

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

**Protótipo de um Jogo Educativo como Atividade de uma Sequência Didática para
Aprendizagem Significativa de Frações**

Felipe Pereira Medeiros

CASCADEL
2018

FELIPE PEREIRA MEDEIROS

**PROTÓTIPO DE UM JOGO EDUCATIVO COMO ATIVIDADE DE UMA
SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE
FRAÇÕES**

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

Orientador: Edmar André Bellorini
Coorientadora: Claudia Brandelero Rizzi

CASCADEL
2018

FELIPE PEREIRA MEDEIROS

**PROTÓTIPO DE UM JOGO EDUCATIVO COMO ATIVIDADE DE UMA
SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA 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. Edmar André Bellorini (Orientador)
Colegiado de Ciência da Computação,
UNIOESTE

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

Prof. Clodis Boscarioli
Colegiado de Ciência da Computação,
UNIOESTE

Cascavel, 11 de dezembro de 2018

EPÍGRAFE

-Eu não acredito!

-Por isto você falhou

Luke e Yoda, Star Wars.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela oportunidade de me aprimorar como profissional e como pessoa, por ter me dado forças, por nunca me deixar esmorecer e por ter colocado pessoas abençoadas em meu caminho.

A minha esposa Karoline, que sempre esteve ao meu lado nos momentos bons e ruins durante essa jornada, me dando todo o apoio, amor e dedicação. Você foi e é minha rocha.

A minha família, minha mãe Eneida, meu pai Renato e meu irmão Nikolas, por todo o carinho, palavras de incentivo, suporte físico e emocional que sempre me forneceram. Vocês me definem.

Aos meu orientadores Edmar e Claudia, por todo conhecimento transmitido, pelas correções e paciência, em especial ao professor Edmar que me apoiou ao máximo, não medindo esforços para que conseguíssemos concluir este trabalho, além de muitos conselhos e risadas compartilhadas em nossas reuniões. Vocês me inspiram.

Aos membros da banca pela oportunidade, pelos apontamentos e correções que possibilitaram que este trabalho se tornasse o que é hoje. Vocês me aprimoraram.

Aos meus amigos que estiveram junto comigo durante essa caminhada, em especial ao Bruno (Kakarotto), Allysson (Sanci), Murilo (Schaefer), Lyssa (Schirley), João (Jão), Matheus (Chico), Carina, Eber e Emerson. Por todas as risadas, pelas horas de estudo, pelos trabalhos em grupo e pelo apoio nos momentos difíceis. Vocês me completam.

Enfim a todos que de alguma maneira colaboraram para que isso fosse possível. De coração lhes agradeço.

Lista de Figuras

2.1	Síntese sobre os principais processos quanto ao desenvolvimento de jogos . . .	7
2.2	Maquina de Estados - Dinâmica	11
2.3	UEPS sobre frações proposta pelo grupo EM&I	17
2.4	Problema Gerador da Aula 8 e sugestões ao professor	18
2.5	Jogo Dividindo a Pizza	19
2.6	Terceira Etapa do Jogo Dividindo a Pizza	20
2.7	Jogo Frações do Professor Sagaz	21
2.8	Uma ilustração do Jogo Alien Math Equivalent Fractions	22
2.9	Uma ilustração do Jogo das Frações Equivalentes	23
2.10	Ilustrações do jogo Math Fractions	24
3.1	Menu Principal	27
3.2	padrões aceitos para o arquivo de fases personalizadas	28
3.3	Diálogo Personagem Quadro de Fórmula	29
3.4	Diálogo Personagem Bolsa de Poções	30
3.5	Diálogo Personagem Caldeirão	30
3.6	Diálogo Personagem Botões	31
3.7	Diálogo Personagem - Resposta Avaliação - Errada	32
3.8	Diálogo Personagem - Resposta Avaliação - Faltando	32
3.9	Diálogo Personagem - Resposta Avaliação - Correta	33
3.10	Tela de Transição	33
3.11	2ª Etapa da Sessão de Fases Tutoriais	34
3.12	3ª Etapa da Sessão de Fases Tutoriais	35
3.13	4ª Etapa da Sessão de Fases Tutoriais	35

3.14	5ª Etapa da Sessão de Fases Tutoriais	36
3.15	6ª Etapa da Sessão de Fases Tutoriais	37
3.16	Fim da Sessão de Fases Tutoriais	37
3.17	Sessão Sobre	38
A.1	Unity - Interface	43
A.2	Unity - Visão de Projeto	44
A.3	Unity - Visão de Hierarquia	45
A.4	Unity - Visão de Inspeção	46
A.5	Unity - Visão de Cena	47
A.6	Unity - Visão de Jogo	48
A.7	Unity - Menu Topo	48
A.8	Unity - Console	49
A.9	Unity - Loja de Componentes	50
A.10	Unity - Animação	51
A.11	Unity - Animador	51

Lista de Tabelas

2.1	<i>Stakeholders</i> típicos no desenvolvimento de jogos. Adaptado de (NOVAK, 2010)	8
2.2	Características dos Trabalhos Relacionados	25

Lista de Abreviaturas e Siglas

AS - Aprendizagem Significativa
EM&I - Educação Matemática & Informática
ICMC - Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação
IDEB - Índice de Desenvolvimento da Educação Básica
MDE - Mecânica, Dinâmica e Estética
PISA - Programme for International Student Assessment
RPG - Role-playing game
SD - Sequência Didática
UEPS - Unidade de Ensino Potencialmente Significativa
Unioeste - Universidade Estadual do Oeste do Paraná
USP - Universidade de São Paulo

Sumário

Lista de Figuras	vi
Lista de Tabelas	viii
Lista de Abreviaturas e Siglas	ix
Sumário	x
Resumo	xii
1 Introdução	1
1.1 Objetivo	3
1.2 Metodologia	3
1.3 Estrutura do Texto	4
2 Conceitos e Trabalhos Relacionados	5
2.1 Jogos Educacionais	5
2.2 Desenvolvimento de Jogos	6
2.3 MDE - Mecânica, Dinâmica e Estética	9
2.4 Aprendizagem Significativa	11
2.5 Unidades de Ensino Potencialmente Significativas	13
2.6 Frações	14
2.7 UEPS sobre Frações do grupo EM&I	16
2.8 Trabalhos Relacionados	18
2.8.1 Dividindo a Pizza	19
2.8.2 Frações do Professor Sagaz	20
2.8.3 Alien Math Equivalent Fractions	21
2.8.4 Jogo das Frações Equivalentes	22
2.8.5 Math Fraction	23

3	Protótipo	26
3.1	Conceito	26
3.2	Protótipo	27
4	Considerações Finais	39
4.1	Trabalhos Futuros	40
A	Tecnologias	42
A.1	Unity	42
A.1.1	Interface	43
	Referências	52

Resumo

Estudos no âmbito do ensino e da aprendizagem de frações estão sendo realizados pelo grupo Educação Matemática & Informática da Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Este grupo desenvolveu uma Sequência Didática (SD) nessa temática, fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa e na Metodologia de Resolução de Problemas. A SD é composta por 14 aulas, voltada para educandos do 6º ano do Ensino Fundamental. Dentre as atividades que a compõem, estão os jogos educacionais. É neste contexto que se insere o presente trabalho cujo objetivo principal foi o de desenvolver um protótipo de um jogo computacional do tipo lógico-quebra-cabeça, inicialmente abrangendo o tópico de Frações Equivalentes. O protótipo, criado em Unity, apresenta um tutorial composto por 6 fases e é permitido ao professor criar novas fases customizadas via arquivo de texto para atender especificamente a necessidade de cada turma.

Palavras-chave: Jogo Educacional; Frações; *Framework* Mecânica Dinâmica e Estética; Unity; Aprendizagem Significativa; Sequência Didática.

Capítulo 1

Introdução

O modelo exclusivamente tradicional de ensino, aquele em que os alunos desenvolvem atividades propostas pelo professor, que adota uma postura de detentor do conhecimento, apresentando os conteúdos de forma sequencial, com definição, exemplo e exercício, embora ainda muito presente, precisa ser superado (RESENDE; MESQUITA, 2013). Essa necessidade decorre de diversos fatores, dentre eles, os relatados na literatura quanto às dificuldades de aprendizagem escolar, a falta de interesse por parte de alunos, as dificuldades metodológicas por parte de professores, dentre outros, culminando com lacunas na aprendizagem, refletidas nos baixos índices alcançado pelo Brasil em programas de avaliação, a exemplo do Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) e do Programme for International Student Assessment (PISA).

Adquirir conhecimento é um processo complexo, que por vezes, pode tornar-se uma barreira para os aprendizes. Não basta apenas que o indivíduo aprenda, há também a necessidade de que mantenha este conhecimento e seja capaz de utilizá-lo adequadamente (FRAGA; GONÇALVES, 2017). E não basta apenas que o professor ensine, é preciso que ele esteja atento para as diversas maneiras por meio das quais pode contribuir para que os alunos efetivamente aprendam. Neste sentido, há teorias que buscam explicar como os alunos aprendem, a exemplo da Teoria da Aprendizagem Significativa (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980).

Sinteticamente, a teoria da Aprendizagem Significativa apregoa que novas concepções interagem de maneira não literal e não arbitrária com as concepções que o aprendiz já adquiriu, o que significa que essa interação deve ocorrer com algum conhecimento relevante já existente em sua estrutura cognitiva. Este conhecimento relevante à nova aprendizagem permite dar significado a um novo conhecimento que lhe é apresentado ou por ele descoberto (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980).

Neste sentido, um dos encaminhamentos metodológicos ao ensino objetivando efetivar concepções da teoria da Aprendizagem Significativa (AS) na escola é aquele decorrente da adequada utilização Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS). As UEPS são roteiros de aula fundamentados teoricamente na AS de David Ausubel (MOREIRA, 2011). Trata-se de um conjunto de atividades organizadas cujo objetivo principal é a concretização de certos objetivos educacionais com o envolvimento do educador e dos educandos.

Neste contexto é que se insere o trabalho desenvolvido por integrantes do grupo denominado Educação Matemática e Informática (EM&I), vinculado à Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste) do campus de Cascavel. A contribuição mais efetiva a que esse grupo se propõe é a elaboração e disponibilização de material didático e metodológico, voltado ao público discente e docente, tendo a Matemática como disciplina base. O grupo EM&I desenvolveu uma UEPS voltada ao ensino e à aprendizagem de frações, com a abordagem de Resolução de Problemas (ONUCHIC, 1999). Nela estão também previstas atividades em que os alunos utilizam o computador, e dentre elas, estão alguns jogos educacionais.

Os jogos educacionais, também conhecido como *serious game*, podem ser definidos como toda aplicação que puder ser utilizada para algum objetivo educacional ou esteja pedagogicamente embasada. Eles podem ser utilizados para auxiliar no aprendizado de diversos conteúdos, inclusive os de difícil assimilação (TAROUCO et al., 2004) como Frações (LIMA; Sá, 2012).

Há um grande número de pesquisas e observações informais que apresentam e discutem as dificuldades que as pessoas, não apenas alunos da educação básica, apresentam em operar com frações (MOREIRA, 2010) (LIMA; Sá, 2012). Acredita-se que essas dificuldades decorrem da maneira como os alunos aprendem esse conteúdo na escola. Isso justifica a opção e a pertinência de desenvolver materiais que auxiliem professores no ensino desse conceito, de forma a contribuir para que a aprendizagem seja significativa.

Assim, este trabalho propõe uma contribuição às discussões no âmbito dessa problemática e mais particularmente no âmbito da UEPS desenvolvida pelo grupo EM&I, por meio da criação de um protótipo de um *serious game* sobre frações, voltado a alunos do 6º ano do Ensino Fundamental.

1.1 Objetivo

Este trabalho teve como objetivo realizar o desenvolvimento de um protótipo de um *serious game* do tipo lógico-quebra-cabeça que, quando completamente concluído, fará parte da UEPS para o ensino e a aprendizagem de frações proposta pelo grupo EM&I da Unioeste. Ele pretende ser um protótipo funcional que permite a proposição de atividades por parte do professor, cuja continuidade e adaptabilidade foram previamente consideradas.

1.2 Metodologia

Para atingir o objetivo proposto, assumiu-se o referencial teórico adotado pelo grupo EM&I, ou seja, teoria da Aprendizagem Significativa para fundamentar a UEPS, conduzida através da Resolução de Problemas. Note-se que, essa opção teórica requereu, para este trabalho, um estudo pormenorizado, objetivando compreender que características o protótipo deveria contemplar visando sua inserção na UEPS, inicialmente contemplando aspectos de frações equivalentes. E para o desenvolvimento do protótipo do jogo, objeto deste trabalho, fez-se necessário utilizar metodologia específica, mais especificamente o framework MDE proposto por (HUNICKE; LEBLANC; ZUBEK, 2004), apresentado no próximo capítulo. Esta opção se deu devido ao fato de que o framework proporciona um bom direcionamento ao se iniciar a etapa conceitual do desenvolvimento de um jogo.

Para além disso, fez-se necessário a execução de uma revisão bibliográfica detalhada sobre jogos educacionais sobre frações, bem como um estudo amplo sobre o Unity (Unity, 2017), software selecionado para a implementação do protótipo. A opção pelo Unity se justifica, pois é uma ferramenta gratuita, que tem material didático disponível, com componentes desenvolvidos pela comunidade que podem ser utilizados gratuitamente. Essa ferramenta atualmente está em evidência no cenário de desenvolvimento de jogos, por conta de sua versatilidade, que lhe permite desenvolver desde jogos mais robustos até jogos mais simples e exportá-los para várias plataformas.

