



FACULDADE DE TECNOLOGIA SENAI CIMATEC  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU  
MODELAGEM COMPUTACIONAL E TECNOLOGIA INDUSTRIAL

WILLIAM DE SOUZA SANTOS

D.O.M.: UM MODELO DE GAME PARA A APRENDIZAGEM DAS  
FUNÇÕES QUADRÁTICAS NO ENSINO MÉDIO

Salvador

2014

WILLIAM DE SOUZA SANTOS

D.O.M.: UM MODELO DE GAME PARA A APRENDIZAGEM DAS  
FUNÇÕES QUADRÁTICAS NO ENSINO MÉDIO

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu da Faculdade Tecnologia SENAI CIMATEC como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Lynn Rosalina Gama Alves

Salvador  
2014

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca da Faculdade de Tecnologia SENAI  
CIMATEC

---

Santos, William S.

D.O.M.: Um Modelo de *Game* Para a Aprendizagem das Funções Quadráticas no Ensino Médio/ William de Souza Santos. - Salvador, 2014.  
80 f.

1. *Games* 2. Função Quadrática. 3. U.M.L. 4. Scrum I. Título

CDD \_\_\_\_\_

---

## Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC

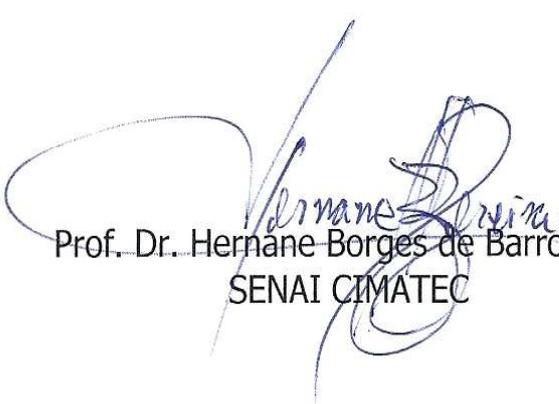
### **Mestrado Acadêmico em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial**

A Banca Examinadora, constituída pelos professores abaixo listados, aprova a Defesa de Mestrado, intitulada "**D.O.M.: Um Modelo De Game Para A Aprendizagem Das Funções Quadráticas No Ensino Médio**", apresentada no dia 16 de dezembro de 2014, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Título de Mestre em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial.

Orientadora:

  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Lynn Rosalina Gama Alves  
SENAI CIMATEC

Membro Interno:

  
Prof. Dr. Hernane Borges de Barros Pereira  
SENAI CIMATEC

Membro Externo:

  
Prof. Dr. Jonei Cerqueira Barbosa  
UFBA

Dedico este trabalho a todos aqueles que buscam de alguma forma mudar o mundo com suas contribuições. Talvez não consigamos, mas tenhamos a certeza que o mundo é diferente por causa da nossa existência....

## AGRADECIMENTOS

À Deus, soberano sobre minha vida, que tem me permitido realizar aquilo que sonhei!

À toda minha família, especialmente minha mãe Claudia, meu pai Luiz, meu irmão Marcos e minha esposa Marilene pelo suporte, consolo e compreensão nos momentos de renúncia!

Aos meus poucos amigos que de longe ou de perto, sonharam este sonho comigo e que agora vira realidade!

À Professora Lynn Alves, minha orientadora, por me oportunizar a imersão neste campo de estudo e me auxiliar durante todo este processo!

Ao Professor Jonei Barbosa, pela participação na banca e pelas contribuições para este estudo como um grande Educador Matemático!

Ao Professor Hernane Pereira, pelas contribuições que me nortearam quanto ao objeto deste estudo e me fizeram seguir para a finalização desta dissertação!

À todos do Grupo de Pesquisa Comunidades Virtuais pela acolhida e apoio.

À todos os professores do MCTI que de alguma forma marcaram e deixaram suas contribuições na minha formação.

Aos meus colegas de turma que sempre estiveram junto desde o momento da seleção.

William de Souza Santos

Salvador – BA – Brasil

16 de dezembro de 2014

## RESUMO

No que se refere ao conhecimento lógico-matemático dos estudantes brasileiros, o Brasil tem ocupado a 58<sup>a</sup> posição segundo a avaliação do PISA (2012). Em países como Inglaterra e Estados Unidos da América a interação dos alunos com os jogos digitais vem sendo utilizada para reverter os índices deficitários quanto às habilidades matemáticas e tem trazido êxito para a aprendizagem dos conceitos matemáticos. Dentro desse contexto, surgiu a necessidade de investigar como modelar um jogo digital, como articular o entretenimento e aprendizagem, identificando quais características e o que devia contemplar um jogo digital, para que este fosse capaz de estimular o processo de ensino aprendizagem quanto às funções quadráticas para os alunos do 1º ano do Ensino Médio. O objetivo geral desta pesquisa é propor a utilização de um módulo da Linguagem de Modelagem Unificada (U.M.L.) no processo de Desenvolvimento Ágil - Scrum, durante a modelagem do *game* denominado D.O.M. (Dispositivo Oral Móvel), de modo a possibilitar a construção de um jogo digital que permita explorações matemáticas sobre o comportamento das funções quadráticas para alunos do Ensino Médio. Para atingir este objetivo, esta pesquisa trouxe a modelagem computacional de um jogo digital em gênero plataforma, em primeira pessoa (*single player*), em um ambiente gráfico 2D, desenvolvido na linguagem de script orientada a objetos Flash ActionScript. Os resultados desta pesquisa demonstraram como a U.M.L. pode ser introduzida no processo Desenvolvimento Ágil de um jogo digital, além de contribuir como referencial para a indústria de games educacionais e para os estudos que envolvem games e ensino das funções quadráticas.

Palavras chave: Jogos Digitais; U.M.L.; Scrum; Funções Quadráticas.

## ABSTRACT

Regarding to the logical-mathematical knowledge of Brazilian students, Brazil has occupied the 58th position according to the PISA assessment (2012). In countries like England and the United States of America student's interaction with digital games has been used to reverse the deficit indices concerned about math skills and has brought success to the learning of mathematical concepts. Within this context, it was born the need to investigate how to model a digital gaming, how to articulate entertainment and learning, identifying characteristics and what way a digital game should contemplate to be able to stimulate the process of teaching and learning as the quadratic functions to students from the first year of high school. The general objective of this research is to propose the use of a module of the Unified Modeling Language (U.M.L.) in Agile Development process - Scrum during the game modeling called D.O.M. (Mobile Device Oral), to enable the construction of a digital game that allows mathematical explorations of the behavior of quadratic functions for high school students. To achieve this goal, this research used the computational modeling of a digital platform game genre, in first person (single player) in a 2D graphical environment, developed in the scripting language oriented Flash ActionScript objects. The results of this research demonstrated how UML can be introduced into the Agile Development process of a digital game, and contribute as a reference for industry and educational games for studies involving games and teaching of quadratic functions.

Key words: Digital Games; U.M.L.; Scrum; Quadratic Functions.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Definições de Jogo.....	21
Tabela 2 - Gêneros dos Jogos Eletrônicos .....	25
Tabela 3 - Alguns <i>games</i> utilizados no ensino da Matemática .....	30
Tabela 4 – Comparativo entre os jogos.....	38
Tabela 5 - Etapas de Desenvolvimento de um <i>Game</i> .....	48
Tabela 6 - Etapas do <i>Game Design</i> .....	49
Tabela 7 - Narrativa de Caso de Uso 01 .....	61
Tabela 8 - Narrativa de Caso de Uso 02 .....	61
Tabela 9 - Narrativa de Caso de Uso 03.....	61
Tabela 10 - Narrativa de Caso de Uso 04 .....	62
Tabela 11 - Narrativas de Caso de Uso 05, 06 e 07 .....	67

