

Unioeste - Universidade Estadual do Oeste do Paraná
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
Colegiado de Ciência da Computação
Curso de Bacharelado em Ciência da Computação

Agente FOX: Um jogo de plataforma para contribuir na aprendizagem de frações

Bruno Henrique dos Santos Laier

CASCADEL
2018

BRUNO HENRIQUE DOS SANTOS LAIER

Agente FOX: Um jogo de plataforma para contribuir na aprendizagem de frações

Monografia apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Ciência da Computação, do Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Cascavel

Orientadora: Prof^a. Claudia Brandelero Rizzi

CASCADEL
2018

Bruno Henrique dos Santos Laier

Agente FOX: Um jogo de plataforma para contribuir na aprendizagem de frações

Monografia apresentada como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Ciência da Computação, pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Cascavel, aprovada pela Comissão formada pelos professores:

Prof^ª. Claudia Brandelero Rizzi (Orientadora)
Colegiado de Ciência da Computação,
UNIOESTE

Prof. Edmar André Bellorini (Co-orientador)
Colegiado de Ciência da Computação,
UNIOESTE

Prof. Guilherme Galante
Colegiado de Ciência da Computação,
UNIOESTE

Prof^ª. Francieli Cristina Agostinetti Antunes
Colegiado de Matemática da Computação,
UNIOESTE

Cascavel, 5 de dezembro de 2018

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a Deus que me deu a vida e permitiu que tudo isso acontecesse, sendo em todos os momentos da minha vida o maior mestre que alguém pode conhecer.

Aos meus pais, Eliane dos Santos Laier e Valmor Martins Laier pelos cuidados e apoio em todos os momentos, por todo o amor e carinho, e pelos incentivos que serviram para me animar e continuar firme nessa jornada.

A todos os professores pelo ensino que passaram a mim, em especial a minha orientadora Claudia Brandelero Rizzi, por me ajudar com toda a paciência durante todo o período de Iniciação Científica.

Aos amigos e colegas que tive a oportunidade de fazer durante esse período, que estiveram comigo durante as dificuldades do curso, e a todos que ajudaram na construção da minha formação profissional e pessoal.

Lista de Figuras

2.1	Relação entre aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa.	7
2.2	Contínuo da aprendizagem mecânica para a aprendizagem significativa.	9
2.3	Processo de atribuição de significado dos subsunçores.	11
2.4	Os quatro elementos necessários para a construção de um jogo.	16
2.5	Tela do jogo Dividindo a pizza.	19
2.6	Tela do jogo Enigma das Frações.	19
2.7	Tela do jogo Frações do professor Sagaz.	20
2.8	Tela do jogo Mission Magnetite.	21
2.9	Tela do jogo Alien Math.	22
2.10	Tela do sistema JFractionLab.	22
2.11	Tela do jogo Super Mario Bros.	23
3.1	Design utilizado para cada um dos inimigos do jogo.	27
4.1	Diagrama das fases presentes no jogo e suas principais características.	36
4.2	Tela de menu com fundo <i>parallax</i>	37
4.3	Tela da terceira fase que situa-se dentro das cavernas.	38
4.4	Tela informando a narrativa ao jogador.	38
4.5	Tela de diálogo entre FOX e o Comerciante.	39
4.6	Exemplo de enigma utilizado nos baús.	40
4.7	Caverna com indicador de presença de baú.	41
4.8	Tela da interface e do design utilizado na primeira fase.	41
4.9	Local de ponto de verificação.	42
4.10	Tela da luta de Fox contra o primeiro boss, Galuzilla.	43
4.11	Tela da segunda fase que utiliza a floresta como fundo.	44

4.12	Tela de senha para abrir a porta da montanha.	45
4.13	Tela da luta de Fox contra o segundo chefe, Brutus Sônico.	45
4.14	Tela da terceira fase que se situa dentro das cavernas.	46
4.15	Tela para indicar que o jogador precisa repetir a fase.	47
4.16	Tela de senha para abrir a porta do último chefe do jogo.	47
4.17	Tela da luta de Fox contra chefão da gangue, Big Mouse.	48
4.18	Tela de diálogos entre Fox e o comerciante.	49
4.19	Tela do último puzzle do jogo.	50
4.20	Tela de fim de jogo.	50
4.21	Digitalização de uma das avaliações.	51
4.22	Digitalização de outra avaliação.	52
4.23	Uma das melhoras apontadas.	53

Lista de Tabelas

2.1	Sistemas Correlatos.	24
3.1	Personagens do jogo.	26
3.2	Cenários do jogo.	27
3.3	Inimigos do jogo.	28
3.4	Elementos presentes no jogo.	28
3.5	Problemas para resolução de puzzles, parte 1.	30
3.6	Problemas para resolução de puzzles, parte 2.	31
3.7	Comandos necessários para cada ação do personagem.	31
4.1	Utilização das 11 sugestões apresentadas na Seção 2.5.	35
4.2	Avaliação com os 15 alunos.	52

Lista de Abreviaturas e Siglas

IA	Inteligência Artificial
EM&I	Grupo de Ensino Matemática e Informática
TBS	<i>Turn-Based Strategy</i>
Unioeste	Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Sumário

Lista de Figuras	v
Lista de Tabelas	vii
Lista de Abreviaturas e Siglas	viii
Sumário	ix
Resumo	xi
1 Introdução	1
1.1 Objetivos	3
1.2 Metodologia	4
1.3 Organização dos capítulos	4
2 Fundamentação Teórica	6
2.1 Aprendizagem Significativa	6
2.1.1 Subsúnciores	8
2.1.2 Aprendizagem Significativa x Aprendizagem Mecânica	8
2.1.3 Formas de Aprendizagem Significativa	10
2.1.4 Diferenciação progressiva e reconciliação integradora	10
2.2 Frações	10
2.3 Grupo Educação Matemática e Informática (EM&I)	12
2.4 <i>Serious Games</i>	13
2.5 Metodologia de desenvolvimento de <i>Serious Games</i>	14
2.6 Sistemas correlatos	18
2.6.1 Dividindo a pizza	18
2.6.2 Enigma das frações	18
2.6.3 Frações do professor Sagaz	20

2.6.4	Mission Magnetite	20
2.6.5	Alien Math	21
2.6.6	JFractionLab	22
2.6.7	Super Mario Bros	23
2.7	Síntese	24
3	Definições, Modelagem e Tecnologias	25
3.1	O objetivo do jogo Agente FOX	25
3.1.1	Personagens, cenários e elementos do jogo	25
3.1.2	Narrativa	26
3.1.3	<i>Puzzles</i>	29
3.1.4	Comandos do jogo	30
3.2	Tecnologias	32
4	Resultados e Discussões	33
4.1	Desenvolvimento do jogo Agente FOX	33
4.2	Visão geral do jogo Agente FOX	34
4.2.1	Menu e créditos	34
4.2.2	Animação pré-jogo	36
4.2.3	Introdução ao Jogo	39
4.2.4	Fase 1: Saída do Vilarejo	39
4.2.5	<i>Boss</i> 1: Galuzilla	42
4.2.6	Fase 2: Caminho pela floresta	43
4.2.7	<i>Boss</i> 2: Brutus Sônico	44
4.2.8	Fase 3: Entrada da montanha	46
4.2.9	<i>Boss</i> 3: Big Mouse	48
4.2.10	Puzzle Final: Retorno	48
4.3	Avaliação	49
5	Considerações Finais	54
5.1	Trabalhos Futuros	56
	Referências Bibliográficas	58

Resumo

Diversos estudos apontam que aprender frações não é uma tarefa fácil para uma significativa parcela de estudantes. Esta dificuldade decorre de diversos fatores, dentre eles, a falta de conhecimentos prévios relevantes ao conceito de fração por parte dos educandos e também pela falta de clareza teórica bem como pela adoção de metodologias, por parte dos educadores, que nem sempre são adequadas e contextualizadas. Uma das correntes teóricas que discute a aprendizagem escolar é a Aprendizagem Significativa, por meio da qual se busca explicar como se dá o processo de aprendizagem bem como a importância de articular um novo conhecimento com os que já fazem parte da estrutura cognitiva do educando, e que seja relevante e esteja relacionado. Dentre as metodologias de ensino que podem ser usadas para levar os educandos à aprendizagem do conceito de fração está a Resolução de Problemas, que sugere que problemas contextualizados e significativos para os estudantes possam viabilizar a reflexão numa dinâmica mais articulada entre a maneira de trabalhar o conteúdo e o envolvimento dos participantes. É neste contexto que se insere o presente trabalho, que objetivou o desenvolvimento de um jogo educacional, integrado a uma Sequência Didática composta por 15 aulas sobre frações. Por meio de problemas em forma de desafios, o jogo visa contribuir para que o educando utilize os conhecimentos já adquiridos sobre frações de uma maneira descontraída, através de uma narrativa que pretende envolver o jogador. Uma avaliação foi aplicada, contribuindo para indicar seu nível de aceitação, e também os principais aspectos referentes aos elementos visuais, a jogabilidade e os desafios propostos. Como resultado final está a disponibilização de um *Serious Game* na plataforma web, denominado Agente Fox, desenvolvido seguindo recomendações específicas para este tipo de software, possibilitando que alunos com conhecimentos prévios em frações, façam uso do jogo para o exercício deste conteúdo, de maneira lúdica e agradável.

Palavras-chave: Jogos educacionais, Frações, Aprendizagem Significativa.

Capítulo 1

Introdução

Os jogos estão presentes na vida do ser humano desde muito tempo atrás e tem como principal objetivo o entretenimento. Ao longo da história, os jogos passaram a ser mais elaborados, contendo mais elementos e regras, como por exemplo, o jogo de xadrez que envolve uma grande quantidade de regras que especifica os possíveis movimentos que o jogador pode executar. Há também os jogos que demandam atitude corporal, como os jogos de ação onde o reflexo do indivíduo é desenvolvido. E há os jogos denominados cognitivos, nos quais a forma de pensar e chegar a uma determinada solução à situação proposta é colocada em prática. Neste contexto, e com a introdução da era digital, os jogos se tornaram parte da vida das pessoas, principalmente jovens e crianças, podendo ser utilizados em diversos dispositivos eletrônicos, como computadores, video-games e *smartphones*.

Mais especificamente, existem vários gêneros de jogos digitais, como os jogos lógicos, que estimulam o indivíduo a pensar para obter uma determinada resposta. Há os jogos de ação, que levam o jogador para um ambiente com uma grande quantidade de elementos na tela e uma jogabilidade mais rápida, incentivando o desenvolvimento da integração das funções motoras e psíquicas. Há os jogos de plataforma, também chamados de *Side Scroller*, onde a câmera é posicionada lateralmente ao personagem que a percorre em duas dimensões. Por fim, dentre várias outras modalidades, estão os jogos do tipo *Turn-Based Strategy* (TBS) nos quais o jogador e o inimigo disputam por meio de turnos, de maneira que cada jogador decide suas ações durante seu turno passando a vez para o próximo quando suas ações forem concluídas. Assim, pode-se considerar que o jogador pode adquirir ou aprimorar as suas habilidades, mas para isso precisa empregar conhecimentos específicos. Um exemplo para isso é utilizar um jogo que requeira que o jogador tenha conhecimento sobre frações e faça uso do mesmo para atingir objetivos no

âmbito do próprio jogo.

Especificamente, o conhecimento sobre frações é muito útil no cotidiano, já que a fração pode ser usada para indicar uma parte fracionada de um todo ou uma grandeza fracionada que não pode ser expressa por um número inteiro de unidades. Também indica uma relação entre duas grandezas do mesmo tipo ou natureza (VASCONCELOS, 2015). O conhecimento destes conceitos começa a valer quando o educando passa a constatar que os números naturais são insuficientes enquanto solução para determinados problemas e situações. Assim, o ensino e aprendizagem de frações pressupõem algumas rupturas com concepções construídas pelos educandos a respeito dos números naturais, de modo a passarem a compreender os números racionais.

Há diversas pesquisas como as de (LIMA; FILHO, 2013) e (MONTEIRO; GROENWALD, 2014) que discorrem que as frações têm sido tema de difícil compreensão por parte dos educandos, cujas causas vão desde aquelas ligadas à questões metodológicas até as de falta de conhecimentos prévios. Neste contexto, o grupo denominado Educação Matemática e Informática (EM&I), formado em 2016 com docentes e discentes dos cursos de Licenciatura em Matemática e Ciência da Computação da Unioeste do Campus de Cascavel, têm formulado e proposto atividades fundamentadas teoricamente na aprendizagem significativa (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980), voltadas ao ensino e à aprendizagem de frações.

De maneira bastante resumida, a aprendizagem significativa é aquela em que as ideias expressas de maneira simbólica, interagem com aquilo que o educando já sabe de uma forma não literal, ou seja não ao pé-da-letra. Essa interação ocorre com conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva do educando e o conhecimento relevante à nova aprendizagem, denominado subsunçor, viabiliza a atribuição de significado a outro que lhe é apresentado ou descoberto.

O subsunçor pode ter maior ou menor estabilidade cognitiva e pode estar mais ou menos diferenciado em termos de significados. Como o processo é interativo, quando serve de base para um novo conhecimento, ele próprio se modifica adquirindo novos significados. É assim que novos conhecimentos adquirem significado para o educando e os conhecimentos prévios se tornam mais estáveis cognitivamente. Então a aprendizagem significativa ocorre quando conceitos, ideias e proposições interagem com outros conhecimentos relevantes e inclusivos, claros e disponíveis na estrutura cognitiva do educando, contribuindo para sua diferenciação,

elaboração e estabilidade (MOREIRA, 2010).

O desafio é articular concepções da aprendizagem significativa com o conhecimento de frações através de um jogo digital. Note-se que os jogos que envolvem questões educacionais visam divertir e fazer o jogador pensar, ou seja, empregar seus conhecimentos por meio de um ambiente diferenciado, especialmente por seu aspecto lúdico. Além disso, os jogos digitais têm apresentado significativa receptividade por parte do público infantil e infanto-juvenil no que se refere a alcançar os objetivos das ações de educação em matemática. Diversos autores vêm trabalhando nessa temática a exemplo de (BOLOGNANI, 2015) e (VIANA et al., 2014). É neste contexto que se insere e se justifica o presente trabalho.

O ambiente lúdico contribui para promover a aprendizagem, pois por meio dos jogos, os educandos enfrentam desafios, formulam hipóteses, testam limites, solucionam problemas e se divertem. Esta é uma maneira de adquirir conhecimentos de forma leve, e ao mesmo tempo regrada. Aliado a isso, a geração que nasceu na era das tecnologias digitais está acostumada, desde a infância, a utilizar a internet, dispositivos eletrônicos móveis, além de formas de interação com o computador, fato que os habilita mais facilmente a empregarem jogos digitais (DIAS et al., 2015).

Assim, considerando que o autor deste trabalho, enquanto integrante do grupo EM&I, identificou uma oportunidade interessante relacionada ao ensino e aprendizagem de frações, propõe desenvolver um jogo do tipo *Side Scroller* com elementos de TBS, que prenda a atenção do jogador e ofereça um ambiente imersivo, para que o indivíduo possa aplicar e exercitar conhecimentos sobre frações aprendidos previamente em sala de aula. Pretende-se que o jogo estimule e desafie os educandos a empregarem conhecimentos de frações na identificação de soluções importantes no âmbito do jogo.

1.1 Objetivos

O objetivo geral deste Trabalho de Conclusão de Curso foi o desenvolvimento de um protótipo funcional de um jogo educacional do tipo plataforma com elementos de TBS que requeira que o jogador empregue conhecimentos relativos a frações. Para a realização deste trabalho, os objetivos específicos são:

- Definir narrativa, personagens, layouts e os outros elementos necessários para o desen-

volvimento do jogo.

- Produzir um protótipo funcional usando as tecnologias definidas.

1.2 Metodologia

Para o desenvolvimento deste trabalho, foram realizadas diversas atividades. Inicialmente foram definidos os personagens e suas habilidades baseando-se em uma narrativa definida previamente, além de informações como quantidade de vidas, danos em ataques entre outros. Também foram definidos os mapas e cenários e os elementos utilizados nos mesmos.

A metodologia utilizada para o desenvolvimento das funcionalidades do protótipo do jogo educacional elaborado seguiu as especificidades da Engenharia de Software, empregando a metodologia de desenvolvimento de software denominada Prototipação. Os protótipos foram apresentados aos orientadores ao longo de seu desenvolvimento e foram úteis para seu aprimoramento e avaliação em espiral (PRESSMAN, 1995), (SOMMERVILLE, 2003), (KOTONYA; SOMMERVILLE, 1998).

Considerando que a concepção do jogo levou em conta os fundamentos da teoria da Aprendizagem significativa, tomou-se como base principalmente o texto de Moreira (2010). Em relação às etapas de construção do mesmo, foram utilizados como apoio os textos de Schell (2014), Jonkers (2011) e Deterding et al. (2011).

Dentre as tecnologias utilizadas está o Unity (2018), uma ferramenta, inicialmente gratuita, que dispõe de tutoriais e de outros materiais para apoiar sua utilização, bem como o suporte à linguagem C# para implementação de *scripts* para o jogo. A avaliação do protótipo funcional foi realizada com o apoio de integrantes do grupo EM&I, com aplicações práticas com acadêmicos voluntários do curso de Ciência a Computação da Unioeste, campus de Cascavel.

1.3 Organização dos capítulos

Este texto está organizado por temáticas. O Capítulo 2 apresenta uma síntese da teoria da aprendizagem significativa e seus conceitos relacionados, as frações e as dificuldades por parte do educando, as definições sobre *Serious Games* o detalhamento sobre a metodologia utilizada para desenvolvimento destes, bem como os sistemas correlatos que contribuíram de alguma

forma para o presente trabalho. O Capítulo 3 trata sobre os aspectos gerais do jogo desenvolvido e a proposta de seu funcionamento, assim como *design* das fases do jogo e tecnologias utilizadas. O Capítulo 4 mostra os resultados obtidos exibindo algumas telas presentes no jogo. Por fim Capítulo 5 apresenta as considerações finais e possíveis trabalhos futuros.