Os personagens, o layout do jogo e sua mecânica foram propostos e implementados. Para isso, houve uma atenção especial objetivando articular os conceitos teóricos sobre frações com as concepções lúdicas definidas para o protótipo. Ou seja, foi necessário especificar, definir e

implementar um mecanismo para o jogo que contemplasse conceitos de frações e requeresse que o usuário tivesse conhecimento prévio sobre esse tema para, além de compreender cada desafio proposto, resolvê-lo adequada e divertidamente.

1.3 Estrutura do Texto

Nesta Seção é apresentado a estrutura deste documento. No Capítulo 2 é apresentado alguns conceitos necessários para a idealização e construção do protótipo, como desenvolvimento de jogos e Aprendizagem Significativa. Também relaciona alguns jogos educacionais voltados ao ensino de frações. O Capítulo 3 apresenta o resultado da construção do protótipo, como telas do jogo, a fase tutorial e o arquivo de texto para customização de fases pelo professor. O Capítulo 4 finaliza o texto relatando a visão geral do projeto e indicando possíveis trabalhos futuros.

Capítulo 2

Conceitos e Trabalhos Relacionados

Neste capítulo são abordados conceitos e concepções teóricas adotadas para o desenvolvimento do protótipo, produto deste trabalho. Além disso, outros jogos ou projetos semelhantes, que também se voltam para o estudo de frações, foram descritos. Antes, porém, são feitas algumas considerações sobre jogos educacionais.

2.1 Jogos Educacionais

A história mostra que os jogos, desde os tempos mais remotos, sempre estiveram presentes na vida do ser humano. Como a sociedade, os jogos também evoluíram em diversos aspectos, mas tiveram um avanço muito significativo, particularmente com o desenvolvimento tecnológico, e da migração do meio físico para o meio digital (ALBUQUERQUE; FIALHO, 2009).

Um dos primeiros passos para o desenvolvimento de um jogo é a definição do conjunto de regras que o constitui. Para que o jogador possa usufruir da mecânica de um jogo é necessária a aprendizagem deste conjunto de regras (TAROUCO et al., 2004). Jéssica David Dias e colaboradores defendem que o ambiente lúdico proporcionado por um jogo oferece facilitação no processo de aprendizagem e tem boa receptividade por parte do público infantojuvenil, pois sua proposta consegue prender com maior facilidade a atenção deste público (DIAS et al., 2015).

Corroborando com essa concepção, (TAROUCO et al., 2004) também concebem que os jogos podem se mostrar ferramentas eficientes no processo da aprendizagem. Determinados tipos de jogos proporcionam de forma subjetiva o exercício de diversas funções corporais e

cognitivas. Por exemplo, os jogos de ação, podem atuar como coadjuvantes no desenvolvimento psicomotor, na coordenação olho-mão e nos reflexos frente a situações inesperadas. Outro exemplo são os jogos de aventura que podem promover maior percepção de ambientes, possibilitando a vivência de situações não convencionais como desastres ecológicos e outros. Há também os jogos de lógica que proporcionam desafios à mente e ao raciocínio frente a problemáticas específicas que esses jogos preveem. Semelhantemente a eles, há os jogos de estratégia, que além disso, focam na sabedoria e habilidades de construção e administração. Por fim, dentre outras modalidades há o gênero *Role-playing game* (RPG) onde o jogador interpreta um personagem em meio a uma narrativa.

Independentemente do tipo de jogo, do ponto de vista do desenvolvedor, há diversos aspectos a considerar, para além do fato de que um jogo computacional constitui um software e, como tal, segue as recomendações da Engenharia de Software, objetivando gerar um produto de qualidade, que atenda os requisitos especificados e que possibilite sua fácil manutenção e extensibilidade (PRESSMAN, 1995), (SOMMERVILLE, 2003), (SOMMERVILLE; KOTONYA, 1997).

2.2 Desenvolvimento de Jogos

Para Joseph Donald Novak o desenvolvimento de jogos, assim como o desenvolvimento de softwares comerciais, passa por um longo percurso antes de chegar ao produto final. Para ser melhor compreendido, este processo pode ser separado nas seguintes etapas, conforme ilustrado na Figura 2.1.

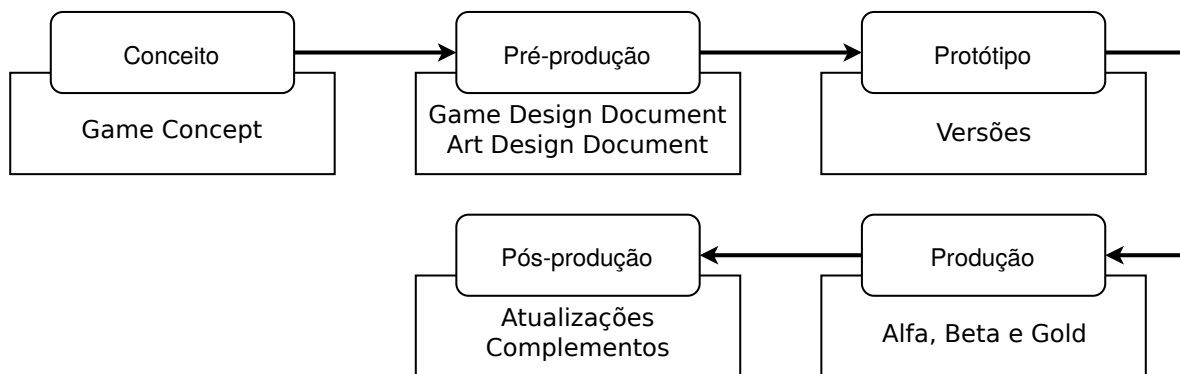


Figura 2.1: Síntese sobre os principais processos quanto ao desenvolvimento de jogos

A etapa de Conceito é aquela em que se define a ideia do jogo e se produz o *Game Concept*, em que se explana as ideias iniciais do que será o jogo. Caso este seja aprovado pela equipe, inicia-se a etapa de Pré-Produção, onde faz-se o planejamento do jogo e são produzidos o *Art Design Document* e o *Game Design Document*. São estes documentos que descrevem o jogo em sua vertente artística e sua estrutura, respectivamente. Uma vez definidas estas documentações passa-se para a etapa de Protótipo, momento em que é implementada uma versão simplificada do jogo para avaliar se ele cumpre com o proposto e se atende às expectativas definidas pela equipe.

Uma vez considerado satisfatório e adequado o protótipo, inicia-se a etapa de Produção. Ela é a etapa mais extensa, onde implementa-se de fato todo o jogo, desde animação à música, produzindo um produto que entrará na fase *Alfa*. A fase *Alfa* é aquela cuja mecânica e interfaces já estão implementadas e o produto é utilizável. Porém, algumas decisões artísticas e de jogabilidade podem ainda ser melhor definidas e ajustadas, fazendo com que o jogo passe por mudanças. Quando estes requisitos estão definidos, o jogo chega em sua fase *Beta*. Nesta fase, ele já se assemelha à sua versão final em quase tudo, precisando passar somente por testes de qualidade, que se bem sucedidos, levam o jogo à sua etapa *Gold*, onde tudo já se encontra pronto e aprovado. A última etapa deste desenvolvimento é a Pós-Produção, onde são produzidas atualizações e conteúdos extras (NOVAK, 2010).

Além de dividido em diversas partes, como já mencionado, o processo de desenvolvimento de jogos também requer vários tipos de profissionais, também denominados *stakeholders*, para que o produto final se concretize (NOVAK, 2010). A Tabela 2.1 sintetiza esses personagens que

são melhor descritos a seguir.

Tabela 2.1: *Stakeholders* típicos no desenvolvimento de jogos. Adaptado de (NOVAK, 2010)

Stakeholder	Função no desenvolvimento de jogos
Programador	Geração de código fonte
Artista	Produção da arte/estética
Designer	Definição de regras e mecânicas
Produtor	Supervisão geral
Testador	Testes
Compositor	Definição da trilha sonora
Sound Designer	Sonorização
Redator	Definição da narrativa

O Programador implementa toda a funcionalidade do jogo, sendo ele o responsável pela geração de seu código fonte, onde é necessário se ater a questões como física, inteligência artificial, sistema de controle e custo de processamento.

O Artista é responsável pela parte estética do jogo, como serão as aparências dos personagens, o estilo visual dos ambientes em que o jogador estará inserido e a forma dos objetos, são algumas das decisões que este profissional fará em sua participação no desenvolvimento.

O *Designer* tem como meta principal definir como serão as regras, a mecânica e a composição dos níveis do jogo, sendo ele o profissional que definirá como de fato o jogo será jogado.

O Produtor é responsável pela parte de supervisão do processo de desenvolvimento do jogo. Ele é a pessoa encarregada de definir prazos, alocar profissionais para as diferentes equipes de desenvolvimento, contratar pessoal e atuar como interlocutor entre os envolvidos, considerando desde os distribuidores e à gerência.

O Testador é o responsável por garantir a qualidade do jogo, de maneira que deve identificar possíveis erros e fornecer *feedback* em questões como diversão, usabilidade e portabilidade.

O Compositor é o responsável por compor a trilha sonora do jogo, transmitindo o sentimento e a atmosfera requerida e adequada, e também preocupa-se com detalhes técnicos como posicionamento das fontes de áudio e em qual momento estas devem ser ativadas.

O *Sound Designer* é responsável pela sonorização do jogo. Ele deve atribuir os sons nos ambientes e ações. Por exemplo, um soco deve emitir um som de impacto; uma guitarra ao ter suas cordas dedilhadas deve emitir um som de notas musicais produzidas pelo instrumento, entre outros.

O Redator é responsável por criar a narrativa do jogo. Ele deve roteirizar e criar todos os textos e história pertinentes ao jogo (NOVAK, 2010).

Portanto, os profissionais citados são aqueles envolvidos diretamente na produção de um jogo, porém dependendo de sua complexidade, um jogo pode envolver outros tipos de profissionais e especialistas para ser produzido (ROGERS, 2014). Existem ainda os casos em que somente um profissional desempenha todas as funções dentro do desenvolvimento, sendo estes mais comuns em projetos de baixo orçamento. E visando objetivar tecnicamente os processos de desenvolvimento, uma das abordagens é dividir suas características em Mecânica, Dinâmica e Estética.

2.3 MDE - Mecânica, Dinâmica e Estética

O *framework* MDE é uma abordagem formal ao design de jogos proposta por Hunicke, LeBlanc e Zubek (HUNICKE; LEBLANC; ZUBEK, 2004) que procura conceber uma estrutura para os jogos, auxiliando assim a diminuir o espaço existente entre o desenvolvimento de jogos e o desenvolvimento de programas. De acordo com (HUNICKE; LEBLANC; ZUBEK, 2004) a diferença entre os jogos e os softwares em geral, consiste na existência do fator diversão, ou seja, jogos servem a um propósito mais emocional (despertar emoções no usuário), do que pragmático no caso do software comercial. Conforme essa caracterização, o desenvolvimento de ambos parece ser algo com o direcionamento extremamente diferente, porém é possível que se tenha uma ótica que aproxime esses processos, ótica esta apresentada pelo *framework* MDE.

Pode-se observar a execução de jogos como softwares se iniciando com a existência de um código, seguindo para o processamento do mesmo e obtendo assim a satisfação de requisitos do usuário. Traçando um paralelo entre softwares e jogos em geral, o processo inicia-se com a definição de regras, que serão aplicadas em uma sessão do jogo, que irá atender ao requisito do usuário em questão: diversão. Consegue-se então juntar essas duas linhas de processo em três estruturas: a Mecânica, que consiste no conjunto de regras e conceitos que especificam formalmente o jogo como sistema; a Dinâmica, que é o comportamento do jogo em tempo de execução; e Estética, que é a emoção que deseja se causar com a dinâmica (HUNICKE; LEBLANC; ZUBEK, 2004).

O desenvolvedor de jogos, em seu planejamento, precisa percorrer o caminho inverso ao

que será realizado na produção, ou seja, ele deve definir qual tipo de diversão se pretende viabilizar para o jogador (Estética), depois em como fornecerá essa diversão (Dinâmica) e por último, especificar quais mecânicas serão utilizadas para sustentar a Dinâmica almejada (Mecânica) (HUNICKE; LEBLANC; ZUBEK, 2004).

Hunicke, LeBlanc e Zubek separam a diversão em oito tipos distintos: a diversão por Sensação, que é obtida quando o jogo induz uma sensação prazerosa no jogador; A diversão por Fantasia, alcançada quando o jogo é crível no ambiente em que retrata; A diversão por Narrativa, que ocorre quando o jogo consegue engajar o usuário em sua narrativa; A diversão por Desafio, onde o jogador sente que o jogo é desafiador tal qual um percurso de obstáculos; A diversão por Comunhão, onde o jogo possui um aspecto social; A diversão por Descoberta, onde o jogador iguala o jogo à um território inexplorado; A diversão por Expressão, obtida quando o jogo consegue transmitir uma jornada de auto-descoberta em que o jogador consegue de fato se expressar por meio dele; E por fim a diversão por Submissão, onde o jogador vê o jogo como um passatempo. Um jogo pode transmitir um ou mais tipos de diversão, como por exemplo, um jogo de charadas pode ser divertido no aspecto Social (Diversão por Comunhão), no aspecto expressivo (Diversão por Expressão) e no aspecto desafiador (Diversão por Desafio) (HUNICKE; LEBLANC; ZUBEK, 2004).

