrada e o inimigo terá sido derrotado. Portanto, o jogador terá que percorrer todas as fases para conseguir concluir o objetivo com sucesso.