## LISTAS DE FIGURAS

Figura 1 - Círculo Mágico - MASTROCOLA (2012) .....	23
Figura 2 - Game <i>Dimension M</i> .....	30
Figura 3 – Game <i>The Recks Factor</i> .....	33
Figura 4 - Game - <i>Save Our Dumb Planet</i> – MangaHigh.....	34
Figura 5 - Game - <i>Save Our Dumb Planet</i> – Fase 2 .....	34
Figura 6 - Solução do Game <i>Save Our Dumb Planet</i> .....	35
Figura 7 - Game <i>Angry Birds</i> .....	36
Figura 8 - Game <i>Angry Birds</i> .....	36
Figura 9 - Game <i>Angry Birds</i> - modelado .....	37
Figura 10 - Game <i>Angry Birds</i> Parábolas .....	37
Figura 11 - Game <i>Angry Birds</i> Física .....	38
Figura 12 - Game D.O.M. ....	39
Figura 13 - Parábola x Coeficiente A.....	40
Figura 14 - Parábola x Coeficiente B.....	41
Figura 15 - Parábola x Coeficiente A.....	41
Figura 16 - Parábola x Coeficiente C .....	41
Figura 17 - Puzzle 1.....	42
Figura 18 – Parábola x Coeficiente A.....	42
Figura 19 - Parábola x Coeficiente B.....	43
Figura 20 - Parábola x Coeficiente C .....	43
Figura 21 - Puzzle 2.....	44
Figura 22 - Puzzle 3.....	44
Figura 23 - Modelo de Desenvolvimento Cascata - PETRILLO (2008) .....	46
Figura 24 - Scrum .....	47
Figura 25 – Kanban - Scrum.....	47
Figura 26 – Módulo U.M.L. no Scrum.....	51
Figura 27 - Tipos de Diagrama da U.M.L. GUEDES (2007) .....	53
Figura 28 – Quadro de Tarefas(Kanban) - <i>Scrum</i> do D.O.M .....	59
Figura 29 – <i>Sprint backlog</i> do D.O.M .....	60
Figura 30 - Diagrama de Caso de Uso com Relações de Negócios.....	62
Figura 31 - Diagrama de Atividade do Menu Inicial .....	63
Figura 32 - Diagrama de Sequencia Caso de Uso 3.....	63
Figura 33 - Algumas Classes do Menu Inicial .....	64
Figura 34 - Diagrama de Tempo do Menu Inicial .....	65
Figura 35 - Menu Inicial do game D.O.M.....	65
Figura 36 - Diagrama de Caso de Uso do GUI. ....	67
Figura 37 - Diagrama de Caso do Morcego Sol.....	67
Figura 38 - Paleta de Movimentos - Gui.....	68
Figura 39 - Paleta Movimentos - Morcego Sol .....	68
Figura 40 - Diagrama de Caso de Uso e Tela de Pausa .....	69
Figura 41 - Arquitetura do <i>Game</i> .....	70
Figura 42 - Diagramas de Pacotes .....	70
Figura 43 - Diagrama de Pacote .....	71
Figura 44 - <i>Puzzle 1</i> - Resolução .....	72
Figura 45 - Diagrama de Atividade - Resolução do <i>Puzzle 1</i> .....	73

## LISTAS DE SIGLAS

ABRAGAMES - Associação Brasileira das Desenvolvedoras de Jogos Eletrônicos  
CJCC - Centros Juvenis de Ciência e Cultura  
CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico  
DOM - Dispositivo Oral Móvel  
GUI - *Graphical User Interface*  
HTML 5 - *HyperText Markup Language 5*  
IDEB - Índice de Desenvolvimento da Educação Básica  
OMT - *Object Modeling Technique*  
ONG - Organizações não governamentais  
OOSE - *Object-Oriented Software Engineering*  
PISA - Programa Internacional de Avaliação de Alunos  
PPG MCTI – Programa de Pós-graduação em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial  
PSP - Processo de Software Pessoal  
SCI-FI - Ficção Científica  
SENAI CIMATEC - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial - Centro Integrado de Manufatura e Tecnologia  
SESI - Serviço Social da Indústria  
TIC - Tecnologias da Informação e Comunicação  
UML - Linguagem de Modelagem Unificada  
ZDP - Zona de Desenvolvimento Proximal

# SUMÁRIO

---

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
1.1 Definição do Problema	15
1.2 Objetivo Geral	16
1.3 Objetivos Específicos	17
1.4 Motivação	17
1.5 Estrutura da Dissertação	18
<b>2. OS JOGOS .....</b>	<b>20</b>
2.1 Os Jogos Eletrônicos	24
2.2 <i>Games</i> e Aprendizagem	26
2.2 <i>Games</i> e Ensino da Matemática	30
2.3 Os <i>Games</i> sobre Equações e Funções Quadráticas	32
2.4 O Jogo D.O.M. e as suas Contribuições no Ensino das Funções Quadráticas	39
<b>3. A MODELAGEM COMPUTACIONAL .....</b>	<b>45</b>
3.1 A Linguagem de Modelagem Unificada (U.M.L.)	51
3.2 Uso do Flash	55
3.3 O Processo de Desenvolvimento do <i>Game</i> D.O.M.	57
3.4 O <i>Game Design</i> do D.O.M.	58
3.5 O <i>Scrum</i>	59
3.6 A Aplicação da U.M.L. na produção do D.O.M.	60
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>75</b>
Contribuições	76
Atividades Futuras de Pesquisa	76
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>78</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Desde o seu surgimento, a arte de explicar (MATEMÁTICA), originada na etimologia das palavras MATHEMA (explicar, aprender, conhecer, lidar) e TICA (modos, estilos, técnicas, artes), esteve intrinsecamente ligada à vida cotidiana e sempre fez parte da atividade humana em diversas áreas, desde o acordar até a resolução de problemas que envolviam áreas de plantações e estocagem de sementes.

Séculos mais tarde, na perspectiva de iluministas como Diderot, D'Alembert, Condillac e Condorcet citado por Gomes (2008), a matemática tinha um papel muito significativo para a construção de um país igualitário, que poderia agregar a população na busca de melhorias para a condição social possibilitando uma visão crítica por parte da população que assim, poderia proteger e criar artifícios para combater as injustiças absolutistas presentes naquele período histórico.

No Brasil, as diversas reformas educacionais (Revolta Pombalina, Reforma de Benjamin Constant, Movimento da Escola Nova, Reforma Francisco Campos, Reforma Gustavo Capanema, Movimento da Matemática Moderna) fizeram com que a matemática apresentasse altos e baixos no processo de ensino desta disciplina. Caballero *et al* (2006, p.17) citam que em um dos momentos de super valorização, a matemática se tornou uma disciplina para poucos aprendizes, com características que a tornaram uma reunião de fatos, regras e competências[...], com conteúdos hierarquizados de acordo com competências e conceitos[...], governada por regras e processos de cálculos automatizados.

É tácito que cada uma dessas reformas contribuiu em parte para a evolução dos conhecimentos matemáticos, porém trouxeram consigo consequências para a aprendizagem matemática, como por exemplo, uma matemática presa ao formalismo e distanciada da arte de matematizar fazendo com que o “fazer matemático humano” se tornasse algo distante, transformando a Matemática numa arte burocrática e atualmente segregadora.

O distanciamento entre o povo e a matemática, atrelado ao surgimento de metodologias que não favoreciam uma postura ativa por parte do aluno, ocasionaram entre outros fatores, um grande déficit no desempenho matemático da população. Em pesquisa desenvolvida pela ONG Todos pela Educação, em 2012, foi constatado que o rendimento dos alunos em Matemática entre os anos de 2007 e 2011 caiu cerca de 10% no ensino fundamental 1 e tais índices devem ser maiores no ensino fundamental 2 e médio. Com base na minha experiência docente, é possível identificar que grande parte dos professores não adaptam suas metodologias ao perfil e a nova dinâmica dos seus aprendentes, e isso vem afastando cada vez mais o interesse dos alunos pela matemática.

Pela última avaliação do PISA (Programa Internacional de Avaliação de Alunos) ocorrida no ano de 2012, o Brasil ocupa a 58ª posição com relação a performance dos alunos para a matemática (391 pontos), pontuação bem abaixo da média de outros países considerados desenvolvidos. Estes dados apontam a falta de competência matemática e de raciocínio lógico dos alunos.

Um dos assuntos que é contemplado nas avaliações do PISA são as funções. O ensino das funções permite aos alunos desenvolver habilidades para a elaboração de modelos matemáticos que potencializem a análise de problemas, através da relação entre expressões algébricas e gráficos, até obter a resolução deste problema. Um exemplo disso é a utilização da função quadrática como modelo do movimento uniformemente variado, na queda livre dos corpos, na área de figuras planas, na arquitetura, na engenharia civil e nos modelos de receita e lucro das empresas.

Na busca de resgatar essa matemática de fácil acesso à todos e reverter esse *status* de disciplina segregadora, o campo da Educação Matemática, tem desenvolvido metodologias que propiciem a retomada da essência de fazer matemática.

As Tecnologias da Informação e Comunicação (T.I.C.) têm sido bastante

discutidas e adotadas pela Educação Matemática considerando suas potencialidades e a grande aceitação por parte da população. Os softwares educacionais, simulações e outros objetos multimidiáticos têm contribuído para o processo de ensino aprendizagem da matemática pelo fato de possibilitarem o contato com experimentos abstratos que dificilmente poderiam ser abordados fora de um ambiente virtual.

Nessa perspectiva da interação com as tecnologias digitais, algo que vem sendo adotado para aumentar os índices de aprendizado matemático nos alunos dos Estados Unidos e Inglaterra são os jogos digitais. Esses jogos digitais possuem características que estimulam o processo de desenvolvimento cognitivo e propiciam um maior aprendizado matemático. Como prova disso, o estudo feito por Mattar (2010) sinaliza o uso de um *game* chamado *Dimension M* que auxiliou o aumento do índice de aprovação em Matemática no exame anual do estado de Nova York de 78% para 82% no ano de 2007. Um exemplo similar ocorreu no Reino Unido, relatado por Rowland (2013), onde a Featherstone High School depois de três anos usando a plataforma de jogos digitais Mangahigh, conseguiram boas notas no exame GCSE com alunos na faixa de 16 anos onde foi registrado um aumentando de 55% para 80%.