Capítulo 2

Fundamentação Teórica

Atualmente, os jogos digitais estão sendo bastante utilizados, principalmente por parte do público mais jovem. Percebe-se que as crianças estão tendo acesso a estes dispositivos cada vez mais cedo. Muitos jogos são criados em diferentes âmbitos, mas a principal atividade destes é oferecer diversão e trazer entretenimento aos jogadores. O uso desta tecnologia para fins educativos vem sendo estudado desde que os primeiros jogos foram criados em meados dos anos 80. O que se pode perceber é que, com o tempo os mecanismos utilizados para apresentar estes jogos vêm sendo aprimorados. Ao longo deste capítulo são abordados alguns destes mecanismos e conceitos relacionados. Antes, porém, é apresentada uma síntese sobre a Teoria da Aprendizagem Significativa, que fundamentou a concepção do jogo desenvolvido.

2.1 Aprendizagem Significativa

Segundo (MOREIRA, 2010) a aprendizagem significativa se dá quando ideias expressas de forma simbólica interagem com o conhecimento que o educando já tem. Isso ocorre de uma maneira não-literal, ou seja, que não é ao pé-da-letra, e de forma não-arbitrária, quando a interação ocorre com conhecimentos específicos já existente na estrutura cognitiva do educando e que são relevantes no contexto do tema a ser aprendido. Esses conhecimentos prévios podem ser imagens, textos, conceitos, os quais eram chamados por David Ausubel¹ de subsunçor, que é um conhecimento que serve de âncora para que novos conhecimentos possam ser a ele relacionados.

¹David Ausubel (1918-2008), foi graduado em Psicologia e Medicina, doutorado em Psicologia do Desenvolvimento e professor no *Teacher's College*. Sua vida acadêmica foi dedicada ao estudo em Psicologia Educacional (MOREIRA, 2010).

Para que a aprendizagem significativa tenha melhores condições de ocorrer, é necessário que o indivíduo que está aprendendo esteja motivado; que o professor esteja capacitado e atue como mediador entre o novo conhecimento e o educando; que o material seja potencialmente significativo no sentido de estar bem organizado, estruturado e construído de modo a ser melhor compreendido e utilizado para fins de aprendizagem; e que ele, o educando, tenha conhecimentos prévios que sejam relevantes de modo a estarem relacionados com o novo conhecimento a ser aprendido. A Figura 2.1 mostra uma síntese sobre conceitos que são princípios básicos essenciais da teoria da Aprendizagem Significativa segundo (NOVAK, 2015), e que correlacionam a aprendizagem dita significativa e a aprendizagem mecânica, conceitos abordadas mais a frente.

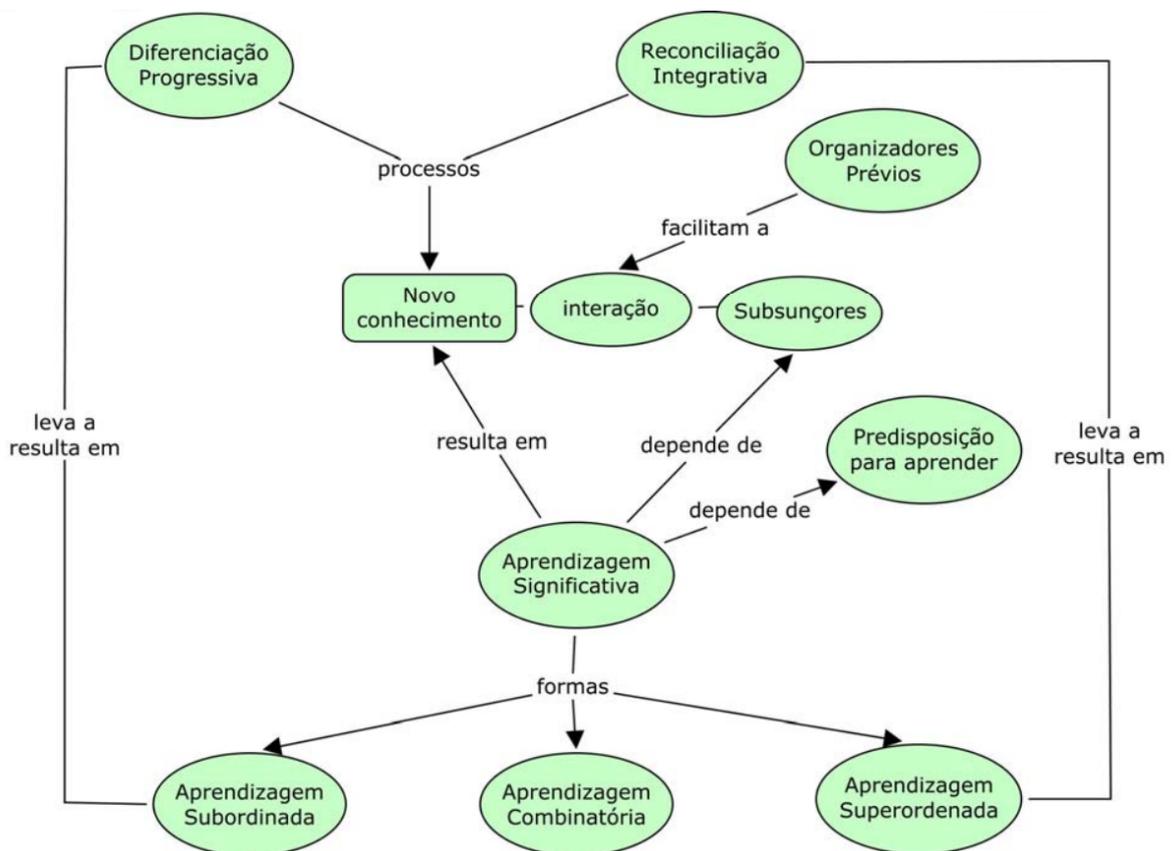


Figura 2.1: Esquema síntese ilustrativo da relação entre a aprendizagem mecânica e a aprendizagem significativa (MOREIRA, 2012, p. 7).

2.1.1 Subsunoçores

Os subsunoçores, ou ideias-âncoras, são conhecimentos específicos existentes na estrutura cognitiva do educando que servem como uma base para dar significados aos novos conhecimentos obtidos por ele. A obtenção desses subsunoçores ocorrerá quando lhe for apresentado algo novo, fazendo com que esses novos conceitos sejam integrados aos conhecimentos prévios já existentes, dando um novo significado e melhorando então sua estrutura cognitiva. Porém com o passar do tempo se os subsunoçores não forem utilizados, pode acontecer que eles se oblitarem, ou seja, há um certo esquecimento de maneira que os conhecimentos perdem a clareza e estabilidade. Esse processo de esquecimento é normal e inevitável, chamado de assimilação obliteradora. Não chega a ser um esquecimento total do tema, apenas uma certa dificuldade de diferenciar significados. Porém, se a aprendizagem do conhecimento obliterado ocorreu originalmente de maneira significativa, sua reaprendizagem é muito mais rápida e efetiva (MOREIRA, 2010), (NOVAK, 2015).

2.1.2 Aprendizagem Significativa x Aprendizagem Mecânica

A aprendizagem mais comum construída pelo educando, é a aprendizagem mecânica, por meio da qual os educandos aprendem conteúdos apenas por memorização, geralmente objetivando alcançarem boas notas em avaliações. Porém, o que acontece é que o conhecimento decorado pode passar a não ter sentido, visto não ter sido compreendido ou mesmo associado a outros conhecimentos previamente obtidos. O educando, quando consegue lembrar do conteúdo, tem dificuldade em utilizá-lo em temas correlatos e mesmo em generalizá-lo. É como se fosse uma porção de conhecimento estanque, fechada, circunscrita para aquela ocasião, e aquela necessidade específica.

A aprendizagem significativa ocorrerá quando o educando conseguir assimilar o novo conhecimento que se firma, inicialmente, em outros conhecimentos que já possui e que estão a ele relacionados. Um exemplo citado por Moreira (2010) é o da construção de um subsunçor mapa. O conceito de mapa geográfico só será associado pelas crianças na escola após observar este conceito várias vezes. Com isso, elas aprendem que o mapa pode representar uma cidade, ou país ou o mundo. Aprendem também que um mapa pode ser político, rodoviário, físico, etc. Posteriormente, podem ainda aprender que existem outros tipos de mapas, que não são somente

geográficos, como os mapas mentais, mapas conceituais ou mapas de eventos. A cada vez que este subsunçor é chamado, vai agregando mais conhecimento, ficando mais rico e estável, sendo possível cada vez mais utilizá-lo como ideia-âncora para os próximos conhecimentos a serem adquiridos e a ele relacionados, até que um outro conceito mais avançado se torne seu substituto.

No entanto, em termos de aprendizagem escolar, isso só ocorrerá se houver conhecimentos prévios adequados, que sejam utilizados materiais que sejam potencialmente significativos e haja uma predisposição do educando em aprender. Quando isso ocorre, a aprendizagem que antes era apenas mecânica, agora pode se tornar significativa. Esse processo é progressivo, ou seja, não ocorre de imediato, sendo necessária a captação de ideias, incorporação, diferenciação e reconciliação de significados, que contribuem para a consolidação do conhecimento que, por sua vez, dependendo ao tipo do novo conhecimento, pode servir como subsunçor. A Figura 2.2 mostra em outra perspectiva, a relação entre a aprendizagem mecânica e a significativa. Entre elas há um contínuo, denominado zona cinza, que constitui a passagem gradativa de uma forma de aprendizagem à outra. É nesta zona que atuam os esforços no sentido de promover a aprendizagem significativa (MOREIRA, 2010).

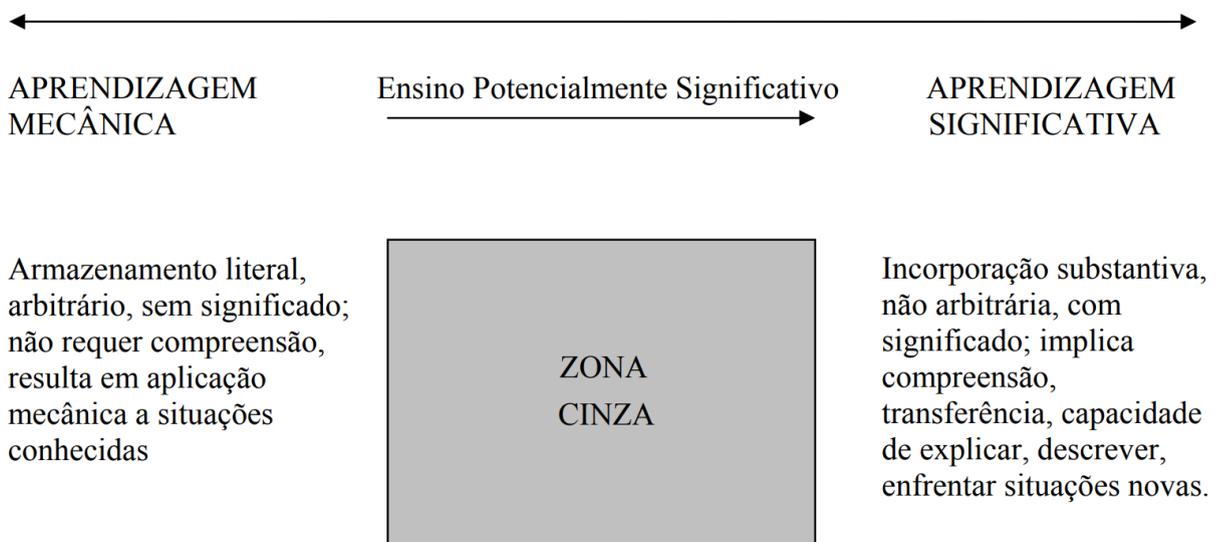


Figura 2.2: Contínuo da aprendizagem mecânica para a aprendizagem significativa (MOREIRA, 2010, p. 12).

2.1.3 Formas de Aprendizagem Significativa

Existem três formas em que a aprendizagem significativa pode ocorrer: por subordinação, por superordenação e de maneira combinatória. Por subordinação ocorre quando o conhecimento adquirido pelo educando de maneira interativa irá se ancorar nos conhecimentos prévios já existentes na estrutura cognitiva, que forem mais relevantes e gerais, para que estes possam obter um novo significado. Já a aprendizagem superordenada se dá quando um pequeno conceito passa a ser reconhecido como uma unidade subordinada de um conceito maior, como por exemplo, o indivíduo aprende que o Brasil e a Argentina, por mais que sejam dois países diferentes, pertencem ao mesmo mercado econômico, o Mercosul. Por fim a aprendizagem combinatória utiliza da interação com vários outros conhecimentos já existentes, possuindo apenas significados comuns entre eles, combinando-os para então se chegar a um novo conceito com um novo sentido (MOREIRA, 2010).

2.1.4 Diferenciação progressiva e reconciliação integradora

A diferenciação progressiva e a reconciliação integradora são dois processos principais da estrutura cognitiva. A diferenciação progressiva é na verdade o processo onde ocorre a atribuição de um novo significado para um subsunçor que é muito utilizado para dar significado a novos conhecimentos. Simultaneamente a esse processo, ocorre a reconciliação integradora que consiste em eliminar diferenças que sejam aparentes e resolver as inconsistências, integrando assim o significado dos conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva. A Figura 2.3 mostra um esquema onde é possível perceber que os dois processos ocorrem simultaneamente, sendo um dos conhecimentos gerais para os mais específicos e o outro o caminho inverso (MOREIRA, 2010). Dentre os conhecimentos adquiridos através desses processos, está o conceito relacionado à frações, bem como as características para fazer o bom uso desses elementos no cotidiano.

2.2 Frações

A fração é uma forma de representação de números racionais que correspondem a uma relação entre dois números inteiros ou grandezas do mesmo tipo, utilizada quando há a necessidade de se manipular quantidades que sejam menores ou maiores do que uma unidade, onde não há



Figura 2.3: Processo de atribuição de significado dos subsunçores por meio de Reconciliação Integradora e Diferenciação progressiva (MOREIRA, 2010, p. 19).

a possibilidade de utilizar números inteiros. Ela é amplamente utilizada para várias atividades que desempenhamos na vida cotidiana e também no trabalho, e geralmente está relacionada a operação de divisão. Porém, sabe-se que há dificuldade por parte de muitos estudantes para compreender os conceitos relacionados à fração bem como o seu uso de maneira adequada. Essa dificuldade pode ser observada em diversos níveis do ensino. A complexidade atribuída por esses educandos se dá por uma certa dificuldade em diferenciar os conceitos vistos anteriormente (números inteiros), com os conceitos como parte de um todo e relações fracionárias (VASCONCELOS, 2015).

Alguns autores relatam essa dificuldade observada por estudantes nos anos em que são ensinados os números racionais. Monteiro e Groenwald (2014) dizem que ao tentar entender como funcionam as frações utilizando o conhecimento de números naturais, os educandos acabam tendo alguns empecilhos a exemplo daqueles indicados nos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1998 apud VASCONCELOS, 2015): as frações possuem uma infinidade de formas de representações (as frações equivalentes); sequências de números como sucessor e antecessor de um número natural não existem quando se fala em frações; operações como multiplicação de frações, por exemplo, podem resultar em um número menor do que o esperado se comparado com o obtido no conjunto dos Números Naturais; ao comparar duas frações, o menor valor estará associado a fração que possuir o maior denominador.

Considerando essas dificuldades por parte do educando, é indicado ao educador planejar suas aulas objetivando superá-las. Dentre as diversas maneiras de se conduzir o ensino das frações está a utilização de uma sequência didática. Trata-se de um conjunto de atividades planejadas e relacionadas para serem utilizadas no processo de ensino e aprendizagem de frações. Mais especificamente, inclui leitura de frações, frações equivalentes, comparação de frações, simplificação de frações, adição e subtração de frações, multiplicação de um número natural por fração, multiplicação de fração por fração, frações próprias e impróprias e números na forma mista. Esta foi a motivação dos estudos e trabalhos conduzidos pelo Grupo de Educação Matemática e Informática da Unioeste, campus de Cascavel.

2.3 Grupo Educação Matemática e Informática (EM&I)

As questões relativas ao ensino e à aprendizagem de frações têm motivado um grupo de estudos na Unioeste, cujas ações objetivam articular a educação matemática com o uso da informática. Uma vez selecionado o tema Frações, o grupo denominado Educação Matemática e Informática, EM&I, tem atuado objetivando a elaboração de uma sequência didática específica, um conjunto de aulas que contém sugestões de como ministrá-las. Ela foi fundamentada na teoria da Aprendizagem Significativa e concebida para ser trabalhada metodologicamente com a metodologia de ensino de Resolução de Problemas.

A Resolução de Problemas abordada aqui é uma metodologia de ensino que toma algo corriqueiro, uma motivação que acontece no dia-a-dia dos educandos, como elemento motivador para ser empregado em sala de aula, de maneira que os conceitos ligados a este assunto sejam de conhecimento dos participantes e possam estar relacionados com o assunto a ser ensinado/aprendido. O educador elabora um problema contextualizado para que os educandos possam discutir e argumentar e para que possam chegar a um consenso, a um resultado final sobre sua solução. Este método incentiva o educando a pensar sobre como resolver o problema, oportunizando momentos para refletir sobre quais passos utilizados nesse processo deram certo e quais não e o por qual motivo isto aconteceu. É sob esta concepção que a equipe EM&I elaborou a sequência didática sobre frações.

A sequência didática elaborada e disponibilizada no site do grupo², é composta por aulas

²Site do grupo EM&I está disponível para acesso em <http://www.inf.unioeste.br/ie/>

que foram pensadas para que o educador possa ministrá-las de maneira mais dinâmica e melhor fundamentada, tanto teórica quanto metodologicamente, estimulando os educandos a resolver os problemas propostos. Os problemas foram especialmente criados e sugere-se que sejam conduzidos de maneira que eles exponham as suas propostas de soluções e então todos possam discutir a respeito, possibilitando ao educador trabalhar melhor explicando e formalizando os conceitos de frações envolvidos nos problemas. A sequência didática é composta por diversas atividades, incluindo algumas que requerem papel e lápis e outras que demandam recursos de informática. Essas últimas consistem de atividades digitais e jogos educacionais que viabilizam ao usuário exercitar os conceitos de frações aprendidos. Dentre os jogos que a compõem, está o jogo desenvolvido durante a execução deste trabalho, o qual constitui um *Serious Game*.