Ainda objetivando compreender melhor as características de um software do tipo jogo, uma maneira formal de assimilar sua Dinâmica é através de uma máquina de estados (Figura 2.2). Uma máquina de estados é um modelo de comportamento composto por estados e transições que busca ilustrar determinado processo. Nessa concepção, os jogadores entram com seus *inputs*, que são processados pelo conjunto de regras, juntamente com o estado atual da sessão, o resultado é então convertido para um *output* de forma gráfica e sonora que é recebido pelo usuário e em uma troca de estado da sessão atual do jogo.

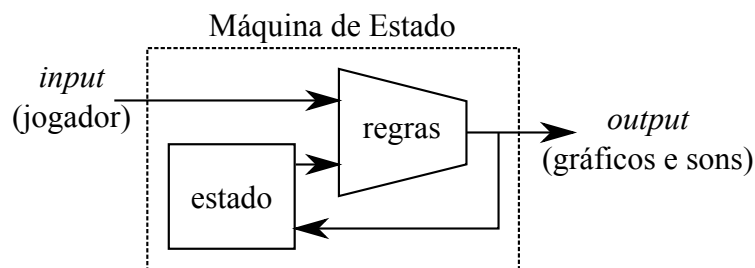


Figura 2.2: Máquina de Estados - Dinâmica
Adaptado de (HUNICKE; LEBLANC; ZUBEK, 2004)

Existe um vasto número de mecânicas comuns à jogos em geral. Por exemplo, em um jogo de cartas é necessário embaralhar o baralho para iniciar o jogo. Depois, retira-se um determinado número de cartas e em alguns casos, os jogadores fazem apostas considerando as cartas de que dispõem. Essas ações de embaralhar, sacar, apostar, são algumas das mecânicas que estão presentes na maioria dos jogos de cartas. Ainda neste contexto, também é comum encontrar mecânicas como munição, *spawnpoints* (pontos em que o jogador surge no mapa), e uma barra saúde em jogos de tiro. A definição desses elementos é essencial para que se crie a Dinâmica esperada no jogo em desenvolvimento (HUNICKE; LEBLANC; ZUBEK, 2004).

No âmbito deste trabalho, para além dessas concepções de desenvolvimento de jogos, cabe dizer que o protótipo desenvolvido, por estar inserido no contexto de uma Sequência Didática sobre Frações, as questões teóricas à ela pertinentes precisaram ser consideradas, ainda que indiretamente. Sendo assim, um estudo foi realizado particularmente quanto à Teoria da Aprendizagem Significativa e Sequências Didáticas Potencialmente Significativas, que são apresentadas a seguir.

2.4 Aprendizagem Significativa

Um conceito central da Teoria da Aprendizagem Significativa é que a aprendizagem ocorre quando uma nova informação se ancora a conceitos já existentes na estrutura cognitiva do indivíduo, ou seja, a aprendizagem passa a ser Significativa quando há interação entre o novo conteúdo e um já aprendido (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980).

Na Aprendizagem significativa, as ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva, e não arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Nesta interação os novos conhe-

cimentos adquirem significado ou os conhecimentos já existentes adquirem novos significados ou ainda, maior estabilidade cognitiva. Este conhecimento prévio é denominado subsunçor ou ideia-âncora e é considerado por Ausubel como a variável isolada mais importante para a aprendizagem significativa (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980).

O subsunçor, embora considerado a variável isolada mais importante, não necessariamente é uma variável facilitadora para a aprendizagem significativa, podendo, em alguns casos, ser até mesmo uma variável bloqueadora. Ele é um conhecimento dinâmico, ou seja, sua clareza, estabilidade cognitiva, abrangência e diferenciação pode variar ao longo do tempo, ao longo das aprendizagens significativas do indivíduo. Ele pode evoluir ou até envolver caso não haja utilização ou relação estabelecida com ele, fazendo assim com que o mesmo sofra uma assimilação obliteradora, ou seja, sofra perda de sua discriminabilidade, entendida como a capacidade de diferenciação de seu significado em relação aos demais, mas não uma perda de significado (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980).

A estrutura cognitiva composta por um conjunto de subsunçores inter relacionados e hierarquicamente organizados também é uma estrutura dinâmica que é caracterizada por dois processos principais: a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora. A diferenciação progressiva é o processo de atribuição de novos significados a um dado subsunçor (um conceito ou uma proposição, por exemplo) resultante da sucessiva utilização desse subsunçor para dar significado a novos conhecimentos. Já a reconciliação integradora é o processo da dinâmica da estrutura cognitiva, simultâneo ao da diferenciação progressiva, que consiste em eliminar diferenças aparentes, resolver inconsistências, integrar significados, fazer superordenações. Ainda deste contexto, a aprendizagem pode ser também receptiva, em que o sujeito recebe o conteúdo e depois efetua relações; e a aprendizagem por descoberta, situação em que o sujeito “descobre” o conhecimento e depois o consolida (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980).

Por outro lado a aprendizagem mecânica, também chamada de aprendizagem memorística, é aquela em que o novo conhecimento não interage necessariamente com conhecimentos prévios relevantes. Um exemplo clássico é aquele em que o professor apresenta um dado conteúdo ao aluno e ele simplesmente o memoriza, geralmente objetivando superar determinada necessidade, como a realização de uma avaliação. Cabe dizer que mesmo a aprendizagem mecânica tem sua importância visto que há a possibilidade de uma aprendizagem, a princípio

mecânica, vir a adquirir um significado de modo a se tornar significativa (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980). E neste contexto, três fatores são fundamentais: a identificação de conhecimentos prévios e relevantes na estrutura cognitiva do aprendiz, sua pré-disposição a aprender, e a existência de materiais didáticos potencialmente significativos.

Assim, considerando que o principal fator que influencia a AS é a existência de conhecimentos prévios relevantes na estrutura cognitiva do aprendiz e sua articulação como o novo conhecimento, e se o que se pretende é promover a AS, cabe ao professor propor situações que permitam identificar tais conhecimentos prévios. Feita essa identificação, cabe ainda ao professor a realização ações que contribuam para que os alunos efetivamente os relacionem os novos conhecimentos aos já adquiridos. Deve também considerar o interesse do aprendiz, ou seja, sua pré-disposição em aprender. Portanto, neste sentido, mais uma vez o professor exerce papel fundamental, organizando, desafiando, motivando e oportunizando diferentes situações de aprendizagem para que o esteja motivado para aprender (MOREIRA, 2012).

Por fim, o outro importante fator que influencia fortemente a AS é o material utilizado para o ensino. Ele deve estar organizado visando suscitar a AS e uma das abordagens para tal é através da confecção de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) (MOREIRA, 2012).

2.5 Unidades de Ensino Potencialmente Significativas

As Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) são uma proposta feita por (MOREIRA, 2011) para auxiliar na execução de ações visando a Aprendizagem Significativa dos partícipes. É um dos caminhos que visam mudar a abordagem padrão do processo de ensino e aprendizagem atual, que se baseia na exposição de conteúdos pelo professor e na aprendizagem mecânica por parte do aluno. Para elaborar uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (MOREIRA, 2011) propõe os seguintes passos:

1. Definir um tema que será adotado pela unidade, sendo este algum conteúdo que se interessa repassar ao aluno;
2. Expor o conhecimento prévio do aluno acerca do tema, realizando isso através de alguma dinâmica;

3. Propor uma situação problema inicial, utilizando do conceito de organizador prévio para iniciar a exposição do tema;
4. Apresentar o conhecimento a ser aprendido, explicando seus pormenores e assim promovendo a diferenciação progressiva;
5. Reforçar o conteúdo exposto através de exemplos e/ou dinâmicas de grupo;
6. Retomar a apresentação do conhecimento para sanar eventuais dúvidas remanescentes e tentar suprir as falhas identificadas na etapa anterior;
7. E por fim, avaliar se a unidade obteve êxito, se forem identificadas evidências de aprendizagem significativa a unidade cumpriu com seu propósito, caso contrário a unidade passa por melhorias e é posta novamente em ciclo de construção.

Neste contexto, o jogo resultante do protótipo desenvolvido no presente trabalho fará parte da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa sobre frações proposta pelo grupo Educação Matemática e Informática (EM&I) da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, campus de Cascavel. Por este motivo, são feitas algumas considerações sobre este tema.

2.6 Frações

Historicamente, o surgimento das frações datam do Egito antigo (cerca de 3000 a.C.). Sua concepção foi necessária devido a um problema identificado pelos matemáticos da época ao marcarem suas terras para delimitação. Inicialmente, as marcações eram feitas através de sulcos, porém ao chegar a época de enchentes, o rio passava de seu limite, inundando as terras e, conseqüentemente, as marcações. Para resolver este problema, inicialmente os matemáticos utilizaram cordas para demarcarem territórios, mas notaram que muitos terrenos não podiam ser representados completamente delimitados desta forma, nem tampouco somente representando-os por números inteiros. A partir disto, os geômetras começaram a utilizar números fracionários. Sua origem semântica vem do latim *fractus* que significa “partido” (GOUVEIA, 2018).

Conceitualmente, uma fração indica a relação entre dois inteiros, a e b , sendo ela escrita utilizando a usual notação simbólica, $\frac{a}{b}$. Serve para indicar uma parte de um todo ou uma grandeza fracionada que não pode ser expressa por um número inteiro. Tradicionalmente, seu

estudo engloba os seguintes tópicos: Leitura de frações, Frações equivalentes, Comparação de frações, Simplificação de frações, Adição e subtração de frações, Multiplicação de número natural por fração, Multiplicação de fração por fração, Frações próprias e impróprias, Números na forma mista e Porcentagem.

Para seu aprendizado, de modo geral, são necessários os seguintes conhecimentos prévios:

1. Parte-todo: a partição de um objeto em n partes iguais em que cada parte poderá ser representada com $\frac{1}{n}$;
2. Divisão: Situações associadas à partição, em que o quociente representa o tamanho de cada grupo e quando se conhece o número de grupos a serem formados;
3. Razão: o número racional é usado como razão, ou seja, como um índice comparativo entre duas quantidades. É o caso de situações como aquelas em que se diz que 2 em cada 5 habitantes de uma cidade são japoneses e se conclui que $\frac{2}{5}$ da população é japonesa.
4. A compreensão de que a quantidade é medida pela relação entre duas variáveis, a exemplo da situação em que para fazer certa quantidade de suco são necessários 2 pacotes de polpa de laranja para 5 medidas de água envolvem a comparação de grandezas e, portanto, é necessário estabelecer um termo de comparação único para as grandezas de mesma espécie.
5. A compreensão de outras situações que envolvem probabilidades, escalas de mapas, exploração de porcentagens;
6. Operador: este significado está associado a um papel de transformação, isto é, uma ação que se deve imprimir sobre um número transformando o seu valor nesse processo (quantidades discretas) ou ainda, a noção de ampliação e redução (quantidades contínuas);
Coordenada linear: a noção envolvida nesse significado é a da notação $\frac{a}{b}$, expressando o número na reta numérica, ou ainda, a sua representação na notação (RIZZI et al., 2018).

Portanto, note-se que frações no contexto de aprendizagem na matemática é de extrema importância, pois é utilizada com muita frequência no dia a dia do indivíduo. No entanto, mesmo tendo este grau de importância, não há muitas iniciativas, nem tampouco materiais que utilizam

de novas tecnologias que possam fazer parte do processo de seu ensino e aprendizagem escolar. Este tem sido o desafio e a justificativa do trabalho que vem sendo realizado pelo grupo EM&I. Assim, visando colaborar no contexto da UEPS sobre frações que o grupo desenvolveu, optou-se por idealizar e implementar o protótipo de um jogo, um *serious game* tratando inicialmente sobre frações Equivalentes, mas podendo ser ampliado para abranger todos os tópicos contemplados na UEPS. Neste sentido, cabe apresentar uma síntese sobre ela.

2.7 UEPS sobre Frações do grupo EM&I

O grupo EM&I desenvolveu uma UEPS para o ensino e a aprendizagem de frações. Esse grupo era constituído por acadêmicos dos cursos de Licenciatura em Matemática e de Ciência da Computação da Unioeste, e alguns professores que atuam nos referidos cursos. Os trabalhos foram realizados no final de 2016, em 2017 e no início de 2018. A UEPS foi aplicada para um grupo de alunos de 6º e 7º anos, por meio do projeto de extensão denominado “Matemática por meio de Resolução de Problemas: um curso para alunos de 6º e 7º anos”, proposto pelo grupo EM&I e executado na Unioeste.

Para a construção da UEPS, além da fundamentação na teoria da Aprendizagem Significativa, empregou-se a metodologia de Resolução de Problemas, proposta por Onuchic e colaboradores (ONUCHIC, 1999). Nessa metodologia, a atividade desenvolvida em sala de aula inicia-se com um problema gerador, ou seja, um problema amplo e de compreensão suficiente para que os alunos consigam resolver, ainda que parcialmente, empregando seus conhecimentos prévios. Quando surgem dificuldades, o professor atua como mediador, questionando e incentivando os alunos objetivando conduzi-los à descoberta de conceitos necessários à resolução do problema.