Em Salvador, nos Centros Juvenis de Ciência e Cultura (CJCC), que são uma iniciativa de educação integral da Secretaria da Educação do Estado da Bahia, criados com o objetivo de promover o acesso dos estudantes as temáticas contemporâneas através de atividades interdisciplinares, alguns jogos digitais com fins educacionais já vêm sendo utilizados e em breve poderão contribuir com a análise do processo de aprendizagem a partir da interação dos alunos com essas mídias.

### **1.1 Definição do Problema**

Nesse contexto em que os jogos digitais são apresentados como colaboradores no processo de ensino aprendizagem, é necessário primeiro compreender como os jogos digitais são desenvolvidos e depois identificar como articular a aprendizagem nesse contexto de entretenimento.

Segundo o Censo Gamer (2012), cerca de 60% das empresas que desenvolvem essas mídias utilizam de Processos de Desenvolvimento Ágil – Scrum. Apesar do Scrum ser amplamente utilizado, Petrillo (2008) sinaliza que este processo de desenvolvimento apresenta algumas falhas quanto a documentação e a comunicação entre a equipe.

No desenvolvimento de jogos com fins educacionais, onde a equipe passa a ser composta por membros com expertises diferenciadas a este contexto, como consultores pedagógicos e consultores de conteúdo educacional, é necessário zelar pela documentação e pela comunicação da equipe, já que há uma maior complexidade e uma responsabilidade quanto a transposição de conteúdos envolvida neste processo.

Considerando tais demandas existentes no processo de desenvolvimento de jogos digitais, surge a pergunta: Como modelar um jogo digital com fins educacionais prevenindo e reduzindo as falhas no processo de Desenvolvimento Ágil, em uma equipe composta por membros que possuem diversos tipos de expertises?

## **1.2 Objetivo Geral**

O objetivo geral desta pesquisa é propor a utilização de um módulo da Linguagem de Modelagem Unificada (U.M.L.) no processo de Desenvolvimento Ágil - Scrum, durante a modelagem do *game* denominado D.O.M. (Dispositivo Oral Móvel), de modo a possibilitar a construção de um jogo digital que permita explorações matemáticas sobre o comportamento das funções quadráticas para alunos do Ensino Médio.

### 1.3 Objetivos Específicos

1. Identificar quais conceitos relativos as funções quadráticas são mais importantes e que devem ser abordados no *game*.
2. Utilizar das potencialidades da Linguagem de Modelagem Unificada (U.M.L.) no processo de Desenvolvimento Ágil do D.O.M..

### 1.4 Motivação

Desde o início da minha vida educacional era possível notar a dificuldade dos meus colegas quanto aos conhecimentos na matemática, pelo fato de ser considerada difícil, descontextualizada e por estar pautada dentro de metodologias tradicionais que não propiciam uma melhor relação dos alunos com a disciplina.

Ao me tornar professor de matemática, meu desafio seria criar estratégias para reverter essa imagem, possibilitar uma visão diferenciada e contribuir para o processo de aprendizagem da mesma. Durante a busca de conhecimentos que pudessem me auxiliar nesta meta, destaco o campo da Educação Matemática que vem sendo utilizada no Brasil, estimulando práticas que permitam uma maior aproximação e contextualização dos assuntos com o cotidiano dos alunos.

Dentro desta busca por práticas que venham potencializar o ensino da matemática a interação com os jogos digitais vem contribuindo e apresentando grandes resultados no ensino da Matemática. Considerando essa possibilidade do uso de *games* durante minhas aulas, o Mestrado em Modelagem Computacional do SENAI poderia embasar o meu processo de pesquisa teórica e prática na construção do jogo D.O.M., juntamente com a parceria com o Grupo de Pesquisa Comunidades Virtuais, que me possibilitaria uma visão mais ampla da interação dos jogos digitais no ensino, além de um grande espaço empírico para a construção do jogo D.O.M. que envolve conceitos matemáticos sobre funções quadráticas.

## 1.5 Estrutura da Dissertação

A dissertação está organizada da seguinte forma:

- **Capítulo 1 - Introdução**

Neste capítulo será exposto o tema da pesquisa, uma pequena visualização do problema existente, os objetivos, a justificativa da pesquisa e como está estruturada esta dissertação.

- **Capítulo 2 - Os Jogos**

Será apresentado neste capítulo a perspectiva dos jogos como artefato da cultura. Fundamentando este estudo serão utilizados os autores: Roger Caillois (1999), Johan Huizinga (2000), Paul Gee (2008). Este capítulo trará também uma abordagem sobre a utilização dos *games* como mediadores do processo de ensino aprendizagem. Apresentará alguns *games* que são utilizados na aprendizagem da Matemática e contará com o aporte teórico de Levy Vygotsky (2005), Paul Gee (2008), Lynn Alves (2008), João Mattar (2010), Prensky (2012).

- **Capítulo 3 – A Modelagem Computacional**

Neste capítulo são apresentados os aspectos metodológicos utilizados na pesquisa, quanto ao processo de construção do modelo computacional a partir da Linguagem de Modelagem Unificada (U.M.L.) de um *game* em gênero plataforma, em primeira pessoa (*single player*), em um ambiente gráfico 2D, desenvolvido na linguagem de script orientada a objetos Flash ActionScript, as etapas do trabalho e as variáveis que serão analisadas na aplicação do *game*. Sobre o processo de desenvolvimento de *games* serão utilizados os estudos dos autores Highsmith (2002), Clua (2004), Rollings e Morris (2004), Keith (2010). Sobre o uso da U.M.L. os autores utilizados serão Booch, Rumbaugh e Jacobson (2000), Guedes (2007).

- **Considerações Finais**

Nesta seção são apresentadas as perspectivas sobre a utilização da U.M.L. no processo de desenvolvimento ágil – scrum durante o processo de criação do jogo digital D.O.M. e outras considerações sobre a pesquisa.

## 2. OS JOGOS

Os jogos sempre estiveram presentes no cotidiano das civilizações desde os seus primórdios. Para Huizinga (2000), o jogo é um elemento muito primitivo, que possui uma função social, capaz de inventar regras presentes nas leis, nas liturgias, na literatura e nas estratégias militares. Segundo este mesmo autor, o jogo é como uma categoria primária da vida que representa a figura taxonômica do Homo Ludens, da mesma forma que o raciocínio está ligado à figura do Homo Sapiens e a fabricação ao Homo Faber, sinalizando que este homem lúdico sempre esteve presente e atrelado à base do surgimento e do desenvolvimento de toda civilização.

Para Huizinga (2000), até mesmo os animais que habitavam antes da presença da civilização humana já jogavam. Estes animais, como por exemplo, os caninos, convidam-se a participarem de uma atividade lúdica onde disputam entre si, respeitando algumas regras.

Como a realidade do jogo ultrapassa a esfera da vida humana, é impossível que tenha seu fundamento em qualquer elemento racional, pois nesse caso, limitar-se-ia à humanidade. A existência do jogo não está ligada a qualquer grau determinado de civilização, ou a qualquer concepção do universo. Todo ser pensante é capaz de entender à primeira vista que o jogo possui uma realidade autônoma, mesmo que sua língua não possua um termo geral capaz de defini-lo. A existência do jogo é inegável. É possível negar-se, se quiser, quase todas as abstrações: a justiça, a beleza, a verdade, o bem, Deus. É possível negar-se a seriedade, mas não o jogo. (HUIZINGA, 2000, p. 5-6)

Em seu livro Homo Ludens, Huizinga (2000) sinaliza que o jogo não possui definição exata, onde seu conceito deve permanecer distinto de todas as outras formas de pensamento onde devemos nos limitar a descrever suas principais características.

Seguindo essas ideias, pode-se concluir que para o autor, o jogo é uma atividade lúdica que transpõe fenômenos físicos ou reflexos psicológicos, de forma voluntária, que possui uma perfeição temporária. Alguns autores em seus estudos tentaram estabelecer conceitos sobre jogo, com base nas

características presentes nos mesmos, conforme podemos ver na Tabela 1 apresentada por Ranhel (2009).