2.4 *Serious Games*

Na era digital em que vivemos é comum observar especialmente crianças e jovens utilizando da tecnologia para se divertirem, através dos jogos. Esses jogos acabam fazendo muito sucesso já que têm o propósito principal de proporcionar entretenimento ao jogador, servir de passatempo e viabilizar oportunidades alternativas de atividade. Normalmente são vendidos comercialmente e possuem um número de desafios muito grande exigindo do jogador uma alta concentração, prendendo sua atenção, tornando o jogo mais interessante. Com essas características, logo considerou-se utilizar os jogos no meio educacional. Surgiram então os jogos educativos, também denominados *Serious Games*, que são todos os jogos que, além de oferecer entretenimento e ludicidade, visam contribuir para a aprendizagem bem como desenvolver habilidades do jogador (LOPES; OLIVEIRA, 2013). Um exemplo é a possibilidade de utilizar e ou aprimorar conteúdos sobre as frações aprendidos em sala de aula, de maneira descontraída.

Alguns *Serious Games* têm sido utilizados em escolas para ensinar determinados conteúdos, como o das frações, para crianças do ensino fundamental. Porém, um problema destacado por Gee (2003 apud LOPES; OLIVEIRA, 2013) é que esses jogos educativos não têm obtido tanto sucesso quanto outros jogos comerciais sem finalidade educacional. Alguns dos motivos para ocorrência desse fato é que, em geral:

- jogos educacionais têm uma concepção muito mais simplista do que os vendidos comercialmente;

- As tarefas que os jogos oferecem são muito repetitivas exaurindo o jogador de maneira muito rápida;
- As tarefas presentes nos jogos não são pensadas para que o jogador obtenha uma compreensão de maneira progressiva;
- Acabam abordando conteúdos muito específicos focalizando em apenas uma competência do jogador;
- Os jogadores acabam tendo a sensação de que estão sendo forçados a “aprender” o que lhe é passado.

Levando em conta essas questões, pesquisadores vêm tentando superá-las. Dentre os estudos desenvolvidos nessa temática, como resultados estão a proposição de metodologias para o desenvolvimento desses softwares.

2.5 Metodologia de desenvolvimento de *Serious Games*

Para tentar resolver, ou pelo menos minimizar os problemas destacados na Seção anterior, uma abordagem a se utilizar é o uso de uma metodologia para melhor definir os aspectos do jogo a fim de deixá-lo mais agradável possível, apresentando o conteúdo educacional de maneira lúdica e direcionada.

Deterding et al. (2011) relata sobre um processo de gamificação, que é uma estratégia de projetar jogos utilizando elementos de design. Um jogo pode passar de uma aplicação meramente “gamificada”, na qual existe uma camada de serviço que oferece sistemas de recompensas e reputação, para um jogo dito “completo”, os quais tem a proposta de entreter o jogador, simplesmente adicionando regras ou metas.

Basicamente o foco do design de jogos é a criação, projetando estruturas para melhorar a experiência dos jogadores. O design está relacionado com o significado dos elementos presentes em um jogo. Com ele surgem algumas perguntas como “O que acontece quando clico no botão?” ou “o que a imagem representará no jogo?” que ajudam no processo da criação (SALLEN; TEKINBAŞ; ZIMMERMAN, 2004). Os elementos presentes no design de jogos podem ser variados, como personagens, níveis, inimigos, classificações, contexto narrativo, tornando o

jogo uma composição de várias condições necessárias para o funcionamento. Nesse contexto de design de jogos, Schell (2014) define quatro elementos que compõem um jogo:

- **Mecânica:** Nesta etapa são definidos todos os processos do jogo, seus objetivos, o que deve ser feito pelo jogador para que estes objetivos sejam alcançados bem como quais as consequências de cada ação feita pelo jogador.
- **Narrativa:** Aqui ocorre o processo de criação da sequência de eventos, ou seja, a história por trás da mecânica que pode ser linear, com um roteiro pré-definido, pode ter vários finais, ou emergente, sendo basicamente criada para que o jogador possa entender o contexto em que o jogo se passa.
- **Estética:** É onde o jogo se torna visualmente interessante, pelo qual é possível chamar a atenção do jogador, podendo reforçar o conteúdo passado pela história. Imagens, vídeos, sons, animações são elementos usados para causar emoções no jogador.
- **Tecnologia:** É o material utilizado para o desenvolvimento do jogo. Esse é o elemento menos visível, mas que é necessário para que possa ocorrer o processo de criação tanto das mecânicas, como da estética e da narrativa. A escolha da tecnologia deve ser levada em consideração, já que isso pode facilitar ou até mesmo impedir que alguns processos sejam criados.

A Figura 2.4 ilustra esses quatro elementos, prevalecendo a estética como mais visível ao compará-la com a tecnologia utilizada, que por menos visível que seja ao jogador, tem um papel muito importante para o desenvolvimento de todo o jogo.

Jonkers (2011), fundador da empresa Gojo Entertainment, apresenta 11 sugestões para o processo de desenvolvimento de jogos de plataforma a fim de torná-los mais divertidos. São elas:

- **Manter a interface simples:** A interface deve ser a mais simples e intuitiva possível, tanto para os botões quanto para menus. O desafio do jogador deve ser os propostos pela mecânica do jogo e não pela dificuldade de se utilizar a interface.

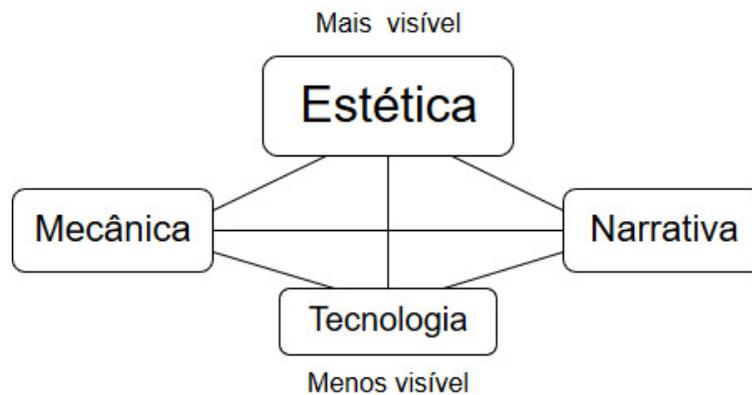


Figura 2.4: Os quatro elementos necessários para a construção de um jogo. Adaptada de Schell (2014, p. 42).

- **As informações importantes devem ter uma fácil visualização.** Manter aquilo que tem maior importância onde o jogador consegue ver é essencial e colabora para que o jogador possa prestar mais atenção no jogo do que em elementos desnecessários.
- **Verificar os limites de colisão:** Aumentar os limites de colisão de objetos como as moedas que o jogador deve coletar ou baús, facilitam a interação com eles enquanto a diminuição dos limites de colisão dos inimigos diminuem as chances do jogador levar dano.
- **Tornar os pulos entre os vãos mais fáceis:** Uma maneira de facilitar o salto do personagem de uma plataforma para outra, é possibilitar que o jogador possa pular no ar, quando ele saiu da borda de uma plataforma.
- **Possibilitar a troca de animação a qualquer momento:** O movimento do personagem não deve depender do término de uma determinada animação para que o jogador consiga realizar outra ação, ou seja, as animações devem apenas representar o movimento realizado pelo personagem.
- **Fornecer itens colecionáveis e *power-ups* (objetos que melhoram alguma característica do personagem):** O motivo de se utilizar itens colecionáveis é que quando eles são encontrados trazem uma sensação de conquista deixando o jogo mais interessante e divertido
- **Criar uma Inteligência Artificial (IA) genérica e versátil:** A IA é criada de uma maneira mais genérica, mas com variáveis que possibilitam a elaboração de vários tipos de

agentes utilizando a mesma base, mas que apresentam um comportamento diferente.

- **Definir uma narrativa e o ambiente em que o jogo se passará:** O desenvolvimento do jogo terá como base a narrativa pensada inicialmente, que servirá de guia para a construção do jogo, e todos os elementos presentes no mesmo, tais como objetivos e o ambiente em que o jogo se passará
- **Ter o propósito e o tempo bem definidos:** É possível obter uma estimativa de quanto tempo o jogo irá demorar para ser desenvolvido com base em uma lista de tarefas que indicará quanto tempo levará cada uma das atividades para ser concluída. Com isso é possível saber quais funcionalidades devem ser implementadas para que o jogo possa ser finalizado no tempo necessário, e ainda assim, obedecer ao seu propósito inicial.
- **Protótipo:** Essa é uma etapa importante, já que ela mostrará na prática se as ideias criadas inicialmente se mostram realmente divertidas. Aqui também é possível alterar elementos, adicionar, descartar, e inclusive, obter novas ideias.
- **Juntar a equipe de desenvolvimento na hora do design do jogo:** Os integrantes da equipe devem estar presentes no processo de design do jogo, pois cada um tem visões e opiniões diferentes que podem contribuir para o surgimento de novas ideias podendo ser futuramente implementadas.

É possível perceber que uma etapa importante no processo de desenvolvimento de um jogo, para que o mesmo tenha sucesso ou não ao propósito para o qual foi designado ocorre nos primeiros passos, na concepção das ideias iniciais, onde são definidos os elementos que estarão presentes no jogo bem como a criação do design de cada um desses elementos. Isso possibilita a elaboração de protótipos, que fornecerão uma ideia de como poderá ficar o resultado final. Nessa etapa inicial, podem ser feitos os designs dos níveis, personagens, inimigos, itens colecionáveis, ou seja, o desenvolvimento de todo o jogo será feito com base nessa etapa inicial e é por isso que ela é tão importante.

Outro aspecto importante também é conhecer outros jogos, se possível no mesmo contexto daquele que se pretende desenvolver. Para isso, sugere-se a realização de uma revisão bibliográfica tanto em abrangência quanto em profundidade.

2.6 Sistemas correlatos

Considerando que este trabalho visa a elaboração de uma primeira versão de um *Serious Game* voltado para o ensino de frações para crianças do sexto ano do ensino fundamental, foram realizadas pesquisas, em particular utilizando o Google (2018), procurando identificar trabalhos correlatos. As principais características buscadas nesses trabalhos foram: se era voltado para o ensino de frações, se havia uma história para envolver o educando, se explora conhecimentos prévios relevantes à aprendizagem de frações e qual a ferramenta e a linguagem utilizada em sua implementação. Os trabalhos mais relevantes são apresentados a seguir seguidos por uma tabela síntese dos principais aspectos de cada jogo testado.

2.6.1 Dividindo a pizza

Dividindo a pizza (ESCOLAGAMES, 2018) é um jogo educativo web em português voltado ao ensino de frações para o quarto e quinto ano do ensino fundamental. Ele foi criado por um site de jogos educativos denominado Escola Games, utilizando a tecnologia Flash Player (ADOBE, 2018). As frações são abordadas no jogo por meio da divisão de pizzas, que é algo que a maioria das crianças conhece e gosta. A narrativa que visa envolver o jogador, consiste em oportunizar que o jogador selecione a quantidade de fatias de pizza corretamente, utilizando o teclado do computador, para que possa ser “contratado” para trabalhar na pizzaria. Em uma fase posterior o jogador, com sua moto, deve sair pela cidade entregando as pizzas. O chefe da pizzaria irá, ao final, dizer se o jogador foi ou não “contratado”. A Figura 2.5 apresenta uma das interfaces do jogo.

2.6.2 Enigma das frações

Enigma das frações (NOVAESCOLA, 2018) é um *Serious Game* web sobre frações, desenvolvido em Flash Player (ADOBE, 2018) disponibilizado pela revista Nova Escola. O jogo está disponível em português e contém uma narrativa em que um personagem gnomo deve salvar os habitantes da sua cidade, que foram presos por um vilão, em uma caverna. Utilizando o formato de perguntas e respostas, o jogador deve responder as perguntas de maneira correta para então obter o direito de completar um *puzzle*. A cada resposta certa o jogador fica mais próximo de liberar a chave para resgatar seus companheiros. A Figura 2.6 apresenta uma das telas do jogo.

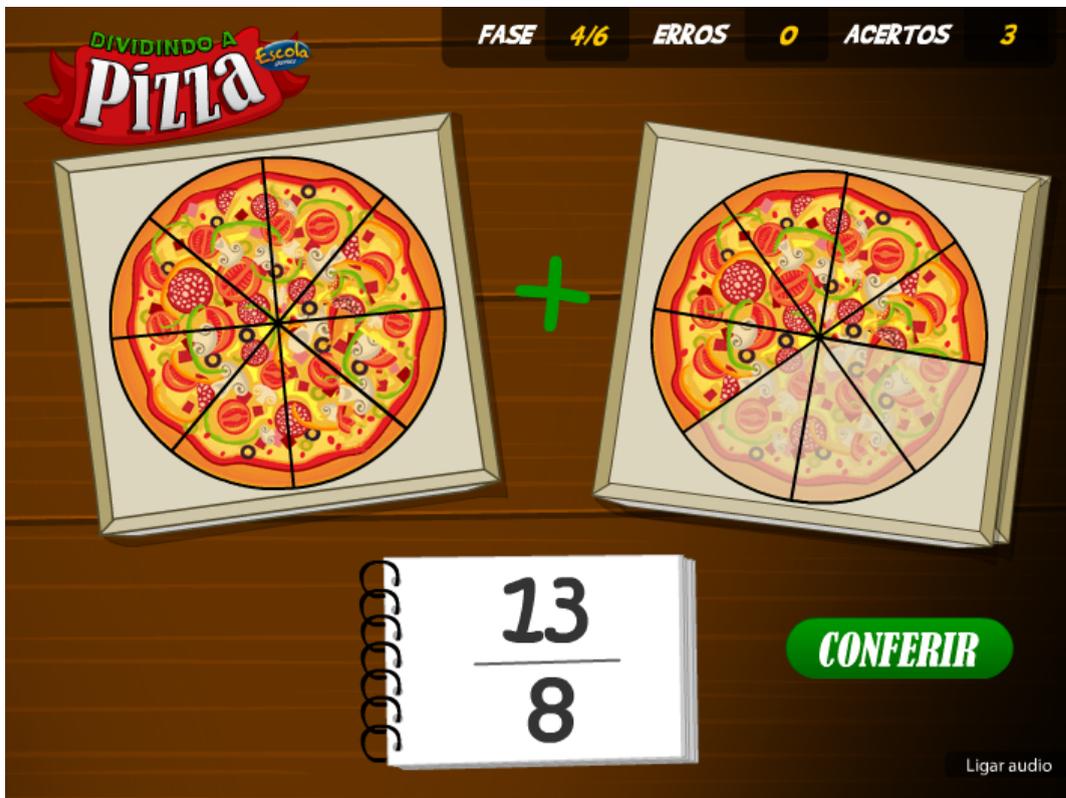


Figura 2.5: Tela do jogo Dividindo a pizza.



Figura 2.6: Tela do jogo Enigma das Frações.

2.6.3 Frações do professor Sagaz

Frações do Professor Sagaz (SAMPAIO; JUNIOR, 2018) é um jogo web que faz parte de uma coletânea de jogos elaborados na Universidade de São Paulo (USP). Foi desenvolvido em Flash Player (ADOBE, 2018) pelo grupo do Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação (ICMC), que trata do conteúdo de equivalência de frações. Neste *Serious Game*, o educando recebe um conjunto de exercícios e deve selecionar as frações que correspondem às imagens apresentadas, colocando apenas a quantidade correta equivalente à indicada como demonstrado pela Figura 2.7 de uma maneira bem simples e objetiva.

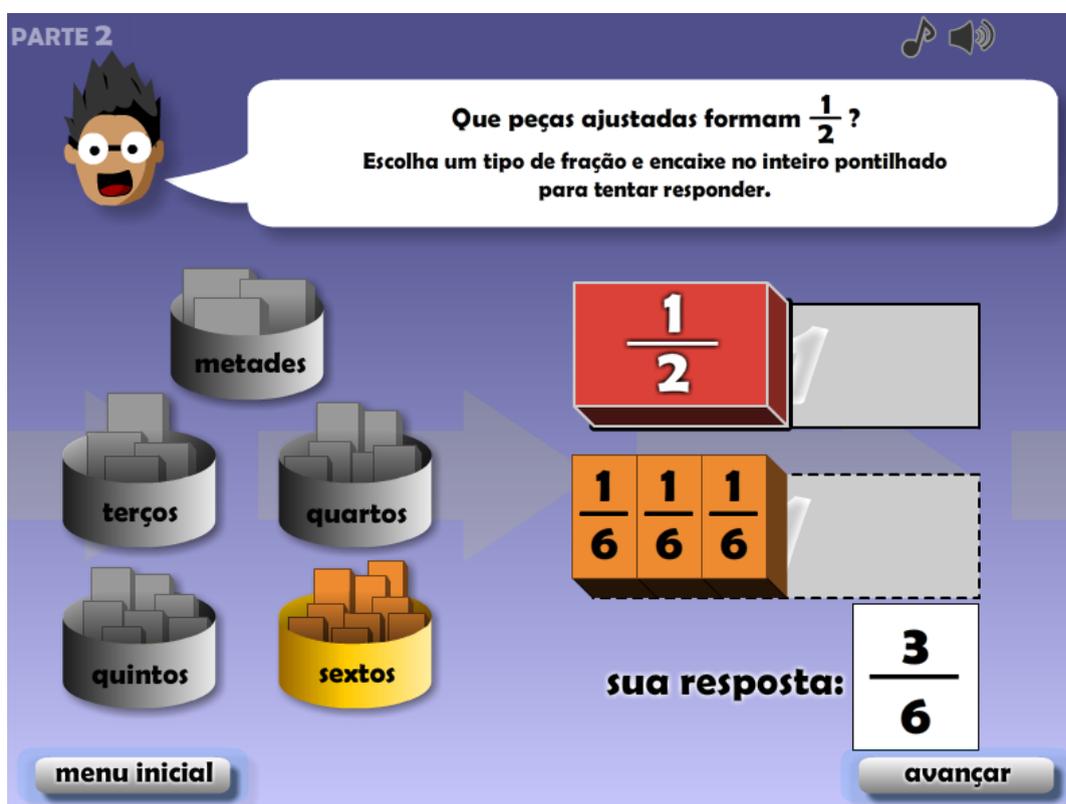


Figura 2.7: Tela do jogo Frações do professor Sagaz.