A UEPS foi organizada em 14 aulas que foram disponibilizadas no site do grupo EM&I ¹ a Figura 2.3 a ilustra.

¹ disponível em <http://www.inf.unioeste.br/ie/layouts/sequencia.html>

Plano de Aula	Síntese da Aula	Material para o educador	Material para o educando Digital
Aula 1	Identificação de Conhecimentos prévios	Cruzadinha para imprimir	Cruzadinha on line Jogo das Frações
Aula 2	Introdução às frações		
Aula 3	Frações e grandezas		
Aula 4	Divisão do todo em partes iguais		
Aula 5	Divisão do todo em partes iguais		
Aula 6	Leitura de Frações		
Aula 7	Comparação de Fração		
Aula 8	Equivalência de Frações		
Aula 9	Simplificação de frações		
Aula 10	Frações Equivalentes – Parte 2		
Aula 11	Adição e Subtração de Frações com denominadores iguais		
Aula 12	Adição de Frações com denominadores diferentes		
Aula 13	Subtração de Frações com denominadores diferentes		
Aula 14	Multiplicação de um número natural por fração e multiplicação de fração por fração		

Figura 2.3: UEPS sobre frações proposta pelo grupo EM&I

Como ilustrado na Figura 2.3, a oitava aula aborda o tema Equivalência de Frações, tema alvo inicial do protótipo elaborado. A Figura 2.4 ilustra o Problema Gerador proposto nesta aula, e sugestões de encaminhamento para o professor em forma de questionamento aos alunos.

Portanto, o protótipo implementado será utilizado como base para integrar outros conteúdos no âmbito das frações. E no momento em que ele for utilizado pelos alunos, estes já terão tido

as aulas devidamente fundamentadas e contextualizadas, considerando, entre outros aspectos, seus conhecimentos prévios, motivação e o material potencialmente significativo.

8.1 Tarefa 1: Problema Gerador

Na terça-feira, a turma dividiu um bolo pequeno em quatro partes e Mateus comprou um dos pedaços. Como gostou muito do bolo, no dia seguinte, resolveu comprar mais dois pedaços. Porém, neste dia a turma dividiu em oito pedaços o bolo de mesmo tamanho do dia anterior. Em qual dia Mateus comeu mais bolo?



Questionar os alunos:

- Como descobrir em qual dia ele comeu mais bolo?
- Podemos representar a quantidade de bolo comprada por Mateus na forma fracionária?
- É possível comparar as frações?
- Os denominadores das frações são iguais ou diferentes?
- Como devemos proceder para comparar frações

Figura 2.4: Problema Gerador da Aula 8 e sugestões ao professor

A concepção do protótipo iniciou a partir de uma revisão bibliográfica sobre o tema, objetivando não apenas identificar os jogos disponíveis nessa temática, mas também verificar seus aspectos relevantes de modo a contribuir para sua definição.

2.8 Trabalhos Relacionados

Por se tratar de um dos fundamentos da Matemática, a temática de frações é abordada por alguns jogos educacionais disponíveis para uso em ambiente escolar. Esta foi a principal motivação para realizar uma pesquisa bibliográfica a respeito. Utilizou-se como critério de inclusão ser um jogo educacional e a disponibilidade para acesso online e/ou artigo publicado. Como critério de exclusão, considerou-se a caracterização do jogo como comercial e não educacional. A título de análise, fez-se uma comparação entre eles, que é apresentada no final desta seção.

Os jogos seleccionados estão detalhados a seguir.

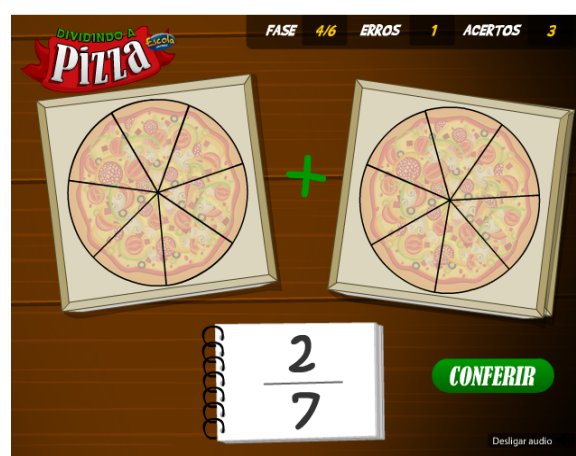
2.8.1 Dividindo a Pizza

O jogo “Dividindo a Pizza”, desenvolvido e disponibilizado pelo portal “Escola Games” no ano de 2012, utiliza da tecnologia Adobe Flash® e tem como público alvo alunos de 9 a 10 anos que cursam o 4º e 5º ano do Ensino Fundamental. Contempla os seguintes tópicos do conteúdo de Frações: Leitura de Frações, Frações Equivalentes, Comparação de Frações, Adição e Subtração de Frações.

Não cita embasamento na Teoria da Aprendizagem Significativa em sua documentação e estabelece um ambiente lúdico através de sua narrativa que aborda a temática colocando o jogador na posição de candidato a uma vaga de entregador de pizzas na pizzeria do “Chefe Agostino”. Para ser contratado, o chefe requer que o candidato tenha conhecimento de frações e o auxilie a separar os pedidos para a entrega. O jogo é composto por três etapas: na primeira o jogador deve anotar as frações equivalentes às porções de pizza apresentadas na tela (Figura 2.5(a)). Na segunda indicar a porção de pizza equivalente à fração mostrada no bloco de pedidos (Figura 2.5(b)) e por último, o jogador deve entregar as pizzas em um determinado período de tempo (Figura 2.6) (Escola Games, 2012).



(a) Primeira Etapa do Jogo Dividindo a Pizza



(b) Segunda Etapa do Jogo Dividindo a Pizza

Figura 2.5: Jogo Dividindo a Pizza



Figura 2.6: Terceira Etapa do Jogo Dividindo a Pizza

2.8.2 Frações do Professor Sagaz

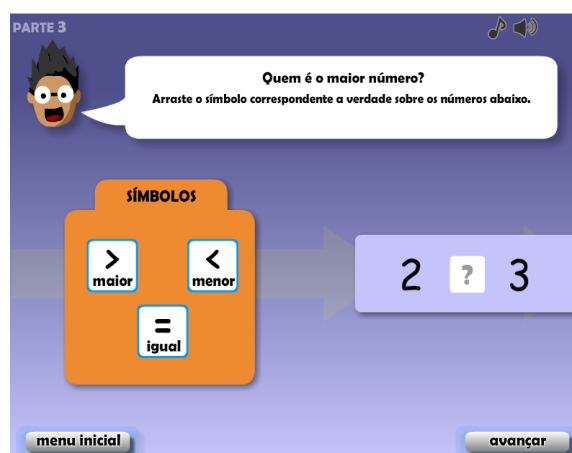
O jogo “Frações do Professor Sagaz” foi desenvolvido em 2013, utilizando-se tecnologia Adobe Flash®, por Tales Borges de Abreu Sampaio, com roteiro de Sérgio Datloso Júnior e orientação das professoras doutoras Ellen Francine Barbosa e Renata Cristina Geromel Meneghetti, integrantes do grupo do Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação (ICMC) – USP. O jogo não cita a faixa etária para o qual foi desenvolvido, é gratuito e utiliza da Teoria da Aprendizagem Significativa como fundamentação teórica. Está disponibilizado no portal do projeto (SAMPAIO et al., 2013) e aborda como tópicos de frações a Representação do Inteiro, Frações Equivalentes e Comparação de Frações.

Ele aborda a temática das frações colocando o jogador na posição de um estudante que deseja praticar os conceitos de frações por meio de uma série de desafios envolvendo o conteúdo, sem a utilização de um ambiente lúdico. Uma vez que o estudante finaliza determinada atividade, ele clica no botão “Avançar” e é redirecionado para a atividade seguinte, e assim se segue até que uma de suas três “Partes”, que aborda um tópico diferente de frações, seja finalizada.

A primeira parte aborda o tópico de Representação do Inteiro (Figura 2.7(a)), a segunda o tópico de Frações Equivalentes (Figura 2.7(b)) e a terceira o tópico de Comparação de Frações (Figura 2.7(c)). Este jogo faz parte de uma coletânea de materiais de aprendizagem desenvolvidos pelo ICMC, todos tendo as frações como tema principal (SAMPAIO et al., 2013).



(a) Primeira Parte do Jogo Frações do Professor Sagaz (b) Segunda Parte do Jogo Frações do Professor Sagaz



(c) Terceira Parte do Jogo Frações do Professor Sagaz

Figura 2.7: Jogo Frações do Professor Sagaz

2.8.3 Alien Math Equivalent Fractions

O jogo “*Alien Math Equivalent Fractions*” desenvolvido pelo Portal MathNook.com, não especifica seu ano de lançamento e utiliza a tecnologia Adobe Flash®. Ele é voltado para crianças de 10 anos ou que cursam o 5º ano do Ensino Fundamental abordando as Frações Equivalentes como tópico do conteúdo sobre Frações. É um jogo gratuito que não explicita em sua documentação a utilização de conceitos de aprendizagem significativa, mas promove um ambiente lúdico colocando o jogador no controle de uma espaçonave que deve coletar as cápsulas de combustível cuja fração é equivalente à apresentada na Figura 2.8. Frações corretas aumentam a quantidade de combustível e frações incorretas gastam o tanque atual. Assim, o jogador deve aplicar seus conhecimentos para evitar que a espaçonave fique sem combustível e

caia (MATHNOOK, s.d.).



Figura 2.8: Uma ilustração do Jogo Alien Math Equivalent Fractions

2.8.4 Jogo das Frações Equivalentes

O jogo “Jogo das Frações Equivalentes” foi desenvolvido em 2015 por equipe do Portal Educação Dinâmica. É direcionado à crianças de 9 e 10 anos que cursam o 4º e 5º ano do Ensino Fundamental, utilizando a tecnologia Adobe Flash®. Ele aborda o tópico de Frações Equivalentes através de um jogo da memória com frações equivalentes. Nele o jogador deve localizar cartas que contenham duas frações equivalentes para que o par de cartas desapareça da mesa. Caso as cartas viradas sejam de valor diferente, o jogador tem a oportunidade de visualizá-las por um tempo para memorizar sua posição e em seguida as cartas são viradas e colocadas na mesa novamente. É um jogo gratuito que não cita o uso de Aprendizagem Significativa, porém promove um ambiente lúdico (Portal Educação Dinâmica, 2015).

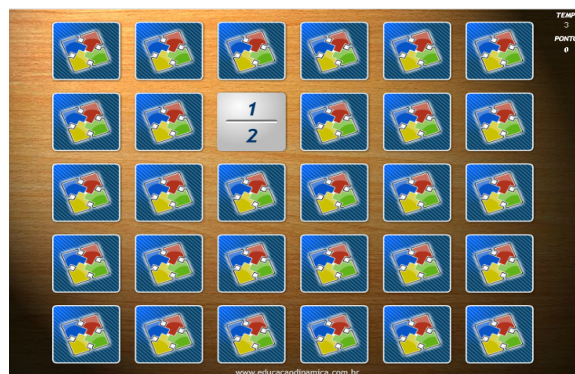


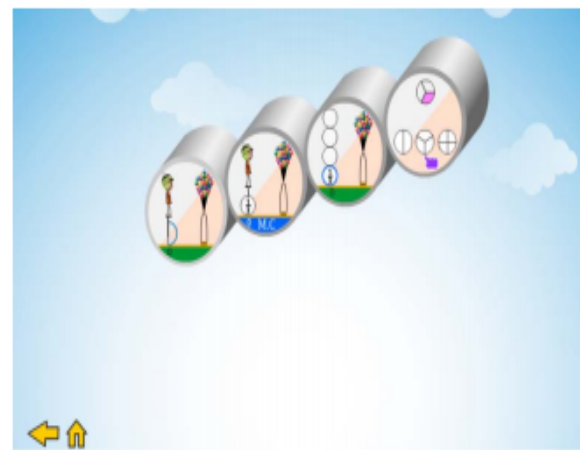
Figura 2.9: Uma ilustração do Jogo das Frações Equivalentes

2.8.5 Math Fraction

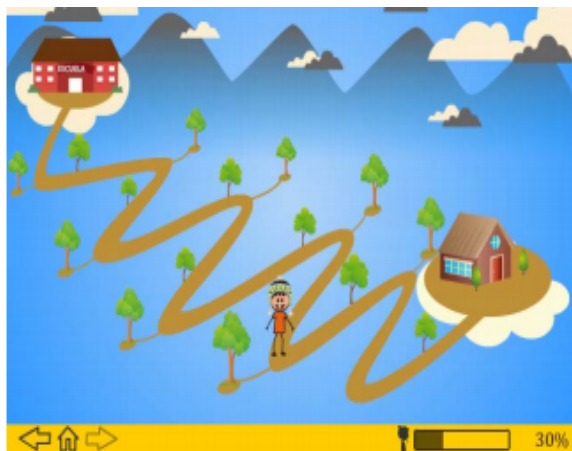
Este jogo foi desenvolvido por um grupo de pesquisa peruano em 2016 e está voltado a crianças do 4º ao 6º ano de escolas de zonas rurais no Peru. É um jogo gratuito que utiliza a tecnologia Adobe Flash®, e promove um ambiente lúdico porém não se fundamenta em Aprendizagem Significativa. Trata-se basicamente de pequenos desafios matemáticos sobre frações, divididos em níveis de dificuldade e fases, que podem ser selecionados pelo usuário, sendo que cada fase abrange um tópico sobre frações. Existe um caminho, que leva do local de partida (casa) ao de chegada (escola), que um personagem percorre progressivamente cada vez que acerta um desafio proposto pela fase, até que todos sejam concluídos permitindo que o personagem chegue à escola (IBARRA et al., 2016).