Tabela 1 - Definições de Jogo

Johan Huizinga (1950, p, 13)	"uma atividade livre, conscientemente tomada como 'não séria' e exterior à vida habitual, mas ao mesmo tempo capaz de absorver o jogador de maneira intensa e total. É uma atividade desligada de todo e qualquer interesse material, com a qual não se pode obter qualquer lucro, praticada dentro de limites espaciais e temporais próprios, segundo uma certa ordem e certas regras. Promove a formação de grupos sociais com tendência a rodearem-se de segredos e a sublinharem sua diferença em relação ao resto do mundo por meio de disfarces ou outros meios semelhantes."
Roger Caillois (1961, p, 10-11)	"[o jogo] é uma atividade que é essencialmente: livre (voluntária), separada (no tempo e espaço), incerta, improdutiva, governada por regras, fictícia (faz-de-conta)."
Bernard Suits (1978, p. 34)	"Jogar um jogo é se engajar em uma atividade dirigida para causar um estado específico de ocorrências, usando somente meios permitidos por regras, onde as regras proíbem meios mais eficientes em favor de meios menos eficientes, e onde tais regras são aceitas apenas porque elas tornam possível tal atividade."
Avedon & Sutton-Smith (1981, p. 7)	"No seu nível mais elementar, podemos definir jogo como um exercício de sistemas de controle voluntário, nos quais há uma oposição entre forças, confinado por um procedimento e regras, a fim de produzir um resultado não estável."
Chris Crawford (1981, Capítulo 2)	"Eu percebo quatro fatores comuns: representação [um sistema formal fechado, que subjetivamente representa um recorte da realidade], interação, conflito e segurança [o resultado do jogo é sempre menos severo do que as situações que o jogo modela]."
David Kelley (1988, p, 50)	"Um jogo é uma forma de recreação constituída por um conjunto de regras que especificam um objeto (objetivo) a ser almejado e os meios permissíveis de consegui-la."
Salen & Zimmerman (2003, p. 96)	"Um jogo é um sistema no qual jogadores engajam-se em um conflito artificial, definido por regras, que resultam em um resultado quantificável."

Fonte: Ranhel (2009)

Para este estudo, o jogo é concebido como uma atividade lúdica, definida por regras e metas, podendo ser realizada tanto em ambiente real como também em ambiente virtual (através de artefatos tecnológicos digitais), e que pode contribuir para a sociedade em diversos aspectos, como culturais, educacionais, etc.

Apesar da grande variedade de conceitos referentes ao jogo, é possível encontrar conformidades entre os autores. Tanto para Huizinga (2000), Caillois (1999), Salen e Zimmerman (2004), os jogos são atividades:

- Incertas - pelo fato de serem imprevisíveis quanto o seu resultado;
- Livres - considerando seu aspecto voluntário para a participação. Contudo, na perspectiva desta pesquisa os jogos têm um caráter produtivo, já que tem o intuito promover a aprendizagem, deixando de ser supostamente livre, considerando que no contexto escolar, o professor direciona a interação com o jogo;

Por ser uma atividade que permite a evasão da vida real, o jogo se torna algo fascinante e conquistador para quem o joga de forma a absorvê-lo de maneira intensa e total. Desta forma, o jogador pode se entregar de corpo e alma ao jogo, fazendo dele algo sua primeira estância e prioridade. Considerando esta ideia de evasão da vida, Huizinga (2000) utiliza o termo - círculo mágico – denominando o “ambiente” do jogo como um ambiente onde as leis e costumes da vida cotidiana perdem validade, onde somos diferentes e fazemos coisas diferentes.

Na perspectiva de Salen e Zimmerman (2004) o círculo mágico de um jogo é:

...onde o jogo acontece. Jogar um jogo significa entrar em um círculo mágico, ou talvez em criar um quando o jogo começa. O círculo mágico de um jogo pode ter um componente físico, como o tabuleiro de um jogo de tabuleiro, ou o campo de uma disputa atlética. Mas muitos jogos não têm limites físicos, queda-de-braço, por exemplo, não requer muito em termos de lugares ou materiais especiais. O jogo simplesmente começa quando um ou mais jogadores decide jogar (SALEN E ZIMMERMAN, 2004, p. 95)

Na perspectiva de Mastrocolla (2012), dentro do círculo mágico, aquele que joga, vivencia experiências que podem trazer benefícios para o mundo real, conforme a Figura 1.

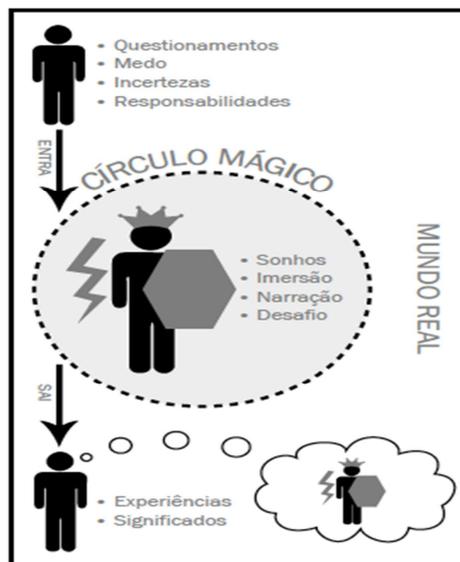


Figura 1 - Círculo Mágico - MASTROCOLA (2012)

Considerando tais aspectos, os jogos podem permitir a quem joga, um amadurecimento e desenvolvimento de características através das diversas experiências de imersão e na busca de soluções para os problemas que são apresentados. No círculo mágico, é possível resolver desafios que podem contribuir nas resolução desafios do mundo real.

Nessa perspectiva, Caillois (1999) sinaliza que o jogo pode promover intensas transformações em todo o desenvolvimento social, cultural, motor e psicológico daqueles que imergem nesta atividade. Segundo este autor, os jogos podem ser classificados conforme sua natureza social, podendo ser:

- **Agôn:** jogos dominados fundamentalmente por atividades competitivas;
- **Alea:** jogos em oposição ao Agôn, pois o jogador atua passivamente, onde predominam a força do acaso, o destino, a sorte.
- **Mimicry:** são jogos fictícios em que os participantes adotam para si o papel de determinados personagens;
- **Ilinx:** jogos com o intuito de destruir a estabilidade de percepção do corpo humano, ou seja, afastamento súbito da realidade.

Considerando esta classificação de Caillois (1999) e a concepção de Mastrocola (2012) sobre o círculo mágico, os jogos *mimicry* podem propiciar a

construção de um círculo mágico, onde aqueles que interagem com o jogo através de personagens fictícios podem potencializar e despertar competências e habilidades, através das situações que lhe são apresentadas, de modo a buscar possíveis soluções dentro do que é válido no jogo, permitindo assim um maior desenvolvimento psicológico e cognitivo.

Para Negrine (1994), o ato de jogar emana sentimentos e sensações que nos fazem tomar decisões como a tensão que contribui para a eminência dessas sensações. Segundo Rodrigues (2001), o jogo é uma atividade rica, com grandes efeitos que respondem às necessidades lúdicas, intelectuais e afetivas, estimulando a vida social e representando, assim, importante contribuição na aprendizagem.

Com o advento das tecnologias digitais, os jogos também ganharam uma nova versão, se tornando artefatos digitais e trouxeram consigo diversas possibilidades nos diversos contextos da sociedade.

## **2.1 Os Jogos Eletrônicos**

Os jogos eletrônicos para Alves (2008) são concebidos como fenômenos culturais que exigem a construção de distintos olhares, indo além de perspectivas maniqueístas como se estes elementos culturais fossem sempre os bandidos nas histórias que envolvem comportamentos violentos, sedentarismo, longas horas de interação com os jogos, desmotivação escolar, reprovação e evasão da escola.

Segundo Schuytema (2008), um jogo eletrônico é uma atividade lúdica formada por ações e decisões que vão resultar em uma condição final. Tais ações e decisões são limitadas por um conjunto de regras e por um universo, que no contexto dos jogos digitais, são regidos por um programa de computador.

Os jogos eletrônicos surgiram em 1958, com o desenvolvimento do jogo *Tennis for Two* pelo físico Willy Higinbotham. Este jogo era processado por meio de

um computador analógico, e tratava-se de uma bola que era rebatida em uma linha horizontal na parte inferior da tela de um osciloscópio.

Com os avanços tecnológicos e o advento das diversas gerações de consoles, os jogos eletrônicos vêm cada vez apresentando mais especificidades. Segundo Rabin (2011), os jogos eletrônicos nesta década são classificados por gêneros representados na Tabela 2.