2.6.4 Mission Magnetite

Mission magnetite (THIRTEEN, 2017) é um jogo educativo web, que faz parte de uma coleção de jogos de um programa de televisão estadunidense-canadense denominado Cyberchase: A corrida pelo espaço. A produção foi realizada pela Thirteen Productions LLC, abordando as diversas formas de representação para um mesmo valor, sendo disponibilizado apenas na língua

inglesa, o que dificulta a utilização por parte dos educandos brasileiros. As formas presentes envolvem frações, porcentagem e representação gráfica. O objetivo principal do jogador é resolver todas as equivalentes formas de representação antes que o vilão termine de encher o foguete com magnetite para atacar a personagem benigna. A Figura 2.8 ilustra a tela do jogo.



Figura 2.8: Tela do jogo Mission Magnetite.

2.6.5 Alien Math

Alien Math (MATHNOOK, 2018) é um jogo educativo web, desenvolvido por um site chamado Math Nook, que destaca questões sobre frações equivalentes através do objetivo do jogo que é manter a sua nave com combustível. Para obter combustível, é preciso coletar as frações equivalentes espalhadas pelo ambiente. A pontuação final é obtida e é possível comparar a sua posição com a de outros em um *ranking*. Também está disponível apenas na língua inglesa, mas como há poucas informações, torna-se mais fácil sua utilização mesmo sem o conhecimento da linguagem. A Figura 2.9 apresenta a tela do jogo.



Figura 2.9: Tela do jogo Alien Math.

2.6.6 JFractionLab

JFractionLab (GEORGES, 2005) é um sistema *desktop*, portanto precisa ser instalado no computador, que oferece diversos conceitos relacionados a frações. Foi desenvolvido na linguagem Java, por Jochen Georges, e é disponibilizado de maneira gratuita. Quando o jogador erra, é apresentado um retorno ao usuário com dicas e dando pontos a ele, se acertar. A Figura 2.10 apresenta a tela de um exercício do sistema.

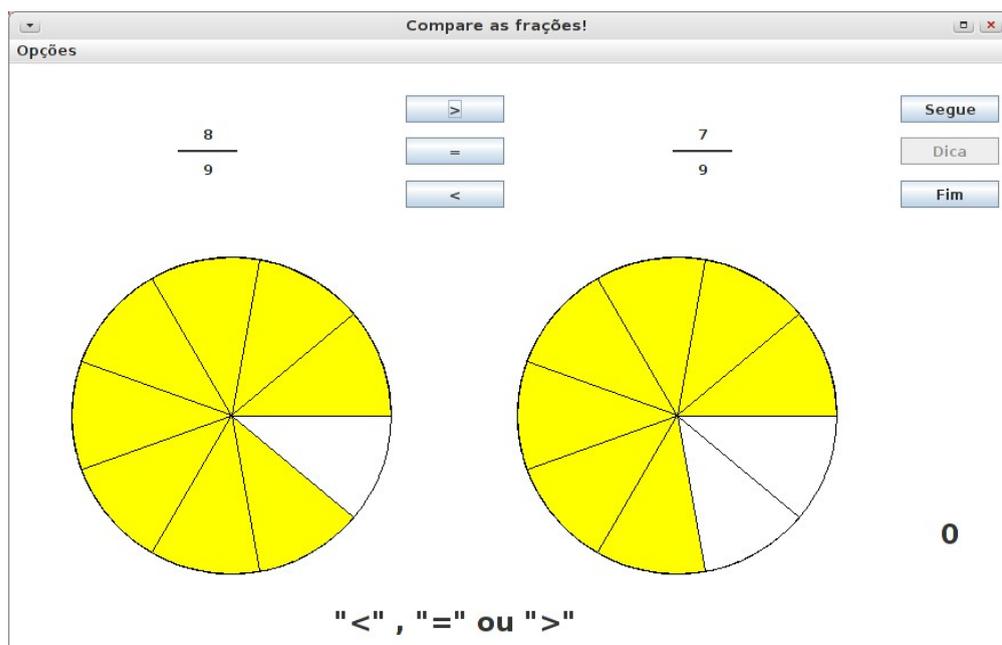


Figura 2.10: Tela do sistema JFractionLab.

2.6.7 Super Mario Bros

Super Mario Bros é um jogo de plataforma pago, amplamente jogado por crianças e adolescentes na década de 80, através do console Nintendo Entertainment System (NINTENDO, 2018). Desenvolvido por Shigeru Miyamoto, o jogo contém uma pequena narrativa mostrada ao longo do jogo, onde um encanador deve passar por diversos cenários, com o objetivo de resgatar a princesa de um grande vilão. Neste jogo não há questões relativas a frações, mas pode-se observar vários elementos, como o cenário e a boa movimentação do personagem que fizeram do jogo um grande sucesso. A Figura 2.11 mostra uma tela do jogo, onde pode-se perceber os elementos utilizados que se mostram bem agradáveis assim como uma interface bem simplista, que mostra apenas o necessário ao usuário.

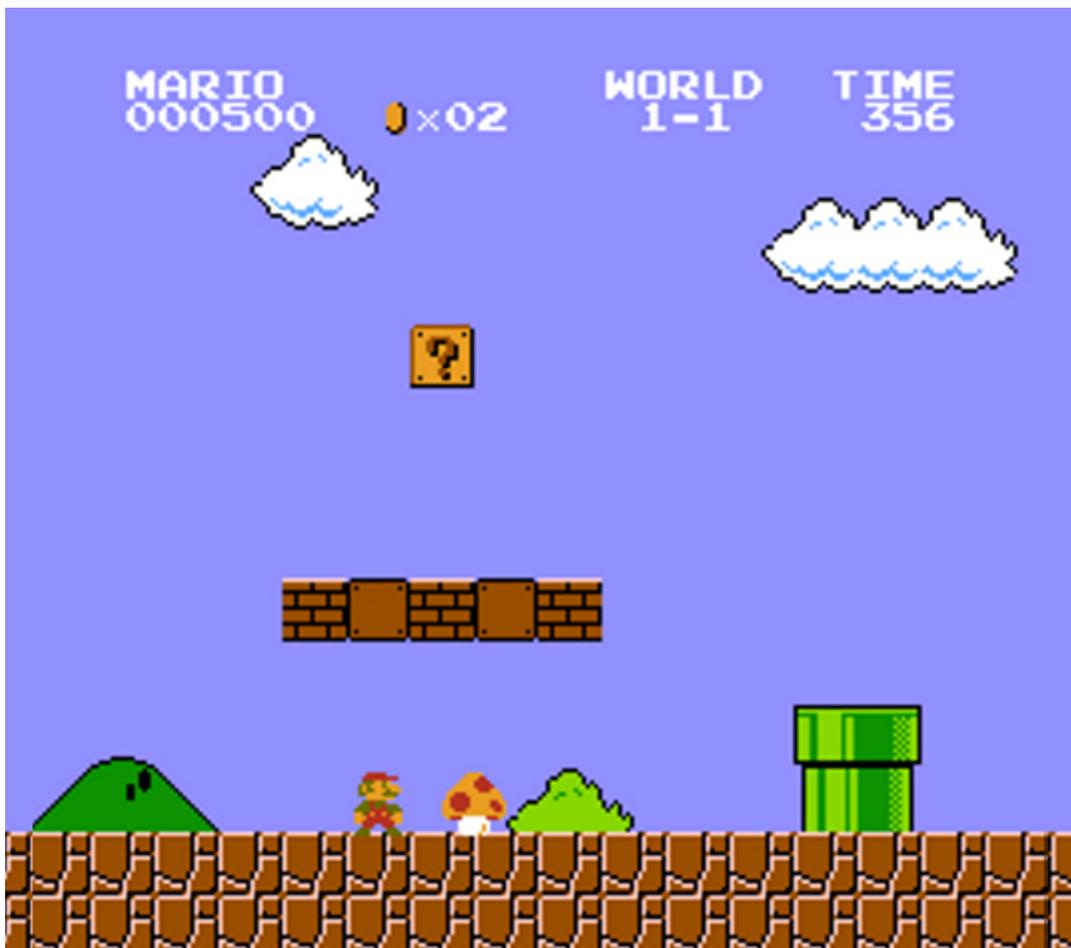


Figura 2.11: Tela do jogo Super Mario Bros.

2.7 Síntese

Através da pesquisa realizada foi possível identificar alguns jogos com propósito similar ao do presente trabalho. Porém, a forma como estes jogos identificados apresentam o tema de frações se distinguem da forma proposta neste trabalho. Um ponto a se destacar é que apenas os jogos Dividindo a pizza e Enigma das frações oferecem, por mais simples e pequena que seja, uma narrativa para incentivar o jogador a continuar jogando. Outro ponto é o fato de que dois deles estarem disponíveis apenas na linguagem inglesa, dificultando a utilização no Brasil.

Além disso, os jogos descritos não apresentam a forma de construção, não sendo possível verificar se foi utilizada alguma fundamentação teórica ou metodológica para o ensino de Matemática. Ainda assim, todos os jogos destacados se apresentaram fiéis ao seu propósito inicial, que era propor atividades envolvendo os conceitos de frações de uma maneira lúdica.

Embora Flash Player tenha sido amplamente utilizado para o desenvolvimento de muitos jogos desenvolvidos para a plataforma web, como os citados anteriormente, atualmente ele está sendo substituído por novas tecnologias, mais atuais e robustas, que permitem maiores possibilidades e facilidades ao desenvolvedor, como é o caso da ferramenta Unity que será abordada mais a frente, no próximo capítulo.

A Tabela 2.1 apresenta um síntese das principais características de cada um dos sistemas correlatos encontrados, comparando-os entre si. Na última linha é possível observar esses mesmos elementos relativos ao jogo Agente FOX que será abordado ao longo do próximo capítulo.

Nome	Narrativa	Português	Tecnologia	Gratuito
Dividindo a pizza	Sim	Sim	Flash Player	Sim
Enigma das frações	Sim	Sim	Flash Player	Sim
Frações do professor Sagaz	Não	Sim	Flash Player	Sim
Mission Magnetite	Não	Não	Flash Player	Sim
Alien Math	Não	Não	Flash Player	Sim
JFractionLab	Não	Sim	Java	Sim
Super Mario Bros	Sim	Não	Proprietária	Não
Agente FOX	Sim	Sim	Unity	Sim

Tabela 2.1: Sistemas Correlatos.

Capítulo 3

Definições, Modelagem e Tecnologias

Ao longo deste capítulo é feita uma apresentação geral sobre o jogo Agente FOX, mostrando os elementos estéticos que o compõe, como os personagens, a narrativa e os comandos utilizados para a movimentação do personagem e para interação no jogo proposto neste trabalho.

3.1 O objetivo do jogo Agente FOX

O principal objetivo do jogo Agente FOX é contribuir para exercitar os conceitos de frações aprendidos em sala de aula de forma lúdica, com uma narrativa divertida, para que o jogador/educando possa entender a história na qual o jogo se passa, tornando o jogar mais interessante.

3.1.1 Personagens, cenários e elementos do jogo

Para o desenvolvimento do jogo, alguns aspectos estéticos foram levados em consideração para permitir a complementaridade com sua mecânica e a narrativa. Os personagens foram criados pensando em um ambiente onde os animais são protagonistas, deixando o jogo mais descontraído, fugindo um pouco do cotidiano escolar do educando. Os personagens e suas características são apresentados na Tabela 3.1 e a Figura 3.1 mostra o design utilizado para cada um dos adversários existentes. Já os cenários, representados na Tabela 3.2, foram escolhidos para que houvesse uma maior integração entre os personagens e a narrativa idealizada. Para permitir uma rápida memorização dos movimentos, os inimigos, que podem ser tanto aéreos quanto terrestres, possuem padrões, movimentando-se na horizontal ou vertical. Esses inimigos podem causar danos ao personagem quando esses entram em contato, porém alguns deles têm

a possibilidade de serem desativados. Os padrões de movimentos aqui citados bem como os pontos de desativação e locais de dano estão presentes na Tabela 3.3. Por fim, os itens coletáveis estão relacionados na Tabela 3.4.

Cabe dizer também que alguns dos personagens utilizados foram encontrados na Internet, disponibilizados gratuitamente através do repositório de mídia OpenGameArt (2018). No caso do chefe Big Mouse houve a necessidade de se criar variações da imagem original para permitir uma sensação de movimento do personagem. Porém, não foi possível encontrar todos os personagens de acordo com o especificado, levando a necessidade de se criar alguns deles como no caso dos personagens localizados na parte inferior da Tabela 3.1, os quais seguiram um *design* semelhante aos outros utilizados no jogo.

Nome	Características	Habilidades	Atuação
Agente FOX	Raposa	Agente da polícia intergaláctica	Protagonista/Herói
Big Mouse	Rato	Bandido que tem uma vara mágica que infere dano ao personagem do jogador	Antagonista/Vilão
Brutus Sônico	Cachorro	Bandido que ataca com um latido sônico	Oponente/Vilão
Galuzilla	Galo	Bandido que ataca batendo suas asas	Oponente/Vilão
Comerciante	Humano	Comerciante que vende as peças para o concerto da nave de FOX	Coadjuvante

Tabela 3.1: Personagens do jogo.

3.1.2 Narrativa

A narrativa proposta para este jogo foi desenvolvida em reuniões feitas com o grupo de pesquisa EM&I bem como com os orientadores deste trabalho, ocasiões em que foi possível ouvir sugestões, possibilitando a criação de uma narrativa que pudesse entreter o educando, mas com o compromisso de contemplar conteúdos abordados na sequência didática.

A raposa policial intergaláctica, cujo codinome é FOX, foi designada para uma missão de caça aos bandidos que roubaram seu planeta. O tesouro roubado continha um item secreto muito valioso que estava muito bem guardado. Porém, o grupo denominado RatGang criou um plano e conseguiu roubar este objeto. Na perseguição a estes bandidos, FOX acaba percebendo

Tela	Cenário
Menu	O fundo utilizado no menu é o espaço sideral com algumas estrelas e planetas
Animação pré-jogo	Nesta tela o fundo é a continuação do menu, mas com a perseguição das naves
Fase 1: Saída do Vilarejo	O ambiente utilizado nesta tela possui um oceano com algumas ilhas e nuvens
Boss 1: Galuzilla	O ambiente é o mesmo do utilizado na fase 1, mas é estático com os dois personagens dispostos um em cada lado da tela
Fase 2: Caminho pela floresta	Aqui o fundo utilizado é o de uma floresta densa com várias montanhas ao fundo, sendo apresentada a entrada de uma montanha no fim da fase
Boss 2: Brutus Sônico	Utiliza o mesmo fundo da fase dois, da forma estática
Fase 3: Entrada da montanha	O ambiente é subterrâneo como se estivesse dentro da caverna
Boss 3: Big Mouse	O ambiente utilizado aqui é o subterrâneo utilizado na fase 3, porém com os personagens se enfrentando.
Puzzle Final	Nesta tela final, o ambiente volta a ser o do vilarejo indicando a volta para comprar as peças para a nave

Tabela 3.2: Cenários do jogo.



Figura 3.1: Design utilizado para cada um dos inimigos do jogo.

Inimigo	Movimentação	Tipo	Desativar	Dano
Bomba	Movimenta-se horizontalmente para a direita e esquerda	Terrestre	Não há como desativar	A bomba explode se o jogador tocar
Bola gosmenta tóxica	Movimenta-se horizontalmente para a direita e esquerda	Terrestre	Quando o personagem pula sobre, ela evapora	Ao tocar na lateral o personagem é contaminado pela toxina
Armadilha	Movimenta-se verticalmente aparecendo e desaparecendo	Terrestre	Não há como desativar	Se o jogador tocar enquanto ela está erguida, o personagem leva dano
Torreta	Estática, apenas lança projéteis	Terrestre	Não há como desativar	Não oferece perigo ao toque, mas lança projéteis que podem causar dano no personagem
Drone	Movimenta-se verticalmente, acima e abaixo	Aéreo	Não há como desativar	O drone causa dano se encostar no personagem

Tabela 3.3: Inimigos do jogo.

Elemento	Descrição	Efeito estético
Moeda	Recompensa elementar	-
Estrela	Equivale a dez moedas	-
Colete	Fornece uma proteção contra um ataque feito por inimigos	Aparece um colete na interface mostrando que o jogador possui o item
Vida extra	Fornece uma vida a mais para quando o personagem morrer	-

Tabela 3.4: Elementos presentes no jogo.

que sua nave foi sabotada e a mesma começa a cair desgovernadamente em um planeta. Ao cair, sua nave acaba ficando bastante danificada, sendo a missão principal neste momento, o concerto da nave.

Caminhando um pouco pelo planeta, a raposa consegue identificar um vilarejo no qual há um vendedor de peças mecânicas. O vendedor informa à FOX o preço das peças, mas como ele não tem dinheiro para comprar, este vendedor lhe conta sobre um tesouro escondido nas montanhas, que até o momento ninguém conseguiu resgatar, dando a FOX a oportunidade para recuperar este tesouro em troca das peças. A partir deste momento, FOX parte em busca do tesouro escondido passando por diversas armadilhas espalhadas ao longo do caminho.