(a) Math Fraction - Figura 1



(b) Math Fraction - Figura 2



(c) Math Fraction - Figura 3



(d) Math Fraction - Figura 4

Figura 2.10: Ilustrações do jogo Math Fractions

De forma geral, os jogos apresentados nessa sessão abordam alguns tópicos do conteúdo de frações, e apenas um deles indica o uso de Aprendizagem Significativa. Todos os trabalhos relacionados são gratuitos e utilizam a tecnologia Adobe Flash®. A idade do público alvo varia de nove a onze anos, equivalendo do 4º até o 6º ano do ensino fundamental I. A Tabela 2.2 resume as informações sobre os jogos apresentados e, em relação aos conteúdos de frações identificados, foram abreviados para: LF: leitura de frações; FE: frações equivalentes; CF: comparação de frações; AF: adição e subtração de frações; RI: representação de inteiros.

Assim, considerando os trabalhos acima expostos, optou-se por implementar um protótipo para ser empregado como base para abordar o assunto de Frações Equivalentes, por meio de um ambiente lúdico capaz de despertar em seu usuário, o aluno, a pré-disposição de jogá-lo, como

Tabela 2.2: Características dos Trabalhos Relacionados

Título Resumido	Público (Ano)	Tópicos Abordados					Ano	A.S.	Lúdico
		LF	FE	CF	AF	RI			
Dividindo a Pizza	4º e 5º	✓	✓	✓	✓		2012		✓
Prof. Sagaz	-		✓			✓	2013	✓	✓
Alien Math	4ª		✓				-		✓
Frações Equivalentes	4º e 5º		✓				2015		
Math Fraction	6º	✓	✓	✓	✓		2016		✓

sugere a teoria da AS, bem como prender sua atenção, motivando-o a aplicar seus conhecimentos sobre frações na solução dos problemas propostos.

Outra questão relevante diz respeito ao fato de que os jogos citados não informam se viabilizam a possibilidade para um professor configurar os desafios apresentados aos alunos. Portanto, optou-se por adicionar a funcionalidade de personalização de fases no protótipo implementado.

Por fim, cabe destacar que a tecnologia Adobe Flash® é utilizada em todos os trabalhos citados e, mesmo tendo sido pioneira e muito utilizada, hoje está defasada em a comparando à outras tecnologias atualmente utilizadas para o desenvolvimento de jogos. Inclusive a Adobe, sua desenvolvedora, planeja descontinuar seu suporte no ano de 2020 (Adobe Corporate Communications, 2017). Por este e outros motivos, optou-se por utilizar o motor de desenvolvimento de jogos Unity (Unity Technologies, 2018b).

Capítulo 3

Protótipo

Este Capítulo tem como objetivo detalhar como foi o desenvolvimento do protótipo produto deste trabalho. Sendo assim, nas sessões internas será exposto seu processo de conceituação, seus elementos, sessões e seu comportamento em tempo de execução, fazendo ligações com os conceitos expostos no Capítulo 2.

3.1 Conceito

A idealização do Protótipo utilizou de conceitos do *framework* MDE. A primeira abordagem do *framework* MDE é a definição da Estética, que no protótipo consiste na diversão por Narrativa e na diversão por Desafio. Buscou-se promover a diversão por Narrativa através da história, que consiste na ideia de um robô interdimensional que precisa disfarçar-se para explorar os diferentes universos respeitando a Primeira Diretriz. Essa também conhecida como Diretriz de Não Intervenção, diz que ao se explorar um determinado universo, o explorador deve fazê-lo de modo que não interfira na cultura ou nos acontecimentos cronológicos presentes nele.

Para que o personagem principal não interfira no universo explorado, o mesmo conta com uma fórmula própria do local que, uma vez misturada, cria uma poção que transforma o personagem em um de seus habitantes. A diversão por Desafio é proporcionada quando o jogador se sente motivado a resolver os desafios propostos. Este protótipo tem como desafio questões exibidas à cada fase que devem ser resolvidas para que o jogador avance.

O comportamento do jogo em tempo de execução caracteriza sua Dinâmica, a segunda abordagem do *framework* MDE. A Dinâmica escolhida apresentada uma sentença que indica ao jogador como criar a poção resposta utilizando as poções ingredientes da fórmula daquele uni-

verso. A criação da poção que fará o personagem disfarçar-se é alcançada com a escolha correta de ingredientes. A escolha dos ingredientes é resultado da ação de clicar e arrastar, sendo essa a terceira abordagem do *framework* MDE, a Mecânica.

Para implementar o conceito definido na etapa anterior fez-se uso do motor de desenvolvimento de jogos Unity. O Unity vem sendo muito utilizado por desenvolvedores atualmente, por se tratar de uma ferramenta versátil que permite a implementação de jogos grande, médio e pequeno porte. O resultado obtido ao se finalizar a implementação formou o protótipo deste trabalho, apresentado na Sessão 3.2.

3.2 Protótipo

O protótipo desenvolvido é composto por uma tela de informações e duas categorias de fases jogáveis, as fases Customizadas e as fases Tutoriais. A primeira tela do protótipo é o menu principal (Figura 3.1), onde são apresentadas as três sessões do jogo. A primeira sessão acessível é a categoria de fases Customizáveis, que são fases definidas pelo professor em um arquivo de nome “arquivofaseupload” com extensão “.csv”, importadas para o jogo através de uma função interna.



Figura 3.1: Menu Principal

A função de importação do arquivo de fases realiza uma verificação para validar se as fases dispostas em seu interior seguem um padrão aceito. Existem dois padrões aceitos pelo protótipo em seu estado atual: o primeiro padrão (Figura 3.2 letra a) dita que o professor deve apresentar uma fração resposta, separando o numerador do denominador pelo caractere “/”, seguida pelas frações que ele deseja que fiquem disponíveis como frações ingredientes do universo que aquela fase ilustra, separando cada fração por uma vírgula. O número de frações disponíveis como frações ingredientes não pode ser superior à seis, caso no arquivo estejam dispostas um numero maior, todas posteriores a sexta serão ignoradas pela função de importação. É necessário também que dentre as frações ingredientes se encontre no mínimo uma fração equivalente à resposta, caso o protótipo não a identifique, será adicionada ao final da lista, se o número de frações listadas for inferior a seis, e caso o número seja superior, substituirá a última fração listada pela fração equivalente.

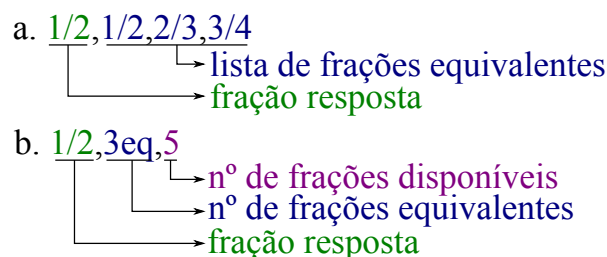


Figura 3.2: padrões aceitos para o arquivo de fases personalizadas

O segundo padrão aceito (Figura 3.2 letra b) exige que seja apresentada uma fração resposta, de maneira similar ao primeiro, seguida de um número de frações equivalentes que devem ser geradas automaticamente pelo protótipo, concatenada com os caracteres “eq” e um número de frações totais que serão geradas automaticamente para servirem de frações ingredientes do universo da fase gerada. Caso o número de frações ingrediente requisitado seja menor que o número de frações equivalentes, o protótipo inverte estes valores, para que o número de frações equivalentes seja menor ou igual ao número de frações disponíveis. Caso o número de frações equivalentes requisitado seja menor que um, o protótipo redefine este valor para um.

Uma vez identificadas as fases pela função de importação, elas são adicionadas a uma fila de fases que serão apresentadas para o jogador quando a opção “Fases Customizadas” for selecionada no menu principal.

A segunda sessão apresentada pelo menu principal é a de fases Tutoriais. As fases Tutoriais são compostas por seis etapas. A primeira etapa apresenta ao jogador os componentes do layout no formato de diálogo, a cada frase do personagem um componente se torna visível para que o jogador o identifique. São apresentados neste diálogo o “Quadro de fórmula”, a “Bolsa de Poções”, o “Caldeirão” e os botões de “Limpar” e “Avaliar”. O Quadro de fórmula (Figura 3.3) tem como função apresentar a fórmula que compõe a solução da fase atual, a Bolsa de Poções (Figura 3.4) apresenta e guarda as Poções que ilustram as frações ingredientes disponíveis, o Caldeirão (Figura 3.5) serve de recipiente para as Poções ingredientes que o jogador deseja avaliar e os botões Limpar e Avaliar (Figura 3.6) servem respectivamente para limpar o Caldeirão, retornando as poções contidas nele de volta para a Bolsa de Poções, e avaliar as poções contidas no Caldeirão para verificar se elas são equivalentes ao conjunto resposta. A questão apresentada pela primeira etapa pede que o jogador misture todas as poções ingrediente com frações equivalentes a $\frac{1}{2}$.



Figura 3.3: Diálogo Personagem Quadro de Fórmula



Figura 3.4: Diálogo Personagem Bolsa de Poções



Figura 3.5: Diálogo Personagem Caldeirão



Figura 3.6: Diálogo Personagem Botões

Existem três possíveis respostas ao se avaliar um conjunto de poções presentes no caldeirão. A primeira resposta possível (Figura 3.7) é dada quando o conjunto avaliado possui uma poção que não está contida no conjunto resposta da fase atual, quando este caso ocorre o personagem emite uma frase indicando que existe alguma coisa errada com o conjunto avaliado, e pedindo para que o jogador tente novamente. Quando o conjunto de poções avaliado não possui nenhum elemento fora do conjunto resposta, porém não compreendeu sua totalidade, o jogador recebe a segunda resposta possível (Figura 3.8), onde o personagem emite uma frase indicando que falta algum ingrediente no conjunto avaliado. Caso o jogador venha a acertar a resposta da fase, ele receberá a terceira resposta possível (Figura 3.9), onde o personagem lhe dirá que o conjunto de ingredientes funcionou.



Figura 3.7: Diálogo Personagem - Resposta Avaliação - Errada



Figura 3.8: Diálogo Personagem - Resposta Avaliação - Faltando



Figura 3.9: Diálogo Personagem - Resposta Avaliação - Correta

Quando o jogador acerta a resposta de uma determinada fase ele é redirecionado a uma tela de transição (Figura 3.10), onde o personagem agradece pela ajuda e pede que o jogador o acompanhe para o próximo universo a ser explorado. A tela de transição é repetida sempre que o jogador finaliza uma fase, com exceção da última.



Figura 3.10: Tela de Transição

A segunda etapa da sessão de fases Tutoriais apresenta seis poções ingredientes disponíveis para o jogador (Figura 3.11). Dentre elas a fase pede que sejam encontradas as que a fração seja equivalente a $\frac{1}{3}$. O conjunto resposta das etapas da sessão de fases Tutoriais são gerados aleatoriamente pelo protótipo. A primeira etapa possui também um número de poções ingredientes gerados aleatoriamente, fazendo com que cada vez que o jogador experimente esta sessão, ele obtenha uma experiência diferente.



Figura 3.11: 2ª Etapa da Sessão de Fases Tutoriais

Analogamente à segunda etapa, a terceira etapa da sessão de fases Tutoriais também apresenta para o usuário seis opções de poções ingredientes e pede para que ele encontre dentre elas quais são as que possuem frações equivalentes a $\frac{1}{4}$ (Figura 3.12). O desafio permanece similar na quarta etapa (Figura 3.13), onde um mesmo número de opções ingredientes é apresentado ao jogador, porém desta vez pede-se que ele ache as frações que sejam equivalentes a $\frac{1}{5}$.



Figura 3.12: 3ª Etapa da Sessão de Fases Tutoriais



Figura 3.13: 4ª Etapa da Sessão de Fases Tutoriais

O desafio proposto pela quinta etapa (Figura 3.14) se mostra um pouco mais complexo do que das demais. O jogador é levado a crer pela fala do personagem que este consiste no último universo que será explorado por eles. Para vencê-lo é preciso identificar quais das poções

ingredientes possuem valor equivalente à $\frac{4}{13}$. Finalizada essa etapa o jogador é levado para a última etapa da sessão fases Tutoriais.



Figura 3.14: 5ª Etapa da Sessão de Fases Tutoriais

Na última etapa (Figura 3.15) o jogador descobre que o personagem estava brincando com ele e que este é de fato o verdadeiro último universo disponível naquela sessão. Essa etapa utiliza também de conceitos de soma de frações, pois pede que o jogador identifique quais dentre as poções ingredientes possuem o valor equivalente à resposta da soma entre $\frac{1}{4}$ e $\frac{1}{4}$. Uma vez resolvido o desafio o jogador finaliza a sessão de fases Tutoriais e é apresentado a “Tela de Congratulações” onde recebe os parabéns por ter vencido o jogo e é convidado a jogá-lo novamente (Figura 3.16).