Tabela 2 - Gêneros dos Jogos Eletrônicos

Aventura	Jogo onde a ênfase está no enredo e não na parte gráfica ou ação
Ação	Jogo que desafia a velocidade, o reflexo e raciocínio do jogador através de conflitos estratégicos ou desafios de exploração
Ação aventura	Jogos similares aos jogos de aventuras, mas trazem aspectos de ação
Plataforma	Jogos onde o personagem corre e pula em um campo de jogo com visão lateral
Luta	Jogos que envolvem artes marciais ou espadas
Tiro em primeira pessoa	Jogos onde são utilizadas diversas armas pelo jogador e onde ele possui a visão de “atrás dos olhos” do personagem
Estratégia em tempo real	Jogos onde é necessário construir exércitos, coletar recursos e controlar unidades
<i>Role Playing Game (RPG)</i>	Jogos que trazem uma versão digital dos jogos de mesa
<i>RPG Massivo on line</i>	Jogo em um mundo virtual povoado por centenas de jogadores
Espionagem	Jogos que apresentam foco no subterfúgio, cuja jogabilidade é deliberada e planejada
Horror sobrevivência	Jogos que envolvem a exploração de cidades abandonadas povoadas por zumbis
Simulação	Jogos que se baseiam em simulações de sistemas
Corrida	Jogos que envolvem competições entre veículos
Esportes	Jogos que apresentam experiências esportivas
Ritmo	Jogos que se baseiam na habilidade do jogador em ativar controles no tempo determinado por uma música
<i>Puzzle</i>	Jogos que trazem elementos de combinação de padrões, lógica e sorte
Sério	Jogos de treinamento para adultos

Fonte: Rabin (2011)

Considerando esta variedade de gêneros, e que muitas vezes os jogos digitais podem apresentar elementos de mais de um gênero, assumindo uma classificação híbrida, os jogos digitais podem contribuir para o desenvolvimento das pessoas, independentemente do gênero em que é classificado, diversas habilidades e capacidades podem ser trabalhadas por meio deles, algumas mais facilmente do que outras a depender do gênero do jogo.

## 2.2 Games e Aprendizagem

Na perspectiva de Koster (2010), o prazer inerente que os jogos digitais propiciam podem se relacionar diretamente com o aprendizado. A diversão surge quando endorfina é lançada em nosso sistema, fazendo o cérebro “sentir-se bem”.

Na interação com os jogos eletrônicos, as funções cognitivas são intensificadas a cada dia, o que permite às crianças, adolescentes e adultos a descoberta de novas formas de conhecimento, que hoje também ocorrem por meio da simulação de novos mundos. (ALVES, 2008, p. 21)

Mattar (2010) afirma que uma das grandes dificuldades no processo de aprendizagem é que a escola separa aprendizagem de prazer, como se ambos fossem fenômenos mutuamente exclusivos: onde tem aprendizagem não pode haver prazer ou diversão e vice-versa. Mas, pelo fato de os jogos serem uma atividade lúdica de participação espontânea e criativa, os jogos eletrônicos possuem um alto potencial de aceitabilidade e se modelados para fins educacionais podem tornar o processo de construção do conhecimento mais criativo, construtivo e atrativo.

As crianças de hoje querem ser envolvidas, e os *games* não só as envolvem, mas também ensinam lições valiosas durante o processo – lições que nós queremos que elas aprendam. Esses jogos, na verdade, são um meio importante pelo qual nossos filhos estão aprendendo, preparando-se para a vida no século XXI. (...) o verdadeiro segredo que faz nossos filhos dedicarem tanto tempo aos *games* é o conhecimento que eles adquirem. (PRENSKY, 2010, p. 28).

Corroborando com estes ideais de que os jogos eletrônicos podem ser utilizados para fins educacionais, Veen & Vrakking (2009) criaram o conceito de a geração “Homo zappiens” como sendo:

...uma nova geração que aprendeu a lidar com novas tecnologias, que cresceu usando múltiplos recursos tecnológicos desde a infância. Esses recursos permitiram ter controle sobre o fluxo de informações, mesclar comunidades virtuais e reais, comunicar-se e colaborar em rede, de acordo com suas necessidades. O Homo zappiens é um processador ativo de informação, resolve problemas de maneira muito hábil, usando estratégia de jogo, e sabe se comunicar muito bem. Sua relação com a escola mudou profundamente... o Homo zappiens é digital e a escola é analógica. (VEEN & VRAKING, 2009, p. 12)

Os jovens desta geração fazem uso de jogos eletrônicos com frequência, ocupando grande parte do seu tempo em meio a dispositivos eletrônicos. Segundo a pesquisa mais recente sobre jogos digitais, Censo Gamer (2012), 58% da população brasileira é jogadora de games e em média ficam na frente do videogame 2 horas por dia. É justamente considerando este contexto que os jogos eletrônicos podem auxiliar significativamente, despertando o interesse, a curiosidade, propiciando o desenvolvimento dos conhecimentos, de habilidades e competências de forma instigante e prazerosa.

Observando o contexto educacional contemporâneo baseado nos estudos de Prensky (2001), como também de Mattar (2010), é importante que haja uma mudança no currículo, de forma a se adequar ao novo ritmo desses aprendentes, já que a geração desta década está acostumada a receber informações mais rapidamente, preferem imagens a textos e são multitarefas.

Os professores devem estar atentos para o surgimento desses novos caminhos, que emergem cotidianamente na vida dos alunos, interatores do processo de produção e construção de conhecimento e cultura. (ALVES *et al*, 2007, p. 21)

Pensando nesse contexto onde a maioria dos jovens tem interesse por jogos eletrônicos, creio que uma aprendizagem baseada em jogos digitais pode atender a complexidade de características presentes na geração atual que sempre estão em busca de novas tecnologias. Este tipo de aprendizagem é bastante motivadora porque é divertida, versátil e possível de ser relacionada a quase todas as disciplinas.

Segundo Silveira (1999), os jogos computadorizados são elaborados para divertir os alunos e com isto prender sua atenção o que auxilia no aprendizado de conceitos, conteúdos e habilidades provocadas pelos jogos, pois, estimulam a autoaprendizagem, a descoberta, despertam a curiosidade, incorporam a fantasia e o desafio.

Para Ghensev (2010), os jogos eletrônicos (*games*) mobilizam diretamente a cognição do aluno e como em sua essência são sinestésicos, permitindo aos

alunos reagirem a estes estímulos através do tato, da percepção visual e auditiva, conseguem propiciar sensações e experiências imersivas.

Considerando tais perspectivas, compreendo que por meio dessas experiências que podem ser vivenciadas nos jogos, é possível auxiliar o aprendizado de conceitos, trabalhar a autoestima além de permitir que essas experiências rendam bons frutos no mundo real.

Com base nos estudos de Gee (2008), toda experiência de aprendizagem tem algum conteúdo, e este conteúdo pode ser ensinado de duas formas, direta e indiretamente. A primeira traz o conteúdo como foco principal, como ocorre na escola e na segunda o conteúdo é ensinado de forma indireta subsidiada pelos *games*. Para este autor, a segunda opção seria mais eficiente considerando as teorias recentes da aprendizagem para essas gerações atuais.

Mas, como forma de poder propiciar uma aprendizagem significativa que permita a aprendizagem dos conteúdos, Gee (2008) sinaliza 5 condições necessárias que devem ser encontradas nos *games*.

1. Os *games* precisam apresentar metas, pois a partir desse objetivo as pessoas podem direcionar melhor suas experiências em busca da sua realização.
2. As experiências devem ser interpretadas gerando lições e estas lições podem servir de auxílio para usos futuros no *game*.
3. Deve existir o feedback para que se reconheçam os erros.
4. Permitir diversas oportunidades para que sejam aplicadas às experiências já conhecidas.
5. Permitir que os jogadores aprendam a partir das experiências de outros jogadores através de discussões, etc.

Seguindo essas orientações de Gee (2008), é possível desenvolver jogos que possuam um design pedagógico capaz de contribuir no processo de ensino aprendizagem de conteúdos educacionais de forma que durante a interação

com os *games*, os alunos estimulam funções mentais fazendo com que as mesmas se desenvolvam a partir de cada situação complexa que o *game* apresenta e que precisa ser solucionada pelo *gamer*. Com base nos estudos de Vygotsky (2005), podemos afirmar que os jogos acabam agindo diretamente na Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), mediando a passagem do nível de desenvolvimento real para o potencial e assim a atuação dos *games* na ZDP podem auxiliar no processo de ensino aprendizagem.

De acordo com Prensky (2007), as principais habilidades desenvolvidas pelos *gamers*<sup>1</sup>, são:

- Facilidade para trabalhar em grupo;
- Capacidade de aprender de forma rápida;
- Iniciativa, atitude e criatividade;
- Capacidade de resolução problemas;
- Raciocínio e processamento de informações mais velozes;
- Processamento paralelo não linear;
- Capacidade de acesso randômico às informações;
- Preferência do visual ao textual; facilidade em aprender jogando;
- Desenvolvem atividades síncronas;

Estas habilidades evidenciadas nos *games* podem ser utilizadas para potencializar o processo de ensino aprendizagem dos conteúdos escolares. Alves (2004) apresentou a ideia de que a interação com os jogos como elementos mediadores permitem aos indivíduos se transformarem e se metamorfosearem, construindo assim novas funções psicológicas superiores por intermédio do processo de internalização, que ocorre com base nos níveis interpsicológico (interação do social) e intrapsicológico (construção individual).