Primeiramente a raposa sai da vila e, adentrando no planeta, acaba se deparando com um dos bandidos, um galo cujo nome é Galuzilla, e acaba descobrindo que a gangue também está naquele planeta. Há um confronto entre os dois e depois disso, FOX continua em sua jornada pela floresta. Outro bandido, o cachorro Brutus Sônico é encontrado e o duelo é inevitável. Ao derrotá-lo, FOX acaba encontrando a montanha, a respeito da qual o comerciante havia lhe contado. Ao conseguir abrir o portão nela existente, continua a busca pelo tesouro até encontrar o chefe final. O líder da gangue, rato Big Mouse, decide não entregar o tesouro, não deixando outra opção senão a batalha entre os dois. Ao derrotá-lo, FOX volta até o comerciante e lhe entrega o tesouro que havia sido tomado, mas pertence ao vilarejo.

Como forma de agradecimento, o comerciante lhe entrega as peças necessárias. Com isso a raposa consegue consertar sua nave e então volta a seu planeta com o item secreto que havia sido roubado, finalizando então o jogo.

A elaboração de todo o design do jogo foi feita com base nesta narrativa, possibilitando assim a agregação de elementos que estão inseridos no mesmo contexto como é apresentado na próxima Seção.

3.1.3 *Puzzles*

Para abordar o tema de frações optou-se por propor a resolução de *puzzles*(quebra-cabeças). Esses *puzzles* foram utilizados para abertura dos baús, portas e para o fechamento do jogo após a última fase, na qual o jogador retorna para negociar com o comerciante. Os problemas necessários para a criação desses *puzzles* foram elaborados contemplando conceitos de frações

com base em rimas, como se alguma pessoa tivesse deixado o baú escondido com uma carta indicando a possível solução para abri-lo. Esses problemas são mostrados nas Tabelas 3.5 e 3.6.

Fase	Objeto	Problema	Tema Abordado
Fase 1	Baú visível	O tesouro aqui encontrado pode conter algo inesperado de grande ajuda pode ser mas apenas poderá obter aquele que souber responder outra forma de metade escrever	Leitura de frações
Fase 1	Baú escondido	O dono deste baú na segunda guerra lutou com grandes conquistas voltou tinha em seu peito um coração valente $\frac{25}{30}$ de sua riqueza deixou aqui guardado e para quem acertar a fração equivalente o tesouro aqui embalado poderá ao futuro dono ser entregue	Frações equivalentes/ simplificação de frações
Fase 2	Baú escondido	Um baú em uma caverna escondida deixei guardei sempre $\frac{3}{4}$ do tesouro que ganhei fiz isso por 3 vezes e não me arrependi o futuro dono apenas poderá possuir se acertar a quantidade de tesouros deixados aqui	Multiplicação de número natural por fração

Tabela 3.5: Problemas para resolução de puzzles, parte 1.

3.1.4 Comandos do jogo

Até o momento foram citadas as partes estéticas que o jogador consegue observar. Mas para que isso aconteça deve haver um mecanismo por trás para que o jogador consiga se mover e contemplar toda a arte do jogo. Então para que ele consiga se movimentar são utilizadas as teclas do computador que refletirão diretamente no seu comportamento. A Tabela 3.7 apresenta os comandos que o jogador deve utilizar para realizar cada ação no jogo, mostrando também os comandos secundários, comuns em jogos de plataforma, disponíveis para as diversas preferências dos jogadores.

Fase	Objeto	Problema	Tema Abordado
Fase 2	Baú visível	Eu e meu irmão guardamos este tesouro o tamanho da chave é algo em questão ela é bem menor do que $\frac{1}{2}$ barra de ouro mas maior que $\frac{1}{4}$ dela é sua divisão a chave é algo difícil de se encontrar mas quem acertar o tamanho dela o tesouro poderá levar	Comparação de frações
Fase 3	Baú escondido	Guardado dentro deste baú está algo tão legal que feliz te deixará uma parcela de toda a minha riqueza metade dela resolvi aqui colocar mas de tamanha beleza tive o desejo de $\frac{1}{4}$ retirar somente o poderá levar quem a quantidade de tesouros guardados conseguir acertar	Subtração de Frações
Fase 3	Baú escondido	Em um baú na caverna escondi um sabor que provei e nunca esqueci na receita eu pude encontrar muitos ingredientes para um bolo criar mas apenas uma xícara e uma colher eu tinha um forno e uma forma pequenininha um bolo saboroso poderá provar quem acertar quantas vezes a mesma xícara tive que usar	Soma de Frações

Tabela 3.6: Problemas para resolução de puzzles, parte 2.

Comando primário	Comando Secundário	Ação realizada
Esquerda	A	Movimenta o personagem para a esquerda
Direita	D	Movimenta o personagem para a direita
Cima	W	Faz o personagem pular
Baixo	S	Faz o personagem se agachar

Tabela 3.7: Comandos necessários para cada ação do personagem.

3.2 Tecnologias

A metodologia escolhida para o desenvolvimento da aplicação foi a prototipação. Neste tipo de metodologia é feito um repetitivo processo de análise, projeto e implementação até que determinada funcionalidade esteja completamente funcional. Quando isso ocorre, ela é apresentada aos usuários e é obtido um retorno para reavaliar os pontos destacados e melhorar. O motivo da escolha deste tipo de metodologia decorreu do fato de que esses retornos contribuíram para identificar possíveis falhas, ajudando também no desenvolvimento de novas funcionalidades.

Para o desenvolvimento da parte estética, como os cenários presentes, foi utilizada a plataforma de desenvolvimento Unity, destinada a criação de jogos para diversas plataformas. Ela é disponibilizada gratuitamente e oferece diversos recursos, como a possibilidade de inserção de sons, edição de animações, criação de mapas de uma maneira mais simplificada usando o conceito de tiles, entre outros. Esta plataforma é tão versátil e robusta que permite a criação de jogos até mesmo para a nova geração de consoles que apresentam uma grande capacidade de processamento e de renderização de imagens aumentando a complexidade na hora do desenvolvimento dos jogos. Fornecido juntamente com a plataforma Unity, o MonoDevelop (2018) permite a criação de *scripts*, utilizando a linguagem C# para facilitar a programação do comportamento dos personagens e elementos do jogo, ou seja, da implementação da parte da mecânica do jogo. Foi utilizado também para a disponibilização na Internet a tecnologia WebGL que funciona de maneira nativa nos navegadores, com suporte para aplicações 2D ou 3D, possibilitando que a aplicação possa funcionar sem a necessidade de instalação de algum *plug-in*, que são módulos de extensão que possibilitam a inserção de novas funcionalidades no navegador.

O motivo da escolha dessas tecnologias foi pela alta capacidade que oferecem para criação de jogos e também pelo fato de que elas estão sendo amplamente utilizadas para o desenvolvimento de jogos, já que oferecem uma gama de ferramentas que auxiliam o desenvolvedor. O fato de serem ferramentas gratuitas também influenciou na escolha das mesmas. A opção por disponibilizar o jogo na Internet sobre a plataforma WebGL se deu devido ao fato do Unity disponibilizar esta funcionalidade nativamente e por possuir compatibilidade com os navegadores atuais. Outro ponto foi o fato de que a sequência didática já estava disponível na Internet para o uso por qualquer professor, possibilitando então uma integração de todos os elementos utilizados na sequência didática em um mesmo lugar.

Capítulo 4

Resultados e Discussões

Neste capítulo serão apresentadas as atividades realizadas bem como as funcionalidades presentes no jogo.

4.1 Desenvolvimento do jogo Agente FOX

O design dos níveis foram desenvolvidos empregando a fundamentação teórica de metodologia de desenvolvimento de *Serious Games*, citada no Capítulo 2. Os principais aspectos considerados desde o momento do planejamento e da elaboração de cada um dos níveis presentes no jogo até o desenvolvimento de protótipos e do jogo em si, foram a criação de uma mecânica, onde o jogador possa sentir uma movimentação responsiva do personagem com comandos fluídos e fáceis de usar. Também, a construção de uma narrativa na qual o jogo está inserido permitindo assim um objetivo para que o jogador possa cumprir. Além disso, o uso de artefatos visuais para que o ambiente seja agradável e forneça, em conjunto com os outros elementos, uma boa experiência ao jogador. Todo esse processo deve ser desenvolvido utilizando uma tecnologia que permita o bom funcionamento de todas as partes, sendo no caso do presente trabalho a utilização da plataforma de desenvolvimento Unity.

Em relação a parte estética, todo o trabalho realizado foi feito utilizando como base *sprites* fornecidos gratuitamente. *Sprites* podem ser definidos como uma imagem ou um conjunto de diversas imagens que juntas fornecem uma sensação de movimento, sendo muito utilizadas na construção de jogos bidimensionais. Sendo assim, toda a ambientação do jogo foi criada buscando manter um padrão visual evitando itens que se destacassem por serem diferente dos demais. Com isso, para todo o trabalho, foram escolhidos *sprites* do tipo *Pixel Art*, que é a

junção de um pequeno conjunto de *pixels*, que é o menor componente de uma imagem. Esse estilo lembra muito aos gráficos utilizados nos video-games antigos, que, devido a alta procura por parte de desenvolvedores de jogos deste estilo, acabou facilitando o processo de busca, e também de criação e edição dos *sprites* que não foram encontrados neste processo. Cabe dizer aqui também da utilização do efeito *parallax* como fundo das diversas fases, o qual utiliza várias camadas de *sprites* com diferentes velocidades para dar a impressão de que os objetos mais distantes se movem mais lentamente do que os mais próximos oferecendo assim uma sensação de profundidade. Uma outra questão importante a ser dita é que durante toda a elaboração do jogo, foi feita utilizando como base as 11 sugestões apresentadas na Seção 2.5 como é possível observar na Tabela 4.1.

4.2 Visão geral do jogo Agente FOX

O jogo Agente FOX foi elaborado em várias etapas, apresentando em suas fases iniciais uma dificuldade menor, aumentando-a no decorrer de sua execução. A proposta não foi criar um jogo difícil, mas com alguns desafios para que o jogador pudesse exercitar o que aprendeu em sala de aula, a respeito de frações, de uma maneira divertida. Os níveis citados estão dispostos como mostra a Figura 4.1. As fases que utilizam o formato *Side Scroller*, no qual o jogador deve seguir sempre para a direita coletando o máximo de moedas presentes na cena evitando ataques inimigos, estão representadas na cor verde. As cores vermelhas indicam as fases em que há o confronto dos personagens, estimulando o jogador a utilizar as noções sobre frações. Destacada em azul está a fase onde o jogador deverá realizar um *puzzle* para completar o jogo. Por fim a cor cinza representa as fases onde não há um controle direto do personagem, ou seja, o jogador não poderá utilizar os comandos especificados para controlar o personagem. Assim, nessas diversas fases elaboradas, existem alguns recursos que valem a pena serem destacados e serão discutidos no decorrer deste capítulo.

4.2.1 Menu e créditos

O Menu é o primeiro contato do jogador com o jogo fornecendo-lhe algumas opções como Novo Jogo, Créditos e Sair. Seu design foi criado utilizando a temática espacial, empregando o efeito *parallax* para transmitir uma sensação de movimento como mostrado na Figura 4.2.

Sugestão	Descrição
Manter a interface simples	Contemplado, já que apenas as informações de maior necessidade foram inseridas, como quantidade de vidas, moedas, tempo e peças da nave
As informações importantes devem ter uma fácil visualização	Contemplado, pois os itens estão dispostos nos cantos da tela, não atrapalhando a interface e possibilitando a rápida visualização quando necessária
Verificar os limites de colisão	Contemplado, pois os elementos que favorecem o personagem de alguma maneira, como as moedas, tem limites de colisão ligeiramente maiores do que os elementos que atrapalham, como os inimigos
Tornar os pulos entre os vãos mais fáceis	Contemplado, já que há uma pequena faixa de tempo disponível para o jogador apertar o comando pular após cair de uma plataforma ou em um buraco
Possibilitar a troca de animação a qualquer momento	Contemplado, pois os movimentos do personagem não dependem da animação para funcionar, estando ela ali apenas para indicar qual é o movimento que está sendo feito, sendo possível a troca de animação logo que um comando é executado
Fornecer itens colecionáveis e power-ups	Não contemplado
Criar uma IA genérica e versátil	Contemplado, visto que a IA adotada pelos inimigos teve uma construção bem simples, onde todos os inimigos utilizaram o mesmo método de movimentação, podendo se movimentar apenas verticalmente ou horizontalmente
Definir uma narrativa e o ambiente em que o jogo se passará	Contemplado, dado que narrativa e o ambiente pelo qual o jogo se passa foram elaborados já nos processos iniciais do desenvolvimento, sendo essenciais para a utilização como base para a construção dos cenários e de todos os elementos
Ter o propósito e o tempo bem definidos	Contemplado, já que desde o início estiveram definidos a temática e o público-alvo possibilitando a criação de um planejamento das funcionalidades, e o design dos elementos
Protótipo	Contemplado, no qual desde o início do desenvolvimento os protótipos foram criados possibilitando vários testes que mostraram quais os melhores elementos a serem adotados
Juntar a equipe de desenvolvimento na hora do design do jogo	Contemplado, visto que com isso foi possível obter retornos da equipe, por meio dos protótipos, que possibilitaram a melhoria dos elementos adotados para a construção do jogo

Tabela 4.1: Utilização das 11 sugestões apresentadas na Seção 2.5.

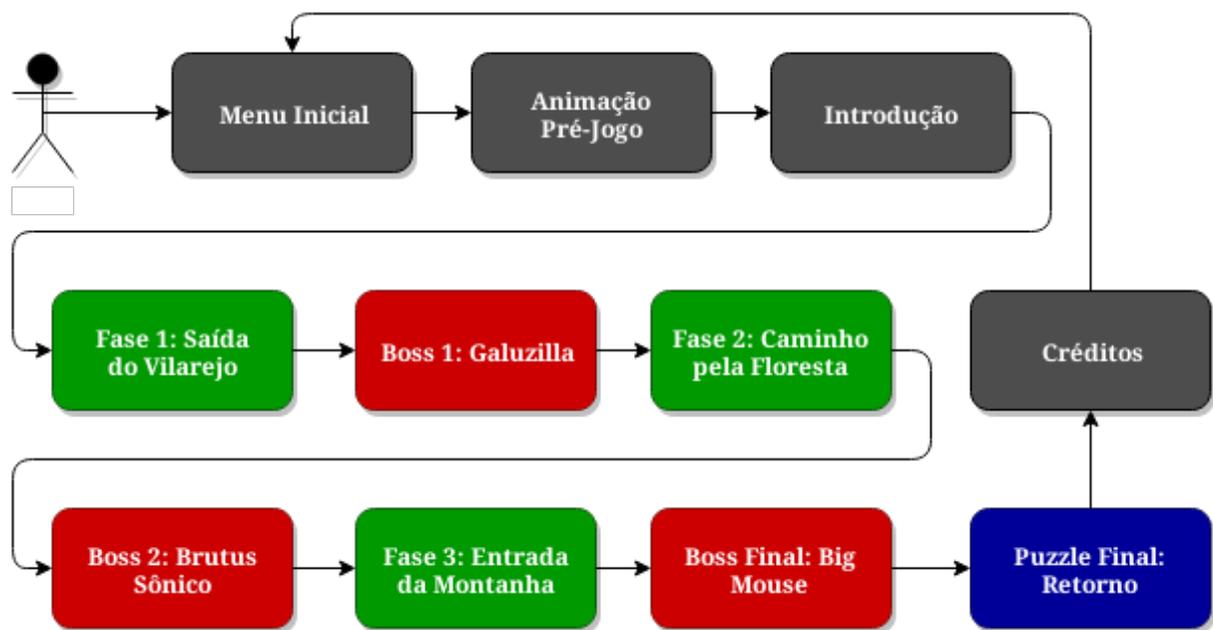


Figura 4.1: Diagrama das fases presentes no jogo e suas principais características.

Ao apertar o botão créditos, o jogador tem acesso a todas as informações dos desenvolvedores do jogo, os créditos a objetos utilizados de terceiros e outras informações pertinentes como ferramentas utilizadas. Esta mesma tela também é exibida ao término do jogo; neste caso, as informações são apresentadas como nos créditos de filmes de cinema, em um movimento de baixo para cima. A tela de créditos pode ser observada na Figura 4.3. A tela de menu também oferece os botões de Novo Jogo, que inicia o jogo a partir da animação que informa a narrativa ao jogador.

4.2.2 Animação pré-jogo

Esta animação explica o contexto inicial e acontece logo após o jogador apertar o botão Novo Jogo. Nela há uma animação da nave do Agente FOX perseguindo a nave dos bandidos utilizando a mesma temática empregue no menu. Sobre esta animação há um texto contando a história da Seção 3.1.2, para deixar o jogador ciente do contexto no qual o jogo está inserido. Após a narrativa inicial ser concluída, a animação começa a mostrar a nave de FOX caindo. O jogo se inicia logo após este evento. Nesta tela também há um botão pular, que pode ser utilizado caso o jogador já tenha jogado alguma vez e já conheça a narrativa. A tela exibida ao jogador pode ser observada na Figura 4.4.



Figura 4.2: Tela de menu com fundo *parallax*.



Figura 4.3: Tela da terceira fase que situa-se dentro das cavernas.