Figura 3.15: 6ª Etapa da Sessão de Fases Tutoriais

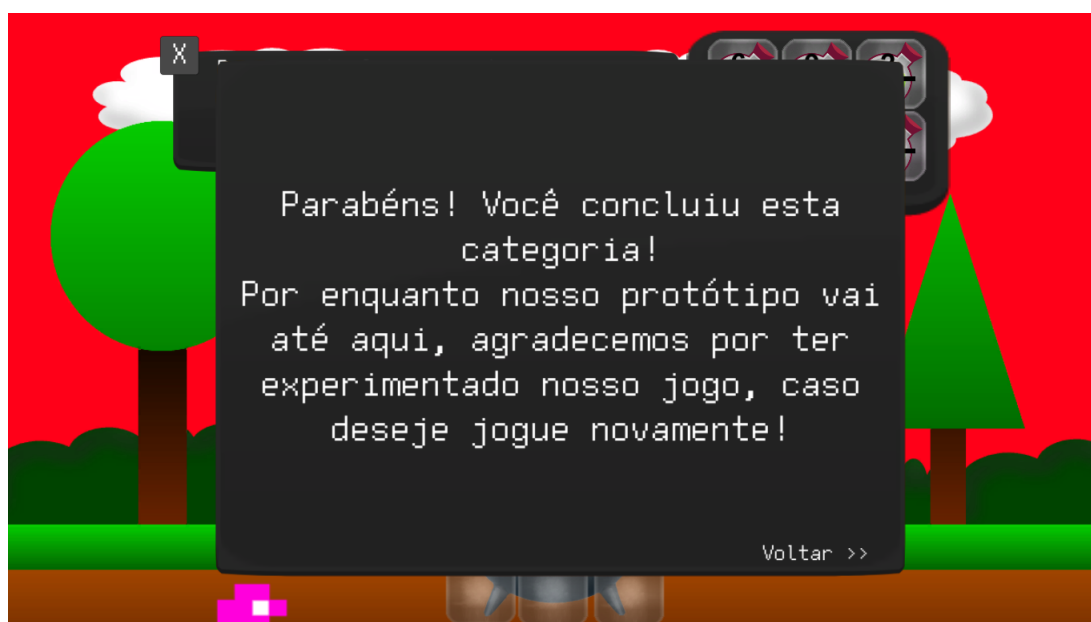


Figura 3.16: Fim da Sessão de Fases Tutoriais

A terceira e última sessão acessível pelo menu principal tem por objetivo mostrar algumas informações do protótipo em questão (Figura 3.17). Trata-se da sessão “Sobre”, onde ao se clicar na opção dentro do menu principal, o jogador é apresentado a uma tela onde estão descritas

informações como: o nome do desenvolvedor, objetivo do protótipo, orientadores do trabalho e instituição originária do projeto.

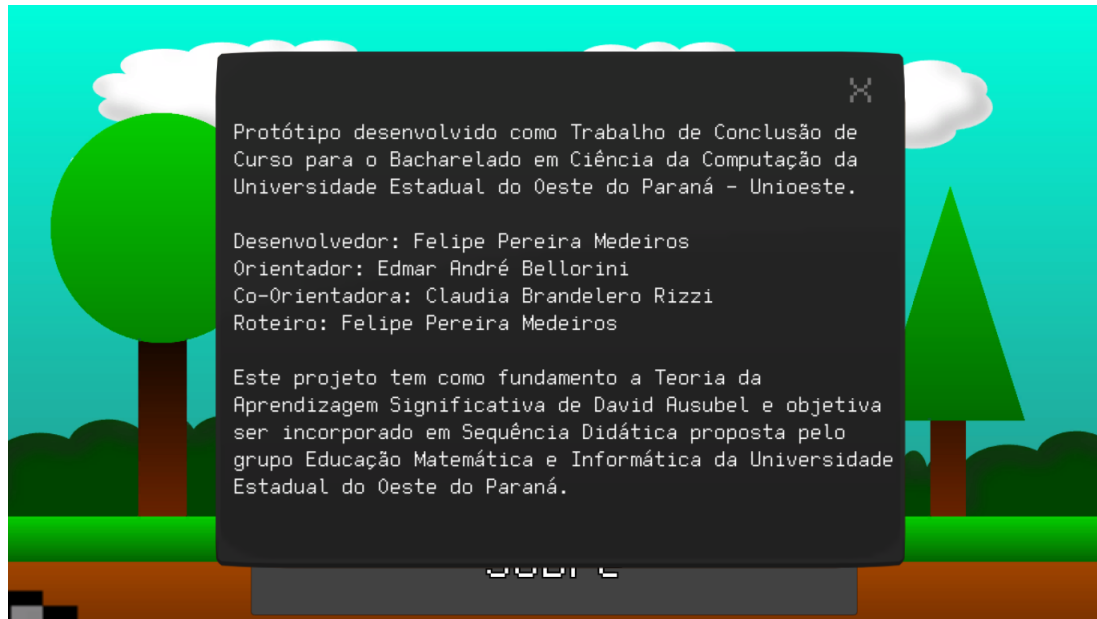


Figura 3.17: Sessão Sobre

O jogo exposto está no fim de sua etapa de prototipação. Para que seja lançado, ainda torna-se necessária a execução de etapas posteriores à prototipação. Essas etapas deixam abertura para possíveis trabalhos futuros que poderão dar sequência ao projeto.

Capítulo 4

Considerações Finais

Pesquisadores e educadores têm buscado compreender e desenvolver práticas pedagógicas objetivando mitigar dificuldades de ensinar e aprender qualquer conteúdo, dentre eles, a Matemática. Essas dificuldades têm mostrado que empregar exclusivamente o modelo tradicional de ensino não tem atendido às demandas atuais. Esses pesquisadores e educadores têm apontado para a necessidade de desenvolver situações em sala de aula, utilizando metodologias diferenciadas, objetivando propiciar o efetivo aprendizado por parte dos alunos. Essa motivação impulsiona o trabalho visando promover a Aprendizagem Significativa, aquela que decorre de situações didáticas que oportunizam a aquisição de novos conhecimentos por parte do aprendiz, e que viabiliza sua apropriação à estrutura cognitiva de maneira mais estável e organizada, bem como por um período mais longo, em o comparado com a retenção de conteúdos de maneira mecânica.

Este panorama têm motivado as pesquisas e atividades de um grupo de alunos e professores dos cursos de Licenciatura em Matemática e Ciência da Computação da Unioeste. O grupo, denominado EM&I, produziu nos últimos 2 anos e aplicou em uma turma piloto, uma UEPS visando o ensino e a aprendizagem de frações, voltada para alunos do 6º ano do ensino fundamental. A UEPS fundamenta-se na teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel e na metodologia de Resolução de Problemas, proposta por Onuchic e colaboradores. O grupo EM&I buscou também articular as noções teóricas com práticas que envolvessem o uso de recursos computacionais.

É neste contexto que está inserido o presente trabalho que visou a proposição e a prototipação de um jogo educacional, inicialmente voltado à resolução de problemas envolvendo Frações Equivalentes. O protótipo também foi estruturado de maneira à permitir que fases sejam adici-

onadas e customizadas pelo professor, permitindo que o mesmo utilize questões de sua autoria, considerando as características da turma com a qual esteja atuando, desde que esta aborde o tema de frações equivalentes.

O protótipo do jogo educacional foi desenvolvido utilizando Unity. De acordo com o levantamento de trabalhos relacionados realizado, é possível concluir que todos os jogos expostos utilizam da tecnologia Adobe Flash, uma tecnologia que terá seu suporte finalizado em 2020. Para garantir que existam jogos que preencham o espaço que será deixado pelos trabalhos identificados, foi definido o tópico de Frações Equivalentes como tema do protótipo implementado, além da utilização do motor de desenvolvimento Unity para garantir que o jogo terá suporte nos anos subsequentes ao seu lançamento. A fase de prototipação se encontra finalizada. O protótipo utiliza como base para seu desenvolvimento os conceitos de MDE. Como Mecânica foi definida a mecânica de “Clique e Arraste” para dar suporte a sua Dinâmica, que foi definida como a seleção de opções resposta para a resolução de problemas apresentados ao jogador. A Dinâmica escolhida pretende promover a Estética de diversão por Narrativa e diversão por Desafio. Por conta do estado de desenvolvimento do jogo atualmente se encontrar na fase de prototipação, abre-se uma série de possíveis trabalhos futuros que possam dar sequência ao projeto.

4.1 Trabalhos Futuros

O jogo proposto encontra-se no fim da fase de prototipação. Por tratar-se de um protótipo, o produto resultante deixa outras etapas de seu desenvolvimento em aberto para serem realizadas por possíveis trabalhos futuros. Algumas etapas que precisam ser feitas para avançar o estado do jogo são: melhorias na parte artística, sonorização e adição de novos conteúdos. A parte artística pode ser aprimorada modificando os *sprites* do personagem e as imagens de fundo para que reflitam melhor a narrativa. Outra etapa necessária seria a adição de sonorização, pois sua presença ajuda a estabelecer o ambiente e fortalece a narrativa. Também é necessário o acréscimo de novos conteúdos abordados, para que o jogo em seu estado final possa ter uma versatilidade maior como objeto complementar das aulas da Sequência Didática propostas pelo grupo EM&I. O jogo possui potencial para compreender a totalidade dos tópicos relacionados à frações, explorando sua mecânica simples de “Clique e Arraste” é possível criar diversos

cenários de questões e enquadrar os tópicos de frações em sua estrutura. A ferramenta utilizada para a confecção do protótipo é apresentada no Apêndice A para facilitar a continuação deste projeto, bem como o código fonte disponível em <http://bit.ly/PrototipoFracoesFPM>.

Apêndice A

Tecnologias

Esta Seção apresenta a tecnologia utilizada para o desenvolvimento do protótipo concebido para desenvolvimento neste trabalho. Foram utilizadas como fontes de informação para composição dos tópicos a seguir (Unity Technologies, 2018b), (Unity Technologies, 2018a) e (HIRATA, 2011).

A.1 Unity

O Unity é um poderoso motor de desenvolvimento (*engine*) e ambiente integrado de jogos, aplicativos e experiências que suporta desenvolver objetos 2D e 3D. Desenvolvido pela Unity Technologies. É uma ferramenta de desenvolvimento muito utilizada atualmente por sua versatilidade e por permitir a publicação de suas criações em diversas plataformas, tais como: consoles de jogos eletrônicos, celulares e páginas web. Diversos títulos de sucesso foram criados nesta plataforma, dentre eles podemos citar o jogo de cartas *Hearthstone* desenvolvido pela Blizzard Entertainment e o jogo de plataforma CupHead.

Possui como parte de seu pacote de instalação opções de ambiente de desenvolvimento integrado *MonoDeveloper* ou o Microsoft Visual Studio para serem instalados em conjunto devido a sua compatibilidade com o motor.

O Unity pode ser obtido pelo site oficial em suas versões pagas e gratuitas, caso o desenvolvedor esteja interessado em produzir um projeto pequeno que não visa arrecadar uma receita superior à cem mil dólares ao ano ele pode utilizar a versão gratuita, caso contrário, ele deve escolher um pacote de licença que se enquadre na quantidade arrecadada anualmente pela equipe.

A.1.1 Interface

A área de trabalho do Unity é composta por diversas janelas chamadas Visões (*Views*), cada uma possui seu propósito específico. A disposição destas janelas pode ser modificada ao selecionar um *layout* diferente no botão localizado no canto superior direito *Layout*, ou arrastando as janelas para aloca-las da maneira que melhor atende às necessidades do desenvolvedor, para retornar a configuração padrão é possível selecionar a opção *Layout->Default*.