Assim, considerando estas ideias, é possível utilizar dessas características presentes nos *games*, como também das habilidades trabalhadas neles para o desenvolvimento cognitivo e construção dos conceitos educacionais.

---

<sup>1</sup> termo utilizado para aqueles que utilizam jogos eletrônicos.

## 2.2 Games e Ensino da Matemática

Nesta década na Europa e Estados Unidos, os *games* têm sido utilizados no processo de mediação da aprendizagem matemática (Tabela 3). Alguns, como o *Dimension M* e o *Math City*, foram desenvolvidos com este propósito educacional e outros vêm sendo utilizados por apresentam características pertinentes ao ensino da Matemática, como cita Mattar (2010).

Tabela 3 - Alguns *games* utilizados no ensino da Matemática

GAMES	ENREDO
<i>Dimension M</i>	É um mundo de jogos imersivos em 3D, que envolve os alunos na aprendizagem e aplicação da matemática.
<i>Brain Age</i>	O jogo contém atividades para estimular o raciocínio, com problemas matemáticos e de lógica.
<i>Dream Box</i>	Game de aventura com dinossauros, piratas onde o <i>gamer</i> precisa resolver problemas de Matemática para progredir de fase.
<i>Lure of the Labyrinth</i>	Game para o ensino fundamental que inclui uma série de puzzles baseados em Matemática onde os alunos trabalham para encontrar um animal perdido e salvar o mundo de monstros.
<i>Math City</i>	Game colaborativo que envolve pais, professores e alunos.
<i>Yu-Gi-Yo</i>	O <i>gamer</i> precisa vencer duelos utilizando cartas que representam monstros cujos poderes são representados de forma numérica.

Fonte: Mattar (2010)

Dentro destes jogos sinalizados por Mattar (2010), o que possui maior destaque é *Dimension M* (Figura 2), desenvolvido direcionadamente para abordar e mediar conteúdos matemáticos e que contribuiu para o aumento do índice de aprovação em Matemática no exame anual do estado de Nova York de 78% para 82% no ano de 2007.



Figura 2 - Game *Dimension M*

A interação por parte dos alunos com esses *games* tem feito com que a fobia à Matemática seja diminuída gerando como consequência um aumento nas notas dos alunos, principalmente daqueles com dificuldades na disciplina.

O exemplo mais recente é o da *Featherstone High School* que fica em *Southall*, no Reino Unido. Depois de três anos usando nossa plataforma, boas notas no GCSE (uma prova que os alunos fazem aos 16 anos na Inglaterra) foi de 55% para 80%. (ROWLAND, 2013, p.1)

Algo que vem sendo utilizado em algumas instituições no Brasil, como o SESI Rio, é a plataforma MangaHigh<sup>2</sup> que oferece diversos conteúdos didáticos para a matemática por meio dos *games*. São cerca de 79 *games* competitivos e mais cerca de 60 mil desafios que podem ser propostos pelos professores e onde o desenvolvimento dos alunos pode ser acompanhado através de gráficos que demonstram a evolução da aprendizagem. Até o presente momento, a empresa MangaHigh só divulgou resultados preliminares sobre a contribuição dos jogos na aprendizagem dos alunos do SESI Rio.

Nossas conclusões preliminares confirmam que ainda há muito espaço para a melhora da matemática nos ensinos fundamental e médio. A média dos estudantes brasileiros na plataforma é 24% inferior à internacional. No entanto, há motivos para sermos otimistas. Percebemos que os estudantes brasileiros tendem a se engajar mais do que estudantes de qualquer outro lugar, com visitas 40% mais longas do que a média internacional... Um dia será possível dizer com mais propriedade que o uso de *games* é capaz de melhorar o desempenho das escolas no IDEB. (ROWLAND, 2013, p.1)

Moita (2007) afirma que os *games* em seu potencial educativo, geram nos jogadores uma predisposição para aprender, pois os *games* sempre partem de um raciocínio lógico e da resolução de problemas. Com base nesse potencial educacional, alguns *games* de fato podem ser utilizados no ensino da Matemática.

Os *games*, embora com algumas semelhanças em sua elaboração com os jogos tradicionais, possibilitam para além da possibilidade de simulação, movimento, efeitos sonoros em sua utilização corriqueira, uma interação com uma nova linguagem oriunda do surgimento e do desenvolvimento das tecnologias digitais, da transformação do computador em aparato de comunicação e da convergência das mídias. Proporcionam assim novas formas de sensibilidade, de sentir, pensar, de agir e interagir. (MOITA, 2006, p. 29)

---

<sup>2</sup> [www.mangahigh.com/pt-br/](http://www.mangahigh.com/pt-br/) - Acesso em 24 jul 2014 as 14:40.

Nas pesquisas realizadas pela empresa MangaHigh relacionando *games* de matemática, os alunos de instituições brasileiras e de outros países, é visto que os alunos brasileiros persistem em cerca de 8,6 tentativas, enquanto os alunos dos demais países tentam 3,1 vezes. Isso nos permite refletir que os estudantes brasileiros são mais persistentes na resolução de problemas que envolvem matemática e isso pode gerar uma melhoria no aprendizado desta disciplina

Minhas próprias observações reunidas a partir das visitas a escolas do país nos últimos dois anos sugere que, comparados com alunos do equivalente ao fundamental 2 em outros países, estudantes brasileiros não gostam muito de aulas dadas em um estilo seco, em um formato mais tradicional, sobretudo nas disciplinas mais difíceis. E os brasileiros não têm muita noção dos benefícios profissionais que o sucesso em matemática e ciências lhes pode trazer. (ROWLAND, 2013, p.1)

De posse desses dados, que mostram o progresso no ensino aprendizagem através dos jogos digitais, é possível que com base neles seja criada uma prática onde os jogos digitais sejam mediadores do processo de aprendizagem matemática, possibilitando dentro da perspectiva da educação matemática a criação de narrativas que contemplem um maior contato com as tendências da resolução de problemas, da modelagem matemática, da história da matemática permitindo assim um maior leque de possibilidades durante o processo de construção do conhecimento matemático.

### **2.3 Os *Games* sobre Equações e Funções Quadráticas**

Os estudos sobre as funções quadráticas demonstram os diversos campos de uso deste conteúdo como nos faróis de carro, antenas parabólicas, radares, lançamentos de projéteis, etc. É possível enxergar também o vasto campo de utilização das funções quadráticas na física, química, biologia, engenharia e outras áreas. São realizados cálculos de áreas de regiões sob curvas, localização de pontos na esfera terrestre, pontos de nivelamento entre despesas e lucros e outras coisas importantes no contexto social da população.

Dentro das pesquisas realizadas foram encontrados apenas 3 (três) *games* que contemplam conceitos matemáticos sobre funções quadráticas. Os dois primeiros, da empresa MangaHigh, são jogos casuais (simples e rápidos de aprender, não são complexos, quase exercícios animados sem uma narrativa que prenda os jogadores). Um desses *games* é o *The Recks Factor* (Figura 3). Nele o *gamer* precisa salvar a tripulação de um navio a deriva, para isso ele precisa dar a localização da área de busca através de funções.



Figura 3 – Game *The Recks Factor*

Neste jogo, são trabalhados os conceitos:

- Fatoração de quadráticas do tipo  $(x + 2)(x + 3)$ ;
- Fatoração de quadráticas do tipo  $(x - 3)(x + 2)$ ;
- Fatoração de quadráticas do tipo  $(2x + 1)(x - 3)$ ;
- Fatoração de quadráticas do tipo  $2(3x - 1)(x + 2)$ ;

Especificamente este jogo tem o intuito de trabalhar a parte algébrica e aritmética da resolução das equações quadráticas e sua relação com áreas de figuras planas retangulares. Como pode ser visto na Figura 3, é dada a equação  $x^2 + 4x + 4$  e o *gamer* precisa determinar o tamanho dos lados de um retângulo que satisfaça a equação dada. Neste caso os lados desse retângulo

são  $(x+2)$  e  $(x+2)$ , pois quando multiplicados formam um quadrado regido pela equação  $x^2+4x+4$ .

O outro jogo que também envolve conceitos sobre funções quadráticas é o *Save Our Dumb Planet* (Figura 4) da mesma empresa MangaHigh. O objetivo deste jogo é proteger a Terra dos meteoros e outros perigos espaciais, utilizando os conhecimentos de álgebra para precisamente calcular a trajetória dos mísseis que lançados da Terra destruirão os meteoros.



Figura 4 - Game - *Save Our Dumb Planet* – MangaHigh

Este jogo relaciona as funções, os pares ordenados que pertencem as funções e a construção do gráfico dessas funções. Na fase 2 (Figura 5), que traz as funções quadráticas, alguns obstáculos surgem no espaço entre a terra e o meteoro. É necessário usar fórmulas quadráticas para flexionar a trajetória do míssil que sai da terra rumo ao meteoro, sem atingir nenhum dos satélites ou naves que estão na órbita do planeta.