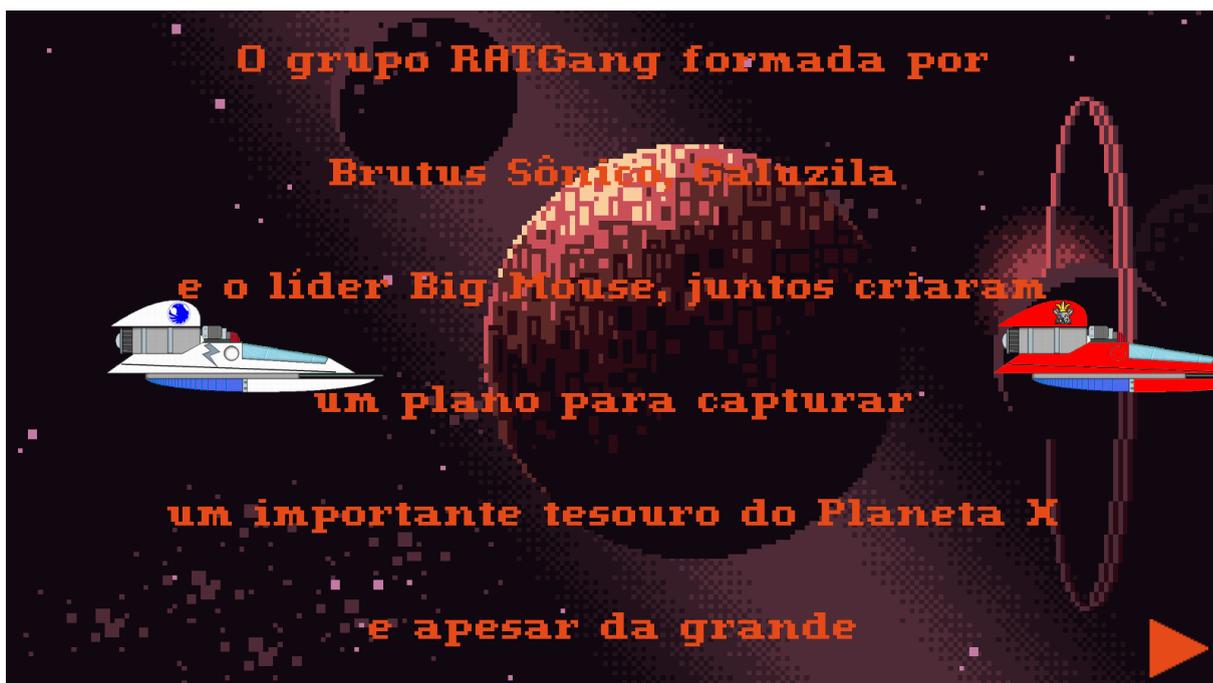


Figura 4.4: Tela informando a narrativa ao jogador.

4.2.3 Introdução ao Jogo

Esta tela é exibida após a tela de narrativa, onde se tem um diálogo entre FOX e o comerciante de peças de um pequeno vilarejo encontrado por FOX. O diálogo é apenas para informar ao jogador de que o objetivo do jogo é encontrar a montanha que contém um tesouro escondido e que esse tesouro pode ser usado como pagamento das peças que faltam para consertar a nave e seguir viagem. A Figura 4.5 ilustra esta tela.

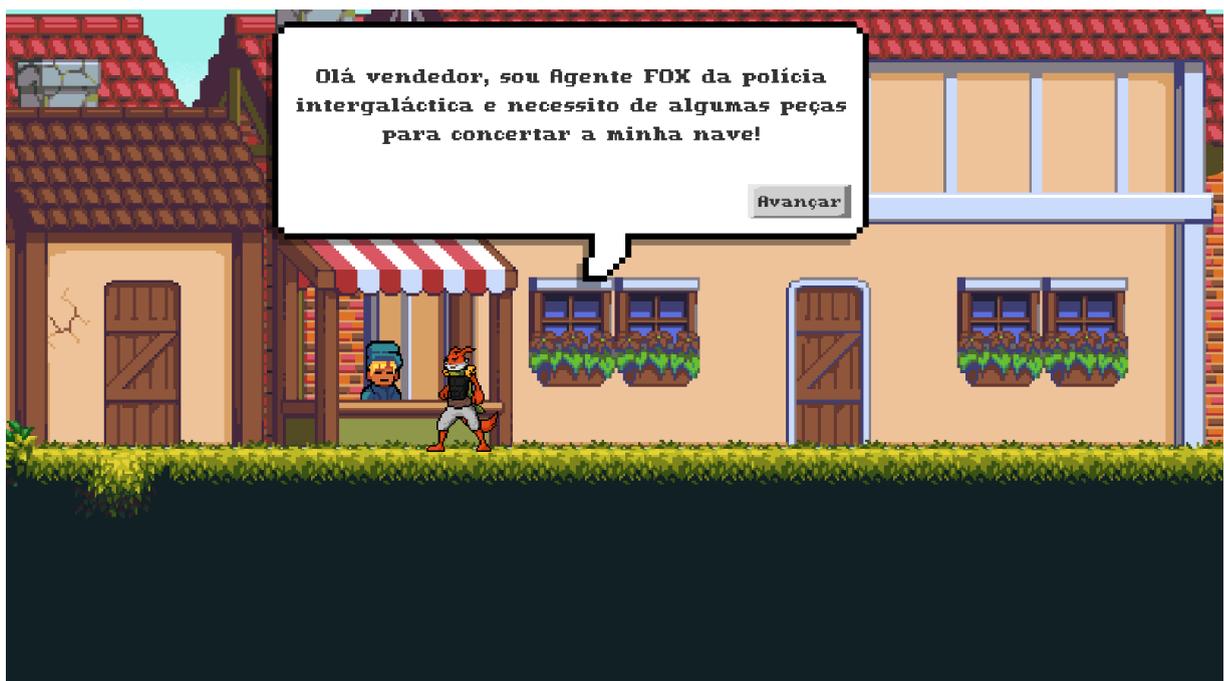


Figura 4.5: Tela de diálogo entre FOX e o Comerciante.

4.2.4 Fase 1: Saída do Vilarejo

Após a conclusão da parte de introdução, tem-se o início do jogo em si, onde o jogador terá os controles do personagem. Ao iniciar esta fase, o personagem tem direito a um colete, dando a possibilidade de ser atacado sem a perda de uma de suas vidas. A disposição da fase contém vários elementos como moedas e inimigos espalhados. Um desses elementos é o baú que oferece uma pequena quantia de moedas e uma vida, ao ser aberto. Porém, para que o baú possa ser aberto, é necessário resolver um problema, descrito na Seção 3.1.3, que envolve o conceito de frações. O problema é apresentado em formato de carta como pode ser observado na Figura 4.6.

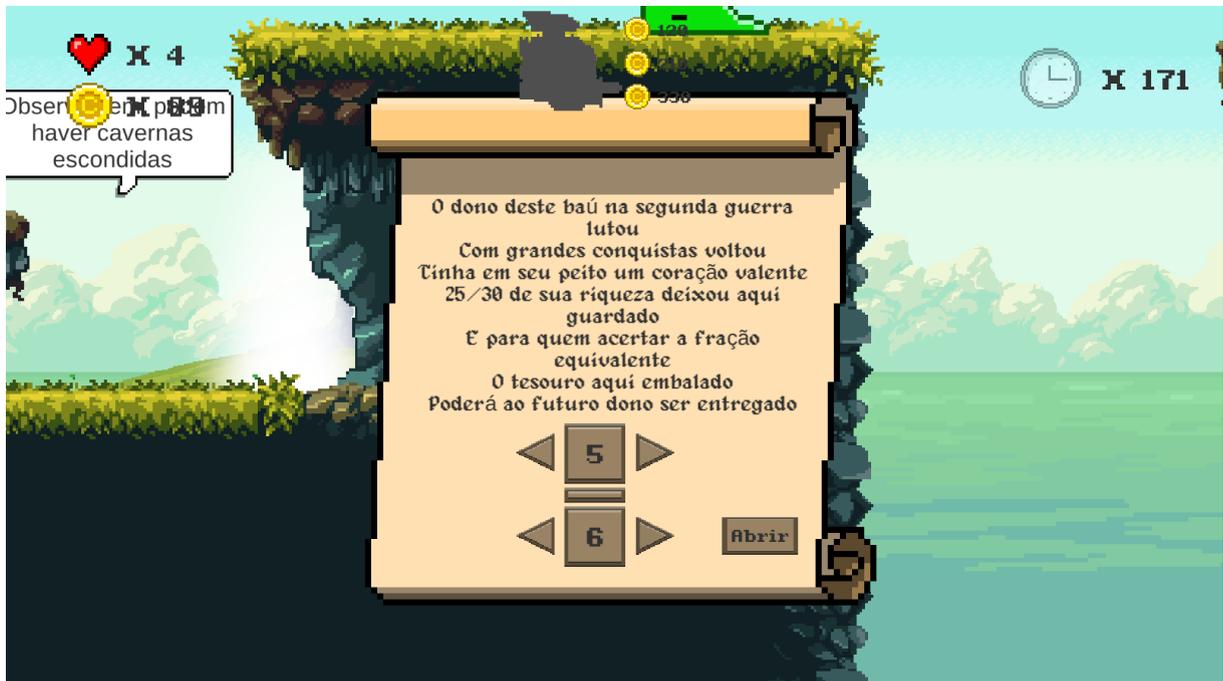


Figura 4.6: Exemplo de enigma utilizado nos baús.

Cada nível de plataforma contém dois desses baús, os quais podem ser encontrados em uma área visível ao jogador ou quando este encosta no limite de uma determinada parede que possui um indicador brilhante para mostrar a presença de um baú, como é mostrado na Figura 4.7.

Esta fase contém alguns inimigos, listados na Seção 3.1.1, para dificultar a passagem do jogador. São bombas, armadilhas, bolas gosmentas tóxicas e torreta. As características da interface bem como o cenário de fundo, que é ilustrado pelo oceano com algumas ilhas e nuvens, podem ser observadas na Figura 4.8.

Estão presentes ao longo de cada nível os pontos de verificação, também conhecidos como *checkpoints*. Eles são utilizados para evitar que o jogador precise voltar ao começo da fase e repetir tudo o que fez toda vez que perde uma vida, ou seja, se o jogador perder uma vida ele voltará ao último *checkpoint* alcançado. A Figura 4.9 mostra um local onde pode ser encontrado um *checkpoint* indicado por uma plaquinha de madeira.

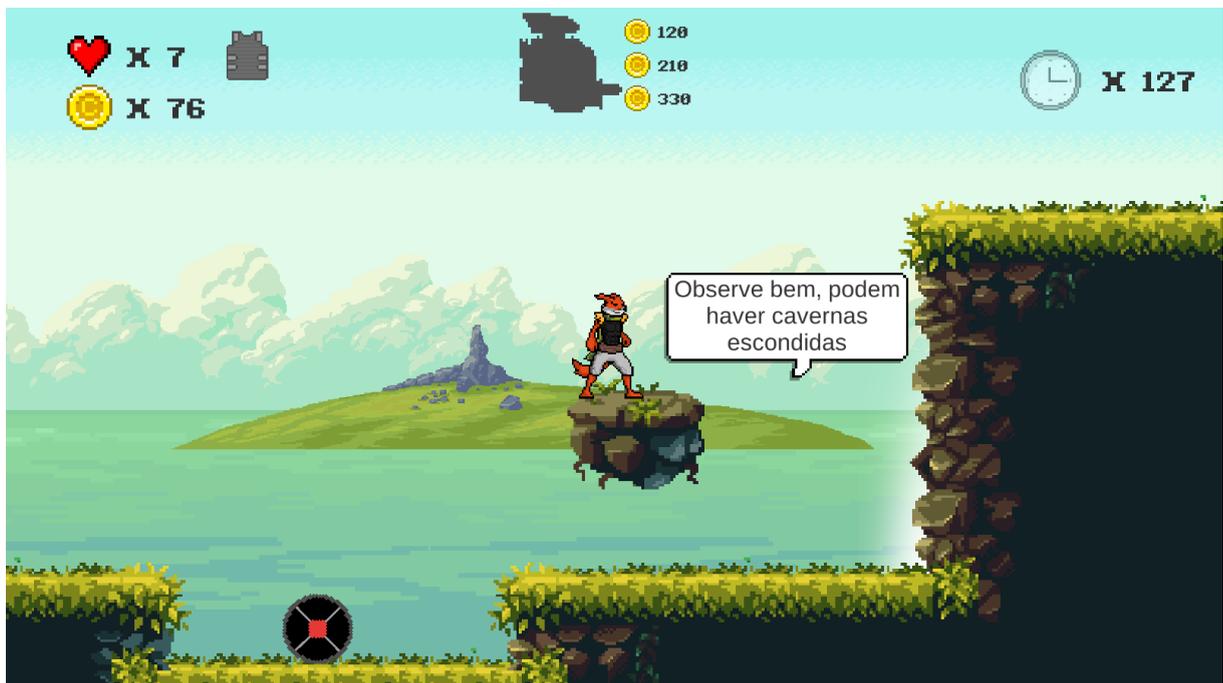


Figura 4.7: Caverna com indicador de presença de baú.



Figura 4.8: Tela da interface e do design utilizado na primeira fase.

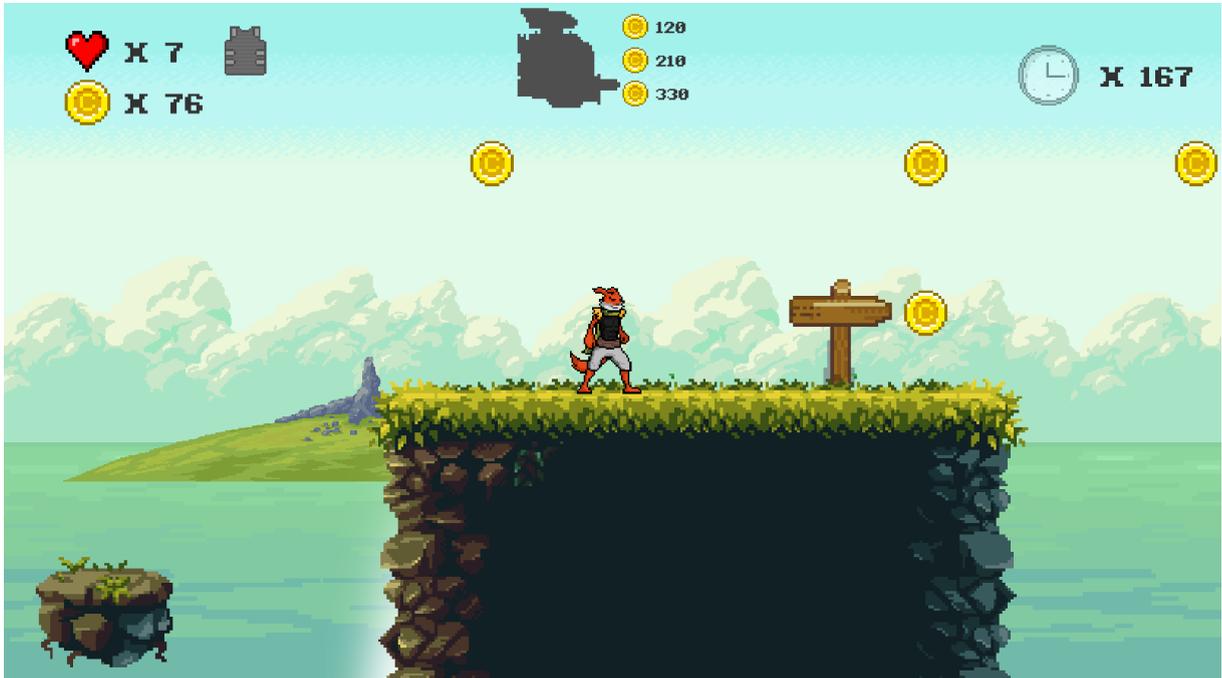


Figura 4.9: Local de ponto de verificação.

4.2.5 *Boss 1: Galuzilla*

Nesta fase foi utilizado o conceito TBS que é baseado em turnos, alternando entre defesa e ataque cada vez que uma ação é realizada. Esta é a primeira batalha do jogo onde o personagem FOX luta contra o adversário Galuzilla. A Figura 4.10 mostra a tela empregada durante esse combate, que utiliza como cenário o mesmo da fase anterior.

Nessa tela é possível perceber que o personagem e o inimigo tem uma determinada quantidade de vida, a qual pode ser reduzida dependendo da força de cada ataque realizado. Para realizar este ataque, o jogador deve somar três frações: se o resultado dessa soma for igual a um, Fox realiza um ataque com força máxima reduzindo 25/100 da vida do oponente; se o resultado for menor que um, o ataque será reduzido, diminuindo a vida do oponente em 15/100; se o resultado for maior que um, Fox irá errar o ataque e o adversário continuará com a mesma quantidade de vida.

A mesma dinâmica é utilizada para realizar uma defesa: se o resultado da soma for igual a um, a defesa é total, ou seja, Fox não perde nada de sua vida; se o resultado for menor que um, a defesa será simples, reduzindo 5/20 da vida de Fox; se o resultado for maior que um, Fox não consegue defender, reduzindo sua vida em 10/20. O jogo segue turno a turno até que

a quantidade de vida de um dos personagens chegue a zero, passando para o próximo nível, se isso acontecer com o personagem adversário. Nesta tela ainda é possível perceber que as moedas do jogador são passadas para o oponente, indicando que essas moedas foram roubadas de Fox, incentivando o jogador a recuperá-las novamente derrotando o *boss*.



Figura 4.10: Tela da luta de Fox contra o primeiro boss, Galuzilla.

4.2.6 Fase 2: Caminho pela floresta

Esta fase tem um maior nível de complexidade se comparada com a primeira, pois além dos elementos presentes na fase 1, é possível encontrar também plataformas móveis que incrementam a dificuldade do jogo. Nesta fase são adicionados *drones* como inimigos. Ela também contém dois baús, sendo um escondido e outro não, que necessita da resolução de um problema para ser completado, como na fase 1. O cenário utiliza um novo fundo que indica que o personagem está passando por uma floresta que pode ser observado na Figura 4.11.