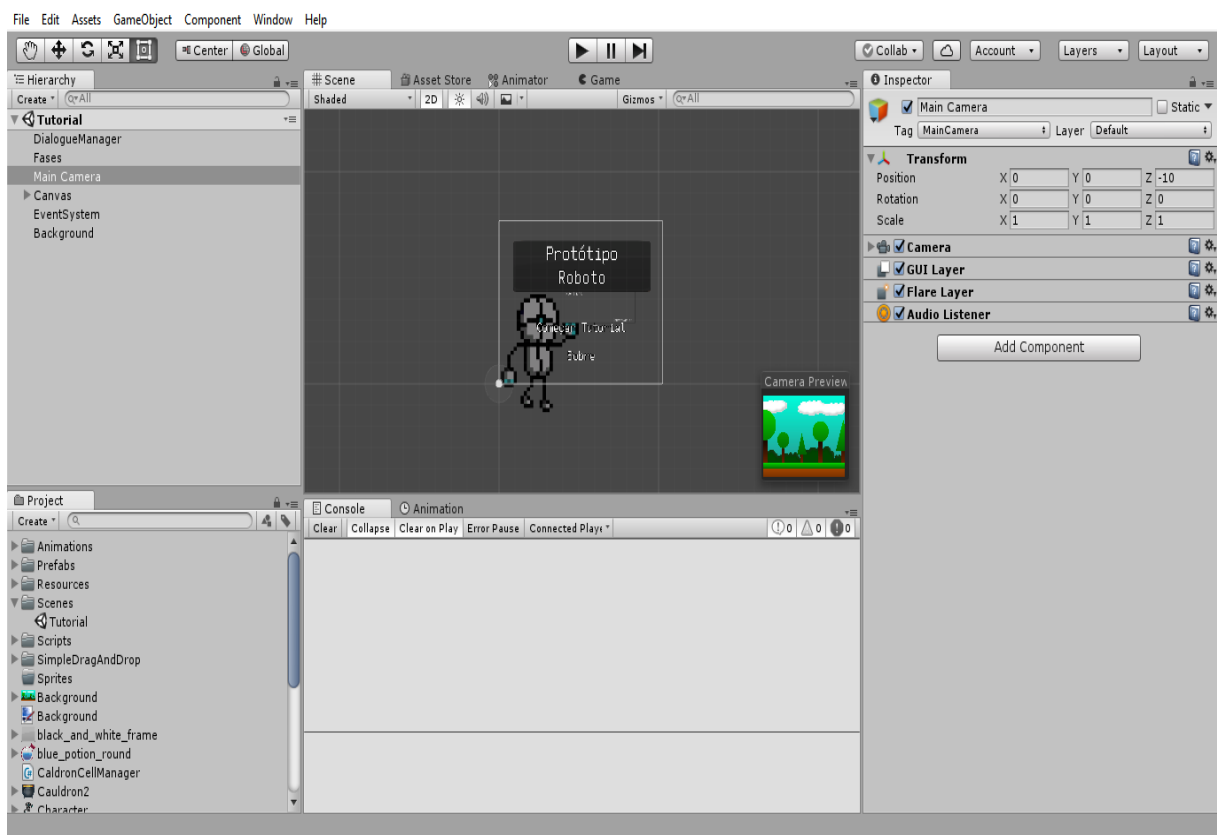


Figura A.1: Unity - Interface

Visão de Projeto (*Project View*)

A Visão de Projeto é a interface de manipulação dos arquivos que compõem o projeto, esses arquivos são os chamados *Assets* e compreendem pastas, modelos, áudios, *prefabs*, *scripts*, texturas e as próprias cenas do jogo (*scenes*) (Figura A.2). As cenas do jogo representam suas fases. A criação de uma nova cena se dá ao selecionar na barra de ferramentas localizada na parte superior do editor a opção *File: NewScene*. É possível importar novos assets ao projeto

através do comando localizado na barra de ferramentas *Assets: Import New Asset*. Alguns *Assets* são criados diretamente pelo Unity, utilizando o menu flutuante acessível através do clique com o botão direito na janela *Project* e selecionando a opção *Create*, que listará os possíveis *assets* disponíveis para criação.

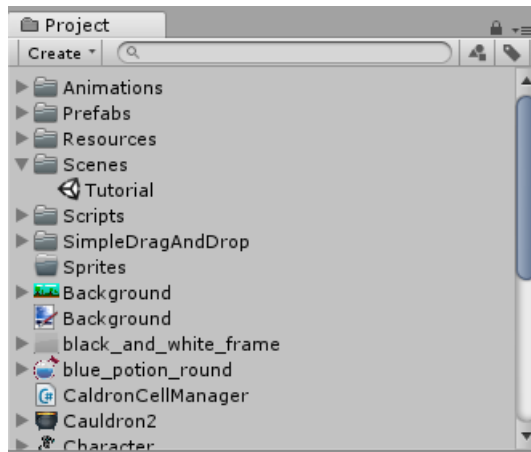


Figura A.2: Unity - Visão de Projeto

Visão de Hierarquia (*Hierarchy View*)

A Visão de Hierarquia tem como propósito exibir todos os elementos da cena aberta, elementos aqui chamados de *GameObjects*. *GameObjects* são a representação de um elemento em cena, tendo seu comportamento definido por suas propriedades que são estabelecidas através da adição de componentes à estes objetos (Figura A.3). Um exemplo de componente que é tido como padrão e já vem definido ao criar um novo *GameObject* é o componente *Transform*, que define a posição, rotação e escala do objeto dentro do jogo.

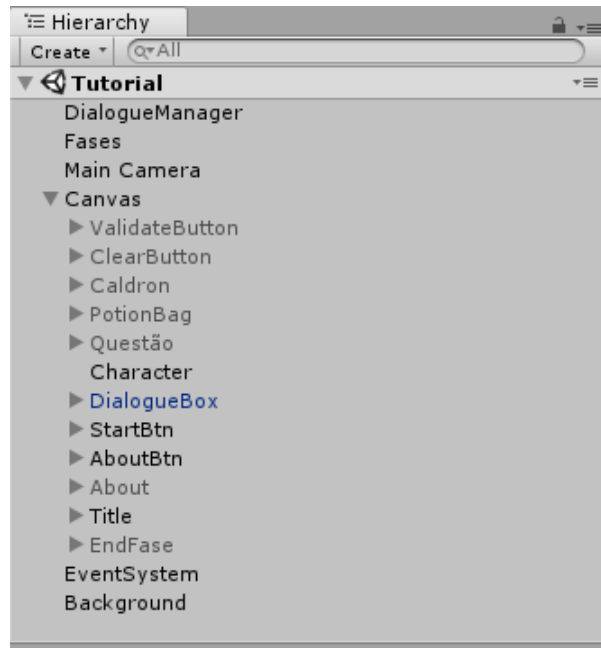


Figura A.3: Unity - Visão de Hierarquia

Visão de Inspeção (*Inspector View*)

A Visão de Inspeção expõe em detalhes as informações referentes ao *GameObject* selecionado na Visão de Hierarquia, incluindo todos os seus componentes e parâmetros. Esta janela também permite a modificação destes parâmetros para melhor configurar o comportamento daquele objeto em jogo (Figura A.4). Ao se clicar com o botão direito sobre o título de um componente abre-se um menu com opções para remover, copiar, mover ou colar o componente clicado. Para adicionar um novo componente através da Visão de Inspeção basta selecionar o *GameObject* em que se deseja inserir o componente na Visão de Hierarquia e clicar com o botão esquerdo no mouse no botão “Add Component” localizado na parte inferior da Visão de Inspeção.

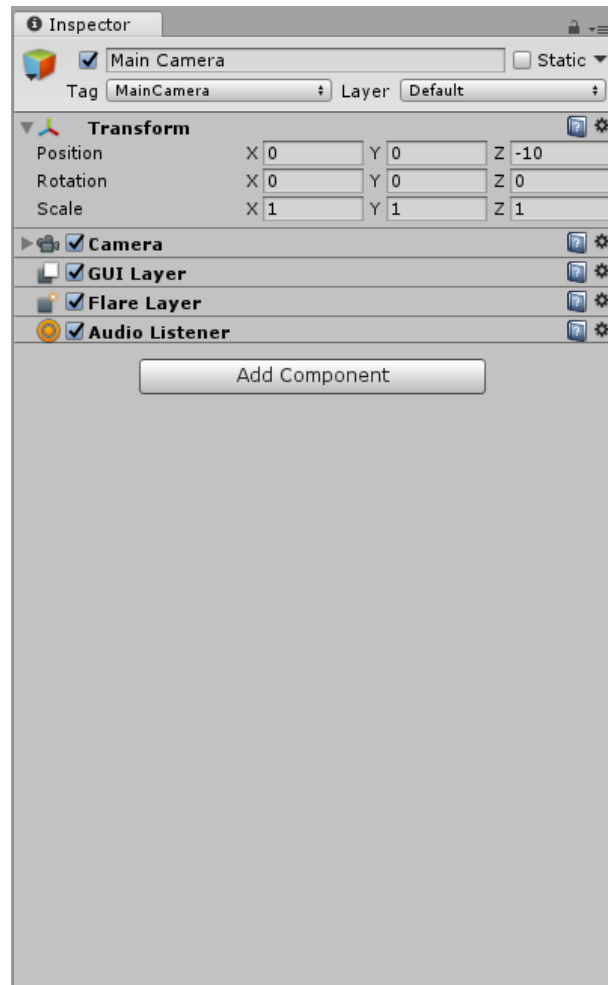


Figura A.4: Unity - Visão de Inspeção

Visão de Cena (*Scene View*)

A Visão de Cena mostra os componentes visuais da cena ativa (Figura A.5), sendo possível manipula-los em sua posição, escala e orientação utilizando o mouse e alguns atalhos de teclado. Quando se está manipulando componentes em uma cena 3d esta visão também fornece o Gizmo, que consiste em uma bussola 3d, localizada no canto superior esquerdo da janela, utilizada para a manipulação da orientação da câmera em cena.

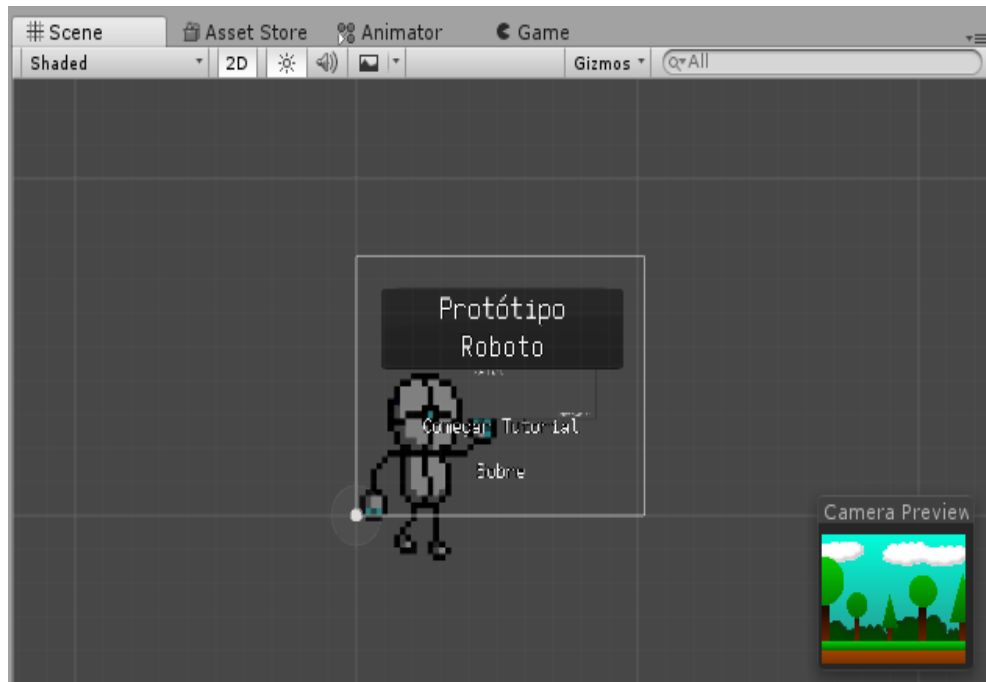


Figura A.5: Unity - Visão de Cena

Visão do Jogo (*Game View*)

A Visão do Jogo fica responsável por exibir como a aplicação que se encontra em desenvolvimento será vista pelo usuário quando estiver finalizada (Figura A.6). A partir dela pode-se ter uma ideia de como os componentes estão se comportando em cena e quais são as estatísticas referentes ao desempenho da aplicação, sendo estas tempo de processamento, *frames* por segundo, memória de textura utilizada, entre outras. É possível ativar o recurso de estatísticas na janela *Game* clicando em *Stats*.



Figura A.6: Unity - Visão de Jogo

Menu Topo

O Menu Topo é composto por cinco componentes essenciais para o desenvolvimento de uma aplicação no Unity, sendo eles: As Ferramentas de Transformação (*Transform Tools*), utilizadas na Visão de Cena; As Alternativas de Transformação do Gizmo (*Transform Gizmo Toggles*), que altera a visão da cena; Os Botões de *Play/Pause/Step*, usados para executar, pausar e executar *frame a frame* o jogo; O Menu de *Layers* (*Layers Drop-down*), responsável por controlar quais objetos serão mostrados em cena; O Menu de *Layout* (*Layout Drop-down*) que controla a disposição de todas as visões (Figura A.7).



Figura A.7: Unity - Menu Topo

Barra de Status

A Barra de Status se localiza na parte inferior da tela e mostra os erros de compilação e mensagens de bugs. É possível ser redirecionado para visualizar as mensagens no console realizando um clique duplo com o botão esquerdo do mouse nas mensagens dispostas na barra de status.

Console

O Console mostra avisos, erros e mensagens de debug configuradas pelo programador para serem exibidas em tempo de execução (Figura A.8). Pode ser aberto através do clique duplo nas mensagens mostradas pela Barra de Status, através da Barra de Ferramentas selecionando o menu *Window* e a opção *Console* ou ainda utilizando o atalho de teclado Ctrl+Shift+C.

Para configurar mensagens que serão exibidas no console o programador utiliza dos comandos *Debug.Log()* ou *Debug.Error()*.