Figura 5 - Game - *Save Our Dumb Planet* – Fase 2

Nesta situação o meteoro está no par ordenado (5;75). As três opções de funções que podem ser usadas são  $y=5x^2$ ,  $y=3x^2$  e  $y=4x^2$ . Destas, a única que satisfaz o uso deste par ordenado é  $y=3x^2$ , pois  $3.(5)^2$  é igual a 75 (Figura 6). Neste momento, é necessário determinar no plano cartesiano outros 2 pontos que também pertençam a esta função, para que seja disparado o míssil corretamente.



Figura 6 - Solução do *Game Save Our Dumb Planet*

Comparado ao primeiro jogo, esse é mais complexo, pois depende de mais variáveis para a sua resolução e um nível de conhecimento maior sobre as funções quadráticas e suas relações com os pares ordenados e construção de gráficos e sua atuação nas trajetórias de projéteis.

Outro *game* que faz bastante sucesso, pois foi desenvolvido visando o entretenimento, com uma mecânica (regras e procedimentos) simples e que traz indiretamente o conteúdo das funções quadráticas é o *Angry Birds* (Figura 7). Seu objetivo é atirar pássaros com um estilingue gigante, acabando com os porcos que roubaram os ovos.



Figura 7 - Game Angry Birds

Ao lançar os pássaros através do estilingue é formada uma trajetória parabólica e com tentativas e erros ajustando força e ângulo do lançamento é possível chegar ao objetivo de acabar com os porcos (Figura 8).



Figura 8 - Game Angry Birds

Moita *et al* (2013) aborda em seus estudos a interação dos alunos com este jogo. Para eles, o jogo serviu como um recurso tecnológico para o ensino da matemática, assumindo um papel dinâmico de instigador de habilidades importantes, como a aceitação de riscos e as formas de lidar com as perdas, além do desenvolvimento cognitivo para a resolução de problemas, características esperadas dos alunos. Através de montagens de imagens sobrepostas ao jogo original e modelos a partir de simuladores das situações vivenciadas no jogo é possível fazer o estudo de vários pontos sobre funções quadráticas como as coordenadas do vértice, a altura e distância máxima (Figura 9).

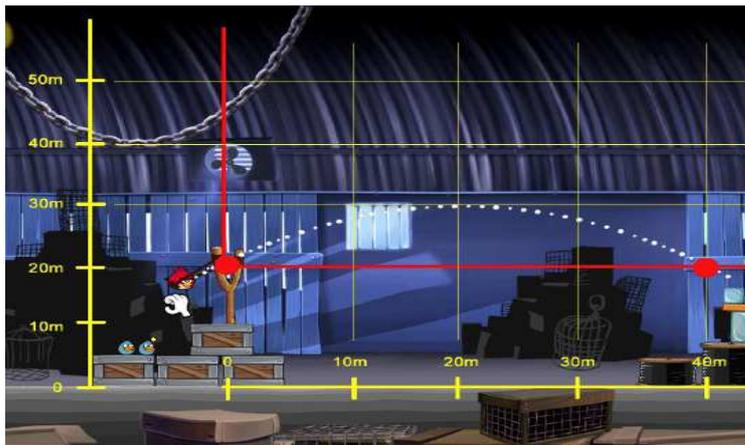


Figura 9 - Game Angry Birds - modelado

...elaboramos alguns gráficos a partir da interface visual do jogo, que nos permite relacionar tópicos da matemática sobre: raízes da função do 2º grau, através do lançamento de um pássaro e conceitos de  $y$  e  $x$  do vértice relacionando com a altura máxima atingida. (MOITA *et al*, 2013, p. 3)

Através de adaptações feitas a partir do jogo original é possível identificar as funções que regem a trajetória que os pássaros precisam fazer para atingir os porcos. Em uma das versões encontradas, a função quadrática está escrita em uma forma que utiliza o par ordenado do vértice. Nesta simulação (Figura 10), é possível arrastar os pontos (em vermelho) na régua de *stretch* (alcance), *translate vertically* (deslocamento vertical) e *translate horizontally* (deslocamento horizontal) modificando a trajetória da função (em lilás) encontrando aquela que mais se adequa a resolução deste desafio.

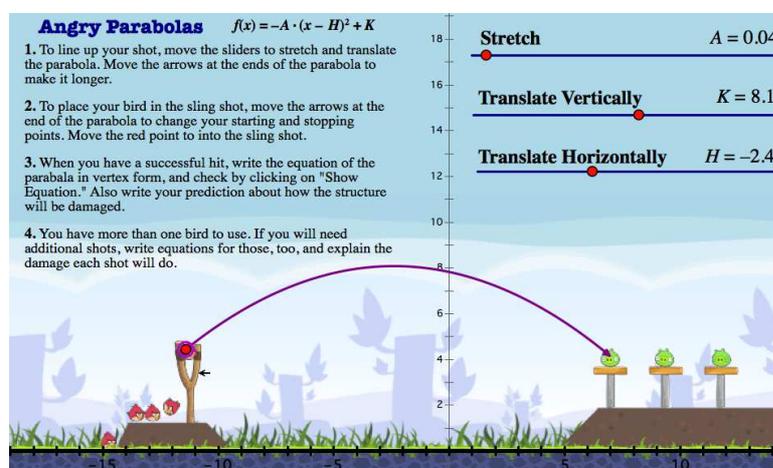


Figura 10 - Game Angry Birds Parábolas

Uma outra possibilidade pensada pelo professor John Burk, de Atlanta - Estados Unidos, a partir do *Angry Birds* é trabalhar os conceitos da física como altura máxima alcançada, distância máxima, equação de Torricelli, função horária das posições (outra forma de escrita da função quadrática), além de possibilitar a análise das forças que vão atuar no pássaro ao longo da trajetória de voo. Com base nas situações do jogo ele utiliza das telas do jogo para basear a construção dos cálculos e funções necessárias para resolução da situação (Figura 11).

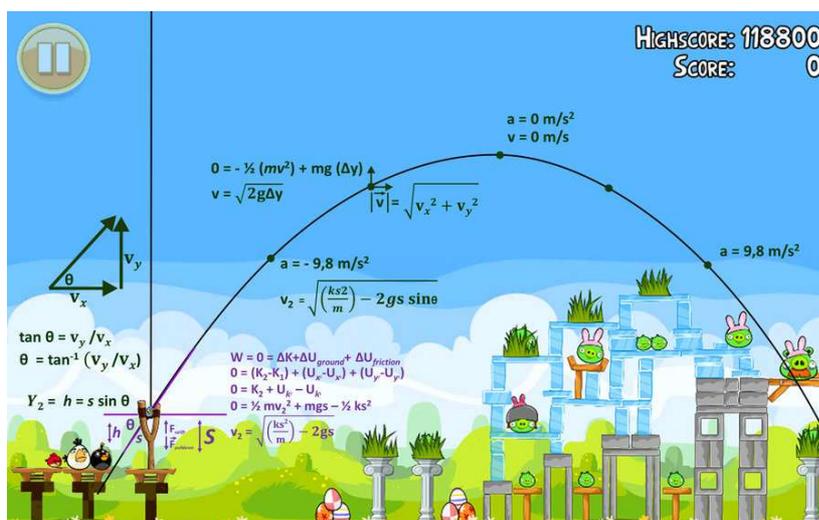


Figura 11 - Game Angry Birds Física

Depois de analisar esses jogos, foi possível através da Tabela 4, compará-los evidenciando suas qualidades e limitações, servindo de base para a determinação dos aspectos que iriam ser contemplados no jogo D.O.M..

Tabela 4 – Comparativo entre os jogos

Jogo	Conteúdo	Características	Limitações
<i>The Recks Factor</i>	estudo da função quadrática através de situações onde é preciso encontrar um ponto de máximo (determinação de área máxima).	apresenta mais momentos de interatividade com o jogador através da maior variedade de possibilidades de acerto nos desafios, além da tensão exercida pelo aumento de navios a serem salvos em determinado tempo.	O jogo mantém a mesma base para resolução dos desafios, se tornando algo repetitivo com o passar do tempo no jogo.
<i>Save Our Dumb Planet</i>	relaciona os pares ordenados que pertencem as funções e a construção do seu respectivo gráfico	exige pouco do jogador, já que só é necessário escolher entre 3 possibilidades de função qual a resposta correta. Apesar do aumento de nível nas fases os desafios podem	o jogo tem um aspecto estático que pode diminuir o interesse pelo jogo, já que não há uma narrativa que permita maior imersão

		ser resolvidos por tentativa e erro.	por parte do jogador.
<i>Angry Birds</i>	trajetórias parabólicas, altura e distância máxima (indiretamente)	jogo voltado para fins de entretenimento sem fins educacionais.	como não é um jogo educacional, depende de modelagens fora do momento do jogo para que seja abordado o conteúdo matemático.