Ao final desta fase está presente a entrada de uma montanha, onde é apresentada uma tela ao jogador para que ele possa digitar a senha para abrir a porta da montanha, como mostra a Figura 4.12. Essa senha nada mais é que a organização de todas as frações em ordem crescente. Se a ordem estiver correta ao final da digitação, o jogador passa para a próxima fase, caso contrário

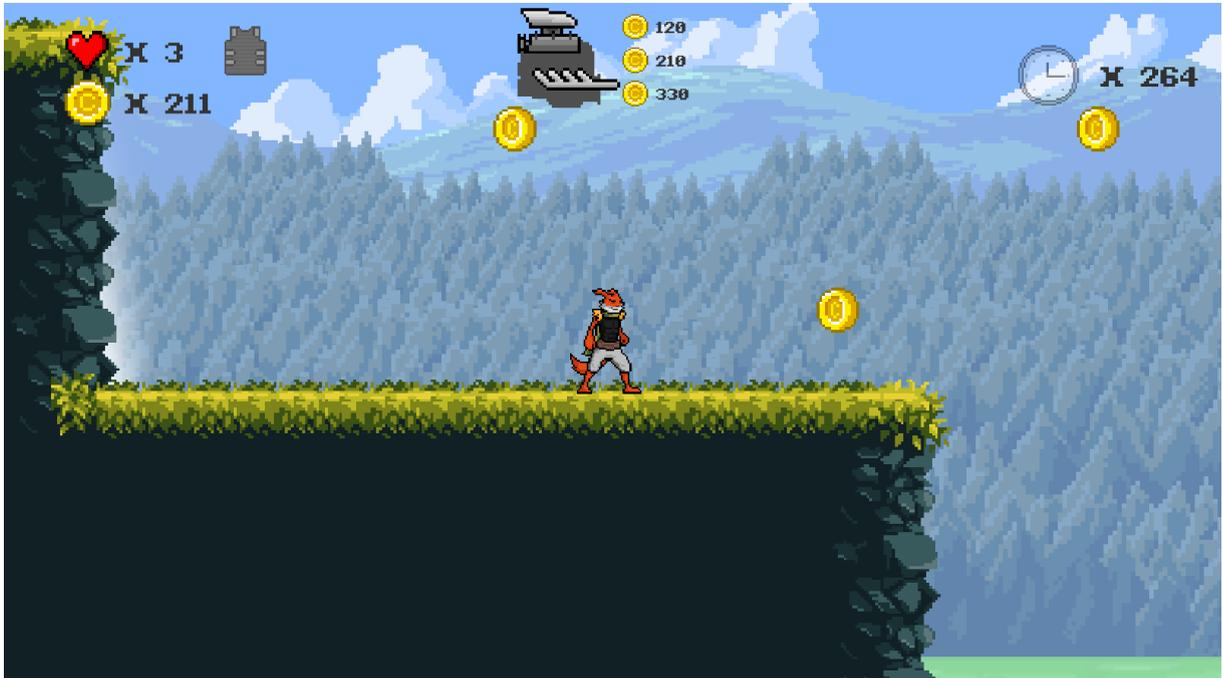


Figura 4.11: Tela da segunda fase que utiliza a floresta como fundo.

é retirada uma vida e ele deve digitar os valores novamente de maneira correta. Há também um botão para o usuário redigitar os valores caso tenha errado, sendo que desta forma não há redução de vida do personagem.

4.2.7 **Boss 2: Brutus Sônico**

Esta fase possui a mesma mecânica TBS, utilizado na luta anterior, tendo como principal diferença a inserção de uma linha a mais para adicionar uma maior dificuldade ao jogo, induzindo assim o jogador a pensar mais antes de cada jogada. Nela ocorre a batalha entre o personagem FOX e o lobo Brutus Sônico. O cenário de fundo é o mesmo utilizado na segunda fase de plataforma, como é mostrado na Figura 4.13. Também pode-se perceber os textos informados ao jogador ao realizar um ataque indicando qual foi o resultado da soma e qual a força do ataque realizado. Esses elementos estão presentes em todas as fases de luta contra os chefes.

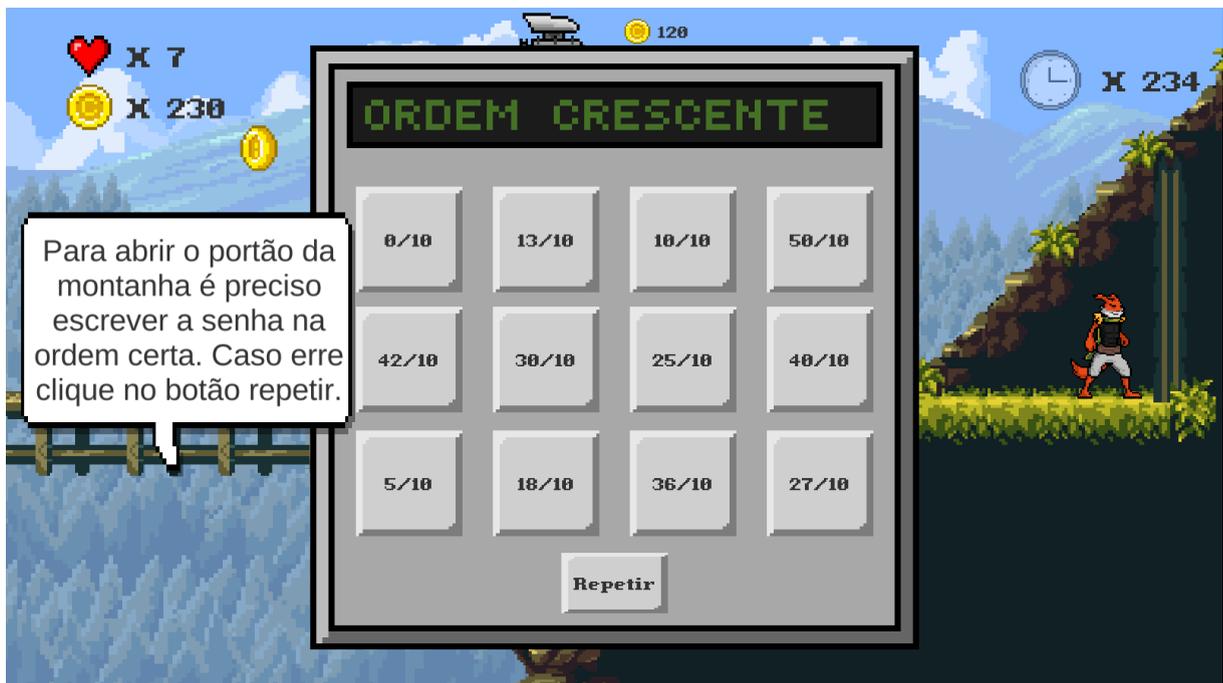


Figura 4.12: Tela de senha para abrir a porta da montanha.



Figura 4.13: Tela da luta de Fox contra o segundo chefe, Brutus Sônico.

4.2.8 Fase 3: Entrada da montanha

Esta é a última fase de plataforma e utiliza como ambientação as cavernas da montanha, tendo como diferencial em relação às outras, um número maior de plataformas móveis além de abrigar os dois baús em cavernas escondidas para oferecer uma dificuldade um pouco maior. Para dar uma continuidade ao jogo, o início deste nível é o mesmo utilizado no fim da fase anterior, como representado na Figura 4.14.

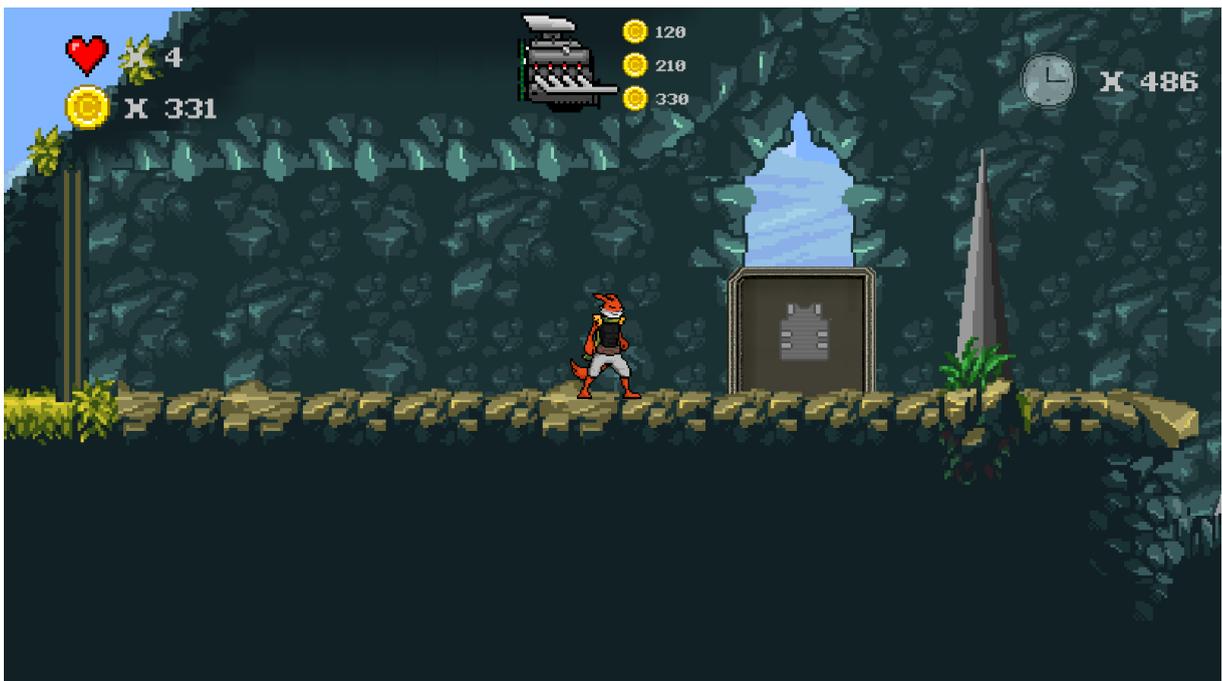


Figura 4.14: Tela da terceira fase que se situa dentro das cavernas.

Nesta fase o jogador deve coletar a quantidade de moedas que faltam para comprar todas as peças para sua nave, já que isso é algo importante para o término do jogo. Caso o jogador não consiga alcançar a quantidade de moedas necessárias para comprar todas as peças, é exibida uma tela como mostra a Figura 4.15, onde deverá repetir a última fase inteira para coletar as moedas que faltam.

Caso a quantidade de moedas seja superior a quantidade de moedas requeridas para comprar todas as peças que faltam para consertar a nave, é apresentada uma tela de senha semelhante a utilizada no fim da fase de plataforma anterior, onde é necessário colocar as frações em ordem crescente para abrir a porta. Porém a dificuldade é aumentada por conta da adição de frações com denominadores diferentes. A Figura 4.16 mostra a tela de senha utilizada nesta fase.

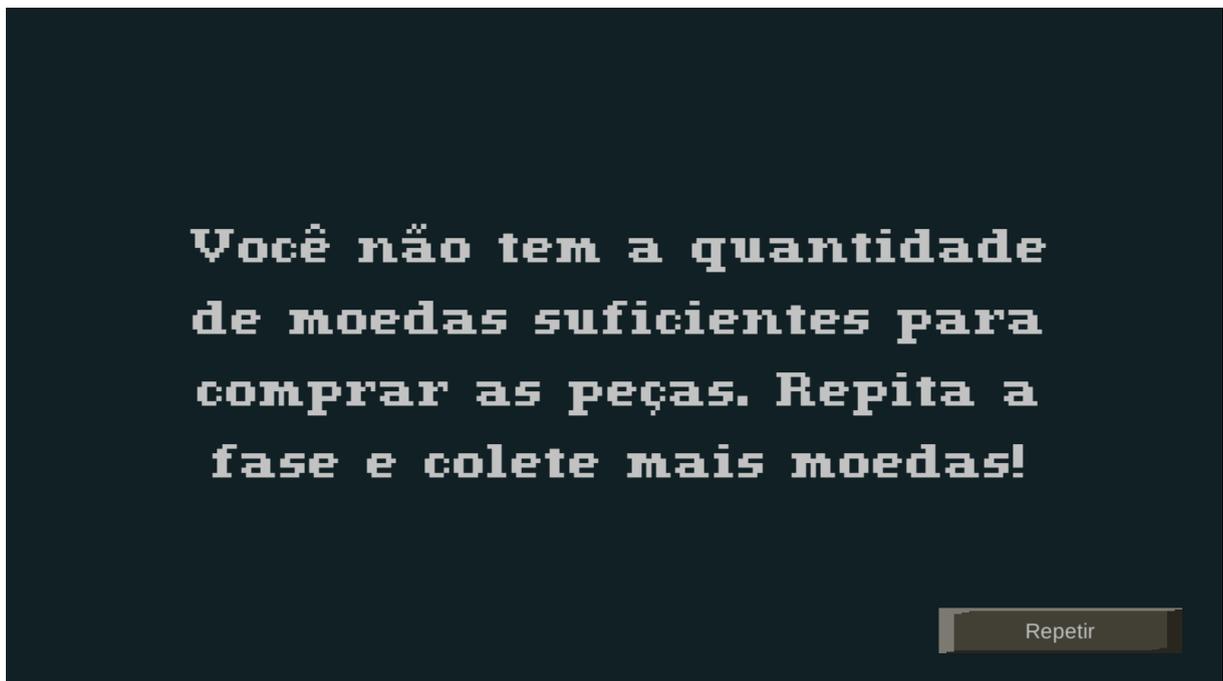


Figura 4.15: Tela para indicar que o jogador precisa repetir a fase.



Figura 4.16: Tela de senha para abrir a porta do último chefe do jogo.

4.2.9 Boss 3: Big Mouse

Esta é a fase final do jogo apresentada logo após o término da terceira fase de plataforma. Nela, o jogador deve enfrentar o último *boss* do jogo, o rato Big Mouse, chefe da gangue que assaltou o planeta de Fox. O cenário utilizado é o mesmo das cavernas, porém é possível observar que ao redor do Big Mouse há uma grande quantidade de tesouros, indicados pelo comerciante no início do jogo. O estilo de jogo utilizado nesta fase é o mesmo TBS utilizado nas anteriores, inserindo uma linha a mais para dificultar um pouco mais, tendo como diferença o acréscimo na vida do adversário, possuindo o dobro de vida dos inimigos anteriores. Esta tela pode ser observada na Figura 4.17.



Figura 4.17: Tela da luta de Fox contra chefe da gangue, Big Mouse.

4.2.10 Puzzle Final: Retorno

Ao término do jogo, quando o jogador conseguir passar por todas as fases de plataformas e conseguir derrotar todos os chefes, o personagem volta ao vendedor de peças do pequeno vilarejo e então compra as peças que estavam faltando para a nave. Porém o personagem ainda pede ao comerciante uma quantia de combustível para voltar para seu planeta. Assim uma última questão em formato de fração é apresentada ao jogador como se o próprio personagem

estivesse pensando naquele problema. A Figura 4.18 mostra um dos diálogos feitos entre o personagem e o comerciante enquanto a Figura 4.19 mostra a última questão apresentada ao jogador que ao ser resolvida finaliza o jogo e apresenta a tela de créditos.



Figura 4.18: Tela de diálogos entre Fox e o comerciante.

Em todas as fases, caso a quantidade de vidas do jogador chegue a zero, o personagem morre e é exibida uma tela de fim de jogo, como pode ser observado na Figura 4.20.

4.3 Avaliação

A elaboração do jogo foi feita ao longo de 2018 e com o término de seu desenvolvimento, foi disponibilizado para acesso online no site do Grupo EM&I¹, através da plataforma WebGL, possibilitando a utilização do jogo por meio de qualquer navegador de internet que ofereça suporte a esta tecnologia, viabilizando assim a realização dos testes de utilização apropriados. Devido ao fato da conclusão do jogo ter ocorrido muito próximo do término do ano letivo do ensino fundamental II, não havendo tempo hábil para aplicar a sequência didática, não foi possível efetuar os testes diretamente com uma turma com alunos do sexto ano.

¹O jogo pode ser encontrado acessando diretamente pelo site <http://www.inf.unioeste.br/ie/AgenteFOX/>

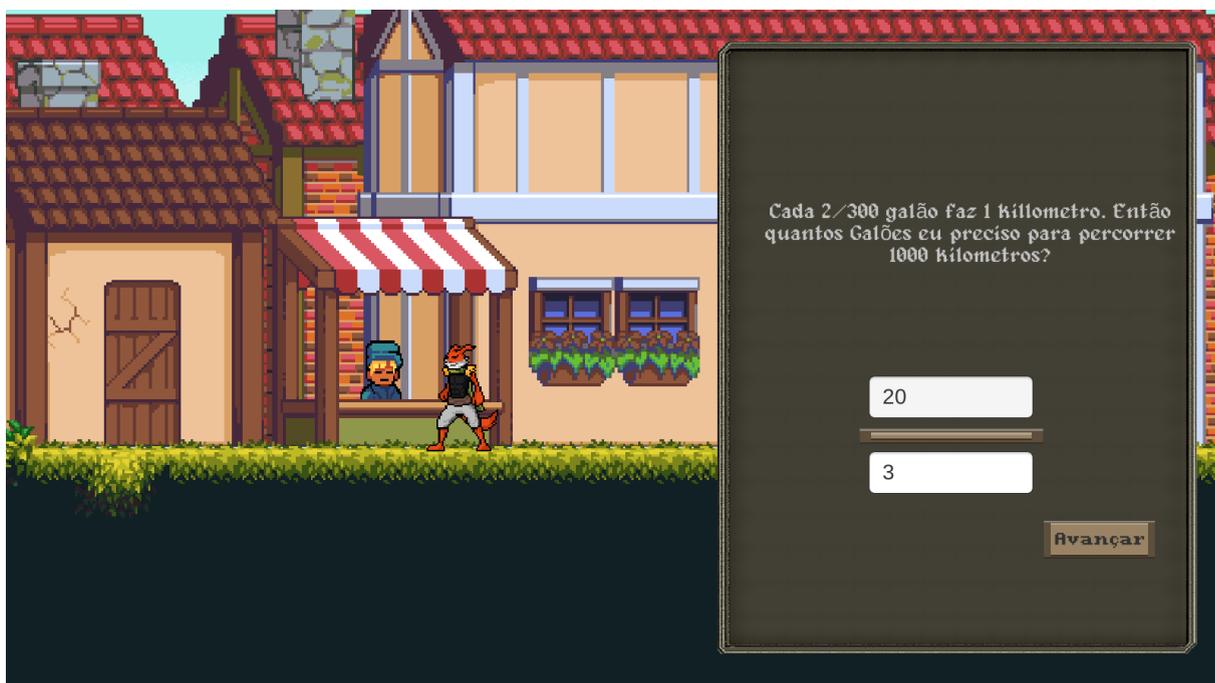


Figura 4.19: Tela do último puzzle do jogo.