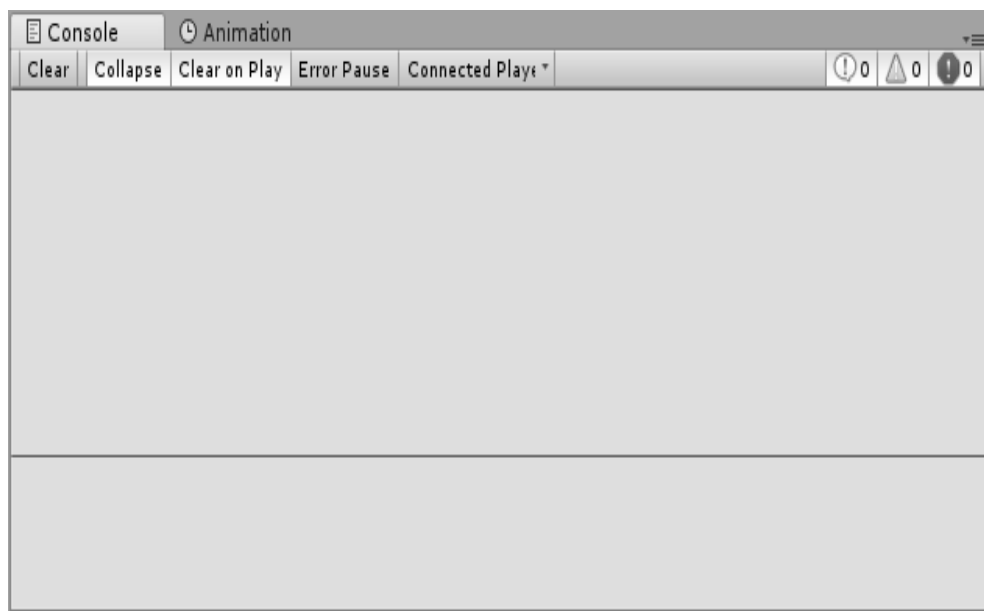


Figura A.8: Unity - Console

Loja de Componentes (*Asset Store*)

A Loja de Componentes é um recurso disponível pelo editor para comprar ou baixar componentes (*Assets*) de licença paga ou gratuita e incorpora-los em seu projeto (Figura A.9). Ela

pode ser acessada pela Barra de Ferramentas na opção *Window -> Asset Store* ou através do atalho de teclado Ctrl+9.

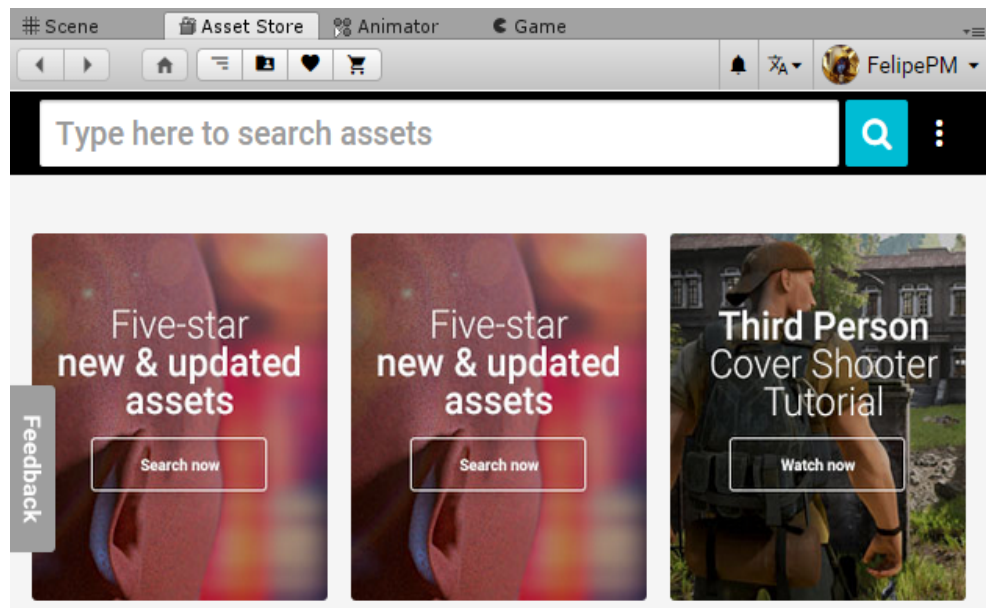


Figura A.9: Unity - Loja de Componentes

Animação (*Animation*)

A Animação permite ao usuário gravar animações de seus componentes (Figura A.10), que serão atribuídas a eles pelo componente Animador (“*Animator*”)(Figura A.11), essas animações são executadas quando determinadas condições de transição são estabelecidas, para isso, utiliza-se da “*view*” do Animador acessível pelo menu “*Window*” localizado na Barra de Ferramentas, clicando na opção “*Animator*”. Para acessar a Visão de Animação basta acessar o menu “*Window*” e selcionar a opção “*Animation*” ou apertar as teclas de atalho Ctrl+6.

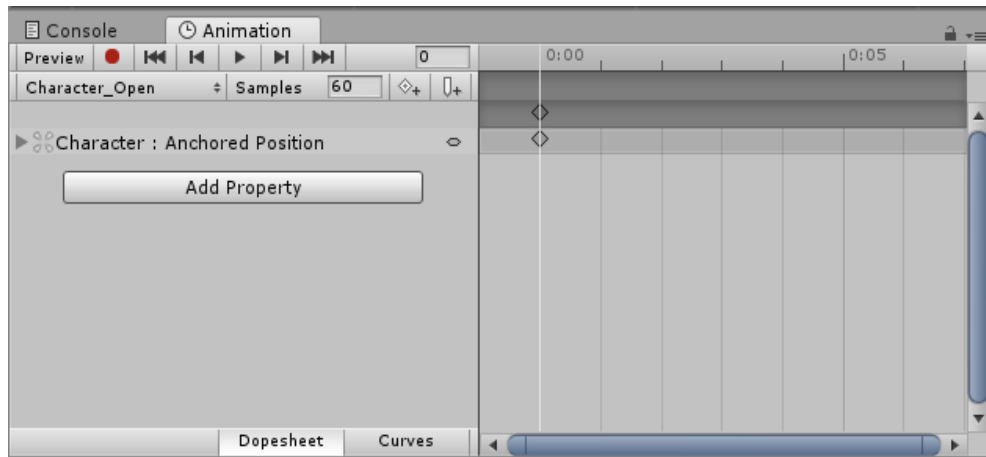


Figura A.10: Unity - Animação

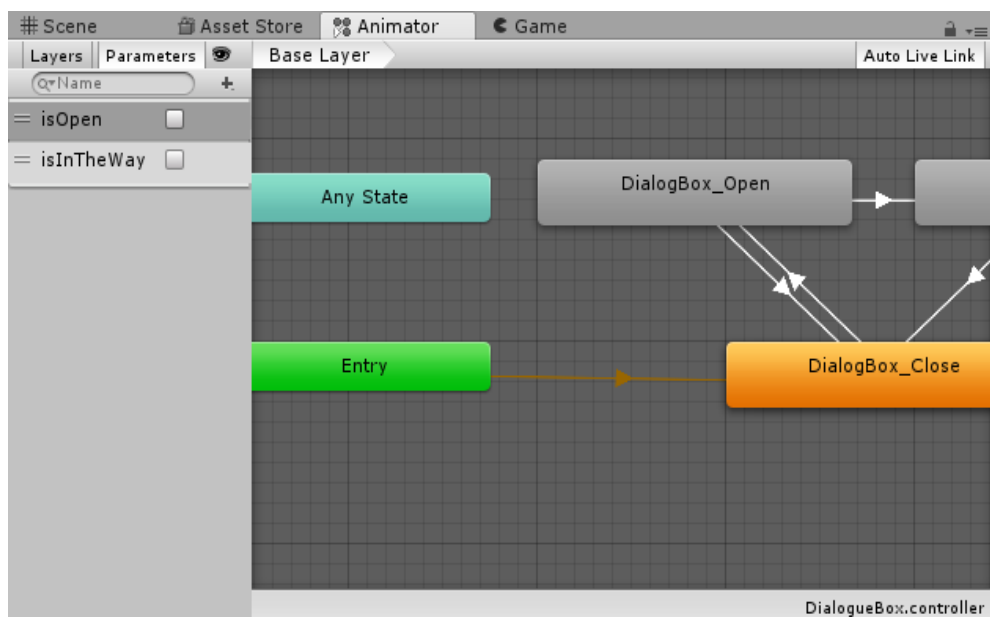


Figura A.11: Unity - Animador

Referências

Adobe Corporate Communications. *Flash & The Future of Interactive Content*. Julho 2017. <https://theblog.adobe.com/adobe-flash-update/>, Consultado na Internet em: 20/07/2018.

ALBUQUERQUE, R. M. de; FIALHO, F. A. P. Concepção de jogos eletrônicos educativos: Proposta de processo baseado em dilemas. *VIII Brazilian Symposium on Games and Digital Entertainment*, Brasil, v. 10, n. 8, p. 1–7, out. 2009.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. *Psicologia Educacional*. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Interamericana, 1980.

DIAS, J. D. et al. Design e avaliação de um jogo educacional para promoção da saúde e combate à obesidade infantil. *SBC – Proceedings of SBGames*, Brasil, v. 11, n. 13, p. 319–328, nov. 2015.

Escola Games. *Dividindo a pizza*. Brasil: [s.n.], 2012. <http://www.escolagames.com.br/jogos/dividindoPizza/>. Acessado em: 16/04/2018.

FRAGA, J. O.; GONÇALVES, A. J. N. Dificuldade de aprendizagem. *Revista Maiêutica*, Indaial, v. 5, n. 1, p. 43–48, jan. 2017.

GOUVEIA, R. *Frações*. 2018. <https://www.todamateria.com.br/fracoes/>, Consultado na Internet em: 16/04/2018.

HIRATA, A. I. *Desenvolvendo Games com Unity 3d - Space Invasion*. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna, 2011.

HUNICKE, R.; LEBLANC, M.; ZUBEK, R. Mda: A formal approach to game design and game research. *AAAI Workshop - Technical Report*, v. 1, 01 2004.

IBARRA, M. J. et al. Mathfraction: Educational serious game for students motivation for math learning. *XI Latin American Conference On Learning Objects And Technology*, Costa Rica, v. 1, n. 1, p. 1–9, out. 2016.

LIMA, R. P.; Sá, P. F. de. O ensino de frações sob o olhar de discentes. *Estação Científica (Unifap)*, Macapá, v. 2, n. 2, p. 79–93, jul./dez. 2012.

MATHNOOK. *Alien Math Equivalent Fractions*. s.d. Disponível em: <http://www.mathnook.com/math/alien-math-equivalent-fractions.html>. Acessado em: 16/04/2018.

MOREIRA, I. M. B. *O ensino das operações com frações envolvendo calculadora*. Tese (Mestrado em Educação) — Universidade do Estado do Pará, Belém, 2010.

MOREIRA, M. A. Unidades de ensino potencialmente significativas – ueps. *Aprendizagem Significativa em Revista*, v. 1, n. 2, p. 43–63, Agosto 2011.

MOREIRA, M. A. O que é aprendizagem significativa? (after all, what is meaningful learning?). *Curriculum*, Espanha, v. 25, p. 29–56, Março 2012.

NOVAK, J. *Desenvolvimento de Games*. 1. ed. United States: Cengage Learning, 2010.

ONUCHIC, L. de la R. Novas reflexões sobre o ensino-aprendizagem de matemática através da resolução de problemas. In: BICUDO, M. A. V. (Ed.). *Pesquisa em educação matemática: concepções e perspectivas*. São Paulo: Editora UNESP, 1999.

Portal Educação Dinâmica. *Jogo das Frações Equivalentes*. 2015. Disponível em: http://www.educacaodinamica.com.br/ed/views/game_educativo.php?id=19&jogo=Jogo%20das%20Fra%C3%A7%C3%B5es%20Equivalentes. Acessado em: 16/04/2018.

PRESSMAN, R. S. *Engenharia de Software*. 1. ed. São Paulo: Makron Books, 1995.

RESENDE, G.; MESQUITA, M. da G. Principais dificuldades percebidas no processo ensino-aprendizagem de matemática em escolas do município de divinópolis. *Educação Matemática e Pesquisa*, São Paulo, v. 15, n. 1, p. 199–222, 2013.

RIZZI, C. B. et al. Um jogo digital como organizador prévio na aprendizagem significativa de frações. No prelo. 2018.

ROGERS, S. *Level Up - Um Guia Para o Design de Grandes Jogos*. 1. ed. United States: EDGARD BLUCHER, 2014.

SAMPAIO, T. B. de A. et al. *Professor Sagaz*. São Carlos: [s.n.], 2013.
[Http://tsampaio.com/ic/index.html](http://tsampaio.com/ic/index.html). Acessado em: 16/04/2018.

SOMMERVILLE, I. *Engenharia de Software*. 8. ed. São Paulo: Addison Wesley, 2003.

SOMMERVILLE, I.; KOTONYA, G. *Requirements Engineering*. 1. ed. New York: J.Wiley & Sons, 1997.

TAROUÇO, L. M. R. et al. Jogos educacionais. *Renote - Revista Novas Tecnologias na Educação*, Brasil, v. 2, n. 1, p. 1–7, mar. 2004.

Unity Technologies. *Jogos feitos em Unity*. 2018. Disponível em: <https://unity3d.com/pt/games-made-with-unity>. Consultado em: 20/07/2018.

Unity Technologies. *Unity User Manual (2018.2)*. 2018. Disponível em: https://docs.unity3d.com/Manual/index.html?_ga=2.153086205.514465812.1503454278-2073843984.1491424916. Consultado em: 20/07/2018.