Figura 4.20: Tela de fim de jogo.

Como alternativa a este problema optou-se por fazer testes com acadêmicos do curso de Ciência da Computação da Unioeste. Porém, diferentemente do público-alvo, os conceitos de fração acabam ficando um tanto distante, e mesmo considerando a obliteração, certamente eles resolveriam os desafios com tranquilidade. Outra diferença em relação ao público alvo é que talvez a experiência de jogo possa ser diferente, podendo haver uma maior facilidade de entender alguns elementos, assim como ter uma maior habilidade para utilizar os controles para movimentação do personagem. Sendo assim, a avaliação foi realizada por 15 universitários e consistiu na utilização do jogo verificando suas funcionalidades, bem como a sua jogabilidade. Posteriormente, preencheram um questionário anonimamente informando apenas a idade. Quanto aos aspectos da avaliação do jogo, adaptou-se a proposta de Oliveira et al. (2015) e as questões propostas e seus respectivos resultados, são apresentados na Tabela 4.2, sendo que para cada questão foram apresentadas as seguintes opções: Concordo Fortemente; Concordo; Indeciso; Discordo; Discordo Fortemente.

A avaliação mostrou, como é possível observar nas Figuras 4.21 e 4.22, que houve um alto nível de aceitação por parte das pessoas que testaram o jogo, sendo os principais aspectos citados, a boa escolha de elementos visuais para a construção dos cenários e a boa jogabilidade, dados os comandos utilizados para movimentação do personagem bem responsivos. Os universitários relataram que o jogo era desafiador, e que este era um dos principais motivos pelo qual se sentiram instigados a continuar. A aplicação desta avaliação também mostrou a necessidade de correção de alguns aspectos como por exemplo, oferecer uma orientação inicial para que o jogador pudesse entender o que cada elemento do jogo representava que pode ser observado através da Figura 4.23.

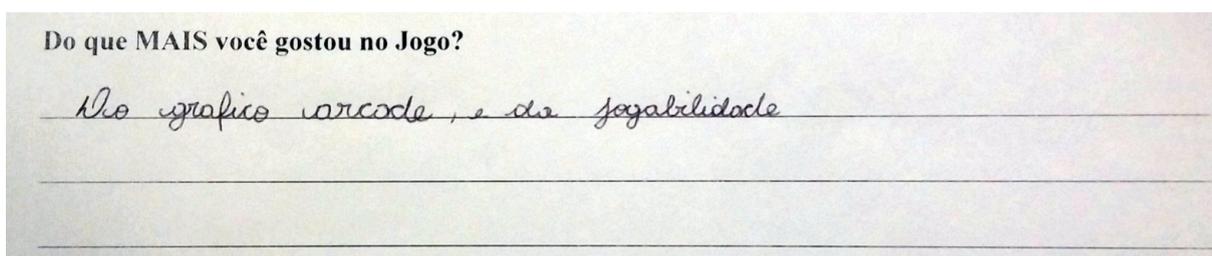


Figura 4.21: Digitalização de uma das avaliações.

	Concordo Fortemente	Concordo	Indeciso	Discordo	Discordo Fortemente
O jogo reconhece meus toques no mouse e teclado	10	5			
Os cenários do jogo são agradáveis	13	2			
Entendi o que cada elemento do jogo representa	7	3	3	2	
A interface possui informações de fácil entendimento	8	4	3		
Entendi rapidamente o que deveria fazer no jogo	10	3	2		
A história do jogo está bem relacionada com o que ele representa	9	3	3		
Com o jogo foi possível lembrar conceitos relacionados a frações	9	5	1		
O jogo é motivador e me deixou com vontade de continuar	9	5		1	
Recomendaria o jogo a um amigo ou uma criança de 10 a 12 anos (período em que aprende frações)	11	3	1		

Tabela 4.2: Avaliação com os 15 alunos.

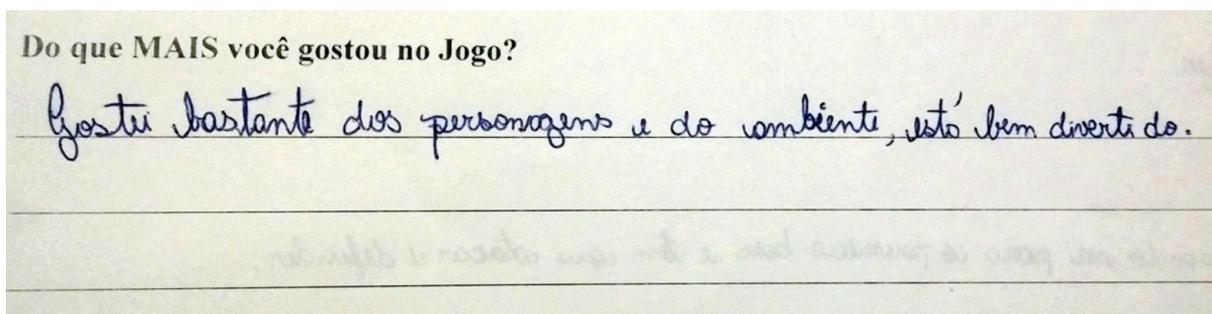


Figura 4.22: Digitalização de outra avaliação.

Que sugestão você daria para a melhoria do Jogo?

- Aumentar tempo da História Inicial (Deixar mais lento)
- Colocar tutorial na primeira fase ou quando surgir novas funcionalidades;
- Colocar opção de pular as Histórias/Dialogos, -

Figura 4.23: Uma das melhoras apontadas.

Capítulo 5

Considerações Finais

Estudos no âmbito do ensino de Matemática apontam que ensinar e aprender frações não são tarefas triviais. Pesquisadores indicam diversas dificuldades, tanto por parte dos educadores quanto dos educandos. Quanto aos educadores, se discute, dentre outros aspectos, que a adoção de uma postura essencialmente tradicional de ensino, aquela em que o professor explica a matéria, os alunos ouvem e resolvem os exercícios propostos, não tem obtido o êxito quanto à aprendizagem desejada. Quanto aos educandos, relatos indicam que muitos deles não adquiriram os conhecimentos básicos prévios às frações, como compreender o princípio da invariância, a relação de reversibilidade, conceitos como razão e medida, dentre outros.

Neste contexto, o grupo Educação Matemática e Informática (EM&I), formado por acadêmicos e professores dos cursos de Ciência da Computação e Licenciatura em Matemática, do qual participou o autor deste trabalho, fez reflexões sobre como proceder de maneira a promover a Aprendizagem Significativa sobre Frações. Como um dos resultados, o grupo elaborou uma Sequência Didática sobre esta temática, que foi posteriormente aplicada a uma turma piloto com alunos dos 6º e 7º anos do ensino Fundamental, que participaram de um curso de extensão promovido pelo grupo EM&I, na Unioeste campus de Cascavel.

Assim surgiu a proposta do presente trabalho cujo objetivo geral era o de desenvolver um protótipo funcional de um jogo educacional do tipo plataforma com elementos de TBS no qual houvesse a necessidade de que o jogador empregasse conhecimentos relativos a frações. Este objetivo foi cumprido, criando não só um protótipo funcional, como uma versão completa do jogo. Para atingir esse objetivo foi necessário atender a todos os seguintes objetivos específicos.

- **Definir narrativa, personagens, layouts e os outros elementos necessários para o de-**

envolvimento do jogo: Este objetivo foi cumprido nas etapas iniciais de planejamento do jogo. Assim, foram especificados todos os elementos, narrativa, personagens e designs dos níveis antes de quaisquer implementações na ferramenta.

- **Produzir um protótipo funcional usando as tecnologias definidas:** Etapa posterior ao planejamento inicial que também foi cumprida. Alguns elementos propostos no planejamento foram retirados após testes com os primeiros protótipos. Porém, como resultado, obteve-se um jogo totalmente funcional e que pode ser acessado por qualquer pessoa que tenha um navegador instalado em sua máquina, contribuindo para fortalecimento dos conceitos de frações aprendidos.

Toda a elaboração do jogo foi criada levando em consideração os quatro aspectos fundamentais de um jogo: a estética, a mecânica, a narrativa e a tecnologia. Também foram levadas em conta as sugestões para desenvolvimento de um bom jogo apresentadas na Seção 2.5. Sendo assim, alguns detalhes a serem observados são: a interface foi criada mantendo uma certa simplicidade, preservando as informações mais importantes em uma área de fácil visualização como a quantidade de vidas em uma área que não atrapalhe a jogabilidade; o jogador tem uma pequena faixa de tempo para apertar o botão de pular após a saída da borda de uma plataforma, facilitando a movimentação do personagem; tem-se a possibilidade de trocar os comandos a qualquer momento, inclusive no ar, tendo as trocas das animações do personagem instantaneamente após a chamada de um determinado comando por parte do jogador, ou seja, as animações apenas representam o movimento realizado pelo personagem; os limites de colisão dos objetos como moedas são ligeiramente maiores em comparação aos dos inimigos; a IA dos adversários é bem simples, facilitando a visualização de seu comportamento para que o jogador possa saber qual a melhor decisão a tomar.

Outro ponto a ser destacado é que o jogo foi desenvolvido com base na teoria da Aprendizagem Significativa, levando em conta conhecimentos prévios sobre frações que o educando adquiriu em sala de aula. No contexto da sequência didática elaborada, a atividade com o jogo será realizada ao término da mesma, uma vez que ele abrange todo o conteúdo visto pelo educando, ou seja, leitura, comparação, simplificação, equivalência, adição e subtração de frações, multiplicação por número natural e por fração, frações próprias e impróprias, e números na forma mista.

Esses tópicos são abordados por meio de questões em forma de rima que estão dispostas nos baús presentes no jogo, na expectativa de contribuir nos processos de Reconciliação Integradora e Diferenciação progressiva, de maneira que os conceitos vistos separadamente passem a constituir para o educando, um conhecimento coeso sobre frações, mais estruturado e equilibrado. Logo, o jogo desenvolvido constitui um material potencialmente significativo para auxiliar no processo de aprendizagem de frações para que o educando possa exercitar aquilo que foi aprendido de maneira lúdica, diminuindo as chances desta atividade se tornar cansativa ou desmotivadora.

5.1 Trabalhos Futuros

Como trabalhos futuros foram identificadas algumas atividades, como:

- Criação de um companheiro de missão para FOX para auxiliá-lo nas horas em que o jogador não conseguir resolver uma determinada questão do jogo, atuando como um tutor;
- Criação de uma nova mecânica para ser adicionada na luta contra os chefes, como por exemplo, adicionar o fator distância, para que o jogador some as frações sempre pra 1 mas para a distância dita;
- Melhoria de animações existentes e criação de novas para melhorar a dinâmica do jogo;
- Inserção de *power-ups* para melhorar a jogabilidade, como invisibilidade, que permite que o jogador passe por alguns inimigos sem levar dano, ou imã, que permite com que o jogador possa coletar moedas em um determinado raio;
- Criar um banco de questões para os baús, incrementando dinamismo ao jogo;
- Criar um sistema para salvar o jogo, que pode utilizar a mesma mecânica de senha (Hash) utilizadas nos jogos antigos, para permitir ao jogador retornar ao jogo na mesma posição, com a mesma quantidade de moedas e vidas.

Além disso, é preciso dizer que ao término deste trabalho, o autor deixará de fazer parte do grupo EM&I. Contudo, os integrantes do grupo já manifestaram a intenção de aplicar toda a Sequência Didática em um estudo de caso que envolva pelo menos uma turma do sexto ano,

incluindo, portanto, o jogo desenvolvido no presente trabalho. Sendo assim, este estudo de caso possivelmente irá apontar melhoras no jogo. Assim outro possível trabalho futuro seja o acompanhamento desse estudo assim como a identificação de melhorias sob a ótica dos alunos, que via de regra, são os usuários finais.

Por fim, este trabalho proporcionou uma grande experiência na área de desenvolvimento, principalmente de jogos, viabilizando a criação completa de um *Serious Game* do início ao fim, percorrendo todas as suas etapas. Inicialmente pela aprendizagem mais a fundo das ferramentas, passando pelo planejamento original e pelas definições e criações dos *designs*, até o processo de prototipação, e do término do jogo, possibilitando ainda a disponibilização para todos os interessados, através da Internet.

Referências Bibliográficas

ADOBE. *Flash Player*. 2018. Consultado na Internet em: 05/12/2018. Disponível em: <<https://www.adobe.com/pt/products/flashplayer.html>>.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. *Psicologia educacional*. 2. ed. [S.l.]: Interamericana, 1980.

BOLOGNANI, A. C. de A. *Ensino e aprendizagem de frações mediados pela tecnologia: uma análise á luz da teoria dos campos conceituais de Vergnaud*. [S.l.], 2015.

DETERDING, S. et al. From game design elements to gamefulness: defining gamification. In: ACM. *Proceedings of the 15th international academic MindTrek conference: Envisioning future media environments*. [S.l.], 2011. p. 9–15.

ESCOLAGAMES. *Dividindo a pizza*. 2018. Consultado na Internet em: 22/07/2018. Disponível em: <<http://www.escolagames.com.br/jogos/dividindoPizza/>>.

GEORGES, J. *JFractionLab*. 2005. Consultado na Internet em: 22/07/2018. Disponível em: <<http://jfractionlab.sourceforge.net/>>.

GOOGLE. *Google Acadêmico*. 2018. Consultado na Internet em: 05/12/2018. Disponível em: <<https://scholar.google.com.br/>>.

JONKERS, D. *11 Tips for making a fun platformer*. Jul 2011. Consultado na Internet em: 05/12/2018. Disponível em: <<http://devmag.org.za/2011/01/18/11-tips-for-making-a-fun-platformer/>>.

KOTONYA, G.; SOMMERVILLE, I. *Requeriments Engineering Processes and Techniques*. [S.l.]: Wiley and Sons, 1998.

LIMA, A. R.; FILHO, I. F. B. Uma discussão sobre as dificuldades dos alunos do 7o ano na compreensão do conceito de fração e suas operações. *VII CIBEM*, 2013.

LOPES, N.; OLIVEIRA, I. Videojogos, serious games e simuladores na educação: usar, criar e modificar. *Educação, Formação & Tecnologias-ISSN 1646-933X*, v. 6, n. 1, p. 4–20, 2013.

MATHNOOK. *Alien Math*. 2018. Consultado na Internet em: 22/07/2018. Disponível em: <<https://www.mathnook.com/math/alien-math-equivalent-fractions.html>>.

MONODEVELOP, P. *MonoDevelop*. 2018. Consultado na Internet em: 05/12/2018. Disponível em: <<https://www.monodevelop.com/>>.

- MONTEIRO, A. B.; GROENWALD, C. L. O. Dificuldades na aprendizagem de frações: Reflexões a partir de uma experiência utilizando testes adaptativos. *ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v. 7, n. 2, p. 103–105, novembro 2014.
- MOREIRA, M. A. *O que é afinal aprendizagem significativa?* [S.l.], 2010.
- MOREIRA, M. A. Mapas conceituais e aprendizagem significativa (concept maps and meaningful learning). *Aprendizagem significativa, organizadores prévios, mapas conceituais, digramas V e Unidades de ensino potencialmente significativas*, p. 41, 2012.
- NINTENDO. *Nintendo*. 2018. Consultado na Internet em: 05/12/2018. Disponível em: <<https://www.nintendo.com/>>.
- NOVAESCOLA. *Enigma das Frações*. 2018. Consultado na Internet em: 22/07/2018. Disponível em: <<https://novaescola.org.br/arquivo/jogos/enigma-fracoes/>>.
- NOVAK, J. D. Encyclopedia of science education. In: _____. [S.l.]: Springer, 2015. cap. Ausubelian Theory of Learning, p. 104–111.
- OLIVEIRA, W. et al. Avaliação de jogos educativos: Uma abordagem no ensino de matemática. In: *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*. [S.l.: s.n.], 2015. v. 26, n. 1, p. 657.
- OPENGAMEART. OpenGameArt, 2018. Consultado na Internet em: 05/12/2018. Disponível em: <<https://opengameart.org/>>.
- PRESSMAN, R. S. *Engenharia de software*. [S.l.]: Makron Books, 1995.
- SALEN, K.; TEKINBAŞ, K. S.; ZIMMERMAN, E. *Rules of play: Game design fundamentals*. [S.l.]: MIT press, 2004.
- SAMPAIO, T. B. de A.; JUNIOR, S. L. D. *Frações do Professor Sagaz*. 2018. Consultado na Internet em: 22/07/2018. Disponível em: <<https://novaescola.org.br/arquivo/jogos/enigma-fracoes/>>.
- SCHELL, J. *The Art of Game Design: A book of lenses*. [S.l.]: AK Peters/CRC Press, 2014.
- SOMMERVILLE, I. *Engenharia de software*. [S.l.]: Addison Wesley, 2003.
- THIRTEEN, P. L. *Mission Magnetite*. 2017. Consultado na Internet em: 22/07/2018. Disponível em: <<http://pbskids.org/cyberchase/math-games/mission-magnetite/>>.
- UNITY. Unity Technologies, 2018. Consultado na Internet em: 05/12/2018. Disponível em: <<https://unity3d.com/>>.
- VASCONCELOS, I. C. P. A compreensão das relações numéricas na aprendizagem de frações: um estudo com as crianças brasileiras e portuguesas do 4o ano da educação básica. *Porto Alegre: UFRGS*, p. 137, 2015.
- VIANA, L. H. et al. Jogos digitais no processo de ensino e aprendizagem de frações: Uma proposta didático-pedagógica. *VII EPBEM*, 2014.

DIAS, J. D. et al. (Ed.). *Design e avaliação de um jogo educacional para promoção da saúde e combate á obesidade infantil*. XIV SBGames, [S.l.]: Art & Design Track - Full Papers, 2015.