Fonte: Próprio Autor

Observando o cenário atual e a quantidade de jogos disponíveis é possível notar que há poucos jogos digitais disponíveis que contemplem a temática de funções quadráticas. Com isso, o desenvolvimento do jogo D.O.M. visa contribuir para esse campo, sendo um tipo de jogo *mimicry* que apresenta uma narrativa que desperte o desejo de imersão neste círculo mágico, onde se articulado em um mesmo jogo entretenimento e aprendizagem, onde é possível ao jogador, dentro do próprio jogo sem quebrar sua dinâmica, explorações matemáticas que o permita levantar conjecturas e reconhecer padrões e outros conhecimentos sobre as funções quadráticas que ainda não foram contemplados por esses jogos pesquisados.

#### 2.4 O Jogo D.O.M. e as suas Contribuições no Ensino das Funções Quadráticas

O jogo digital D.O.M. (Figura 12), tem por objetivo contemplar conhecimentos sobre função quadrática que não foram encontrados nos jogos do cenário atual, além de possibilitar uma maior interação através de um jogo que apresente uma narrativa que desperte a vontade de aprender matemática jogando.



Figura 12 - Game D.O.M.

No jogo, os conceitos que são abordados se referem a relação dos coeficientes com o gráfico das funções, considerando que não há jogos que discutam essa temática e tendo por base o que consta nos referenciais curriculares do ensino médio.

O estudo da função quadrática pode ser motivado via problemas de aplicação, [...].O estudo dessa função – posição do gráfico, coordenadas do ponto de máximo/mínimo, zeros da função – deve ser realizado de forma que o aluno consiga estabelecer as relações entre o “aspecto” do gráfico e os coeficientes de sua expressão algébrica, evitando-se a memorização de regras.[...] a identificação do gráfico da função quadrática com a curva parábola, entendida esta como o lugar geométrico dos pontos do plano que são equidistantes de um ponto fixo (o foco) e de uma reta (a diretriz). (BRASIL, 2006, p.73)

Considerando estas orientações que norteiam o processo de ensino da matemática no ensino médio, o jogo discutirá mais precisamente as seguintes relações:

1) Correlação entre os coeficiente A, B e C e a posição do gráfico no plano cartesiano.

- Coeficiente A – determina se a parábola tem concavidade voltada para cima ou para baixo (Figura 13).

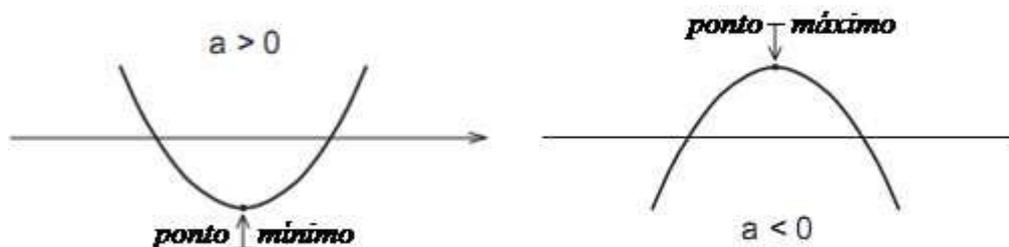


Figura 13 - Parábola x Coeficiente A

- Coeficiente B - há uma relação entre o coeficiente b e o lado onde o vértice da parábola está. Se os sinais dos coeficientes a e b forem diferentes o vértice da parábola estará no lado direito do eixo y (Figura 14). Se os sinais dos coeficientes a e b forem iguais o vértice da

parábola o vértice da parábola estará no lado esquerdo do eixo  $y$  (Figura 15).

Sinais diferentes dos coeficientes  $a$  e  $b$ .

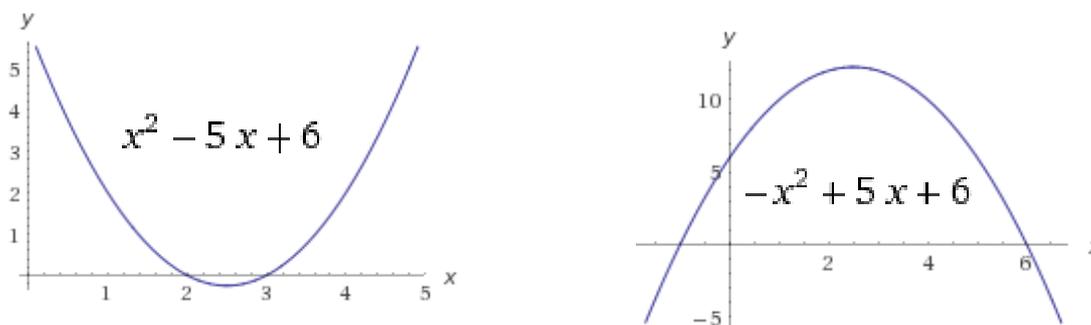


Figura 14 - Parábola x Coeficiente B

Sinais iguais dos coeficientes  $a$  e  $b$ .

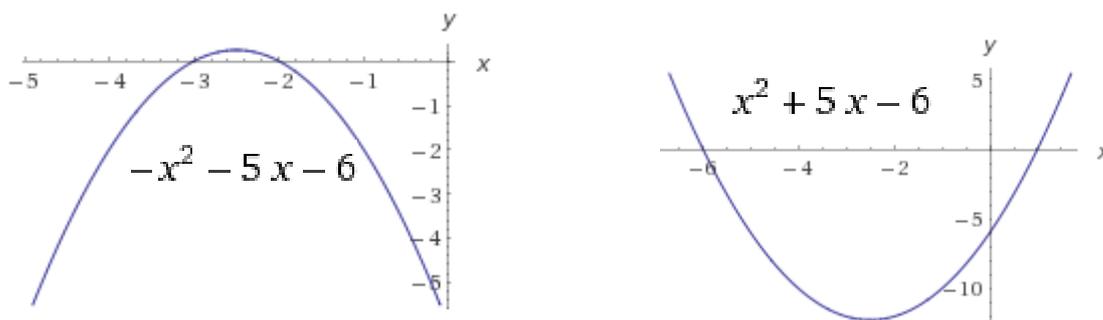


Figura 15 - Parábola x Coeficiente A

- Coeficiente  $C$  - é o ponto onde a parábola corta o eixo  $y$ . Verifica-se que o valor do coeficiente  $c$  na lei de formação da função corresponde ao valor do eixo  $y$  onde a parábola o intersecta (Figura 16).

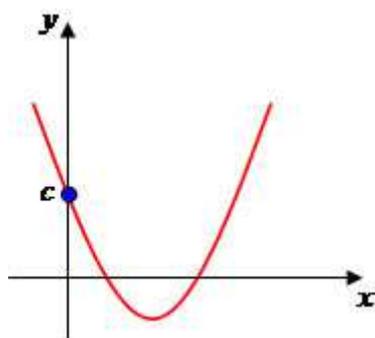


Figura 16 - Parábola x Coeficiente C

Estes conceitos, que são simples de compreender, serão abordados na primeira fase do game através do Puzzle 1 (Figura 17), onde o personagem aperta os botões correspondentes aos coeficientes até conseguir encaixar a parábola na posição correta dentro do plano cartesiano.

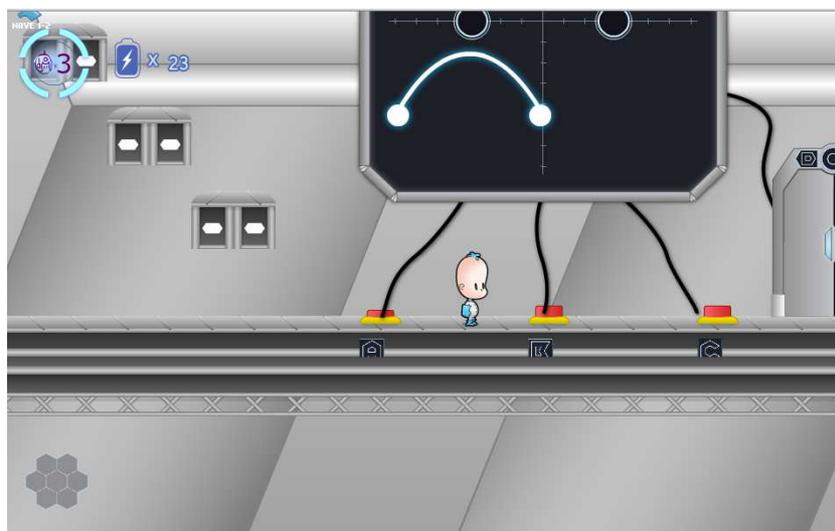


Figura 17 - Puzzle 1

## 2) Correlação entre os coeficiente e o formato do gráfico no plano cartesiano.

- Coeficiente A – quanto maior o valor absoluto deste coeficiente, maior será a taxa de variação  $a = \frac{\Delta y}{\Delta x}$  a partir do vértice da parábola (Figura 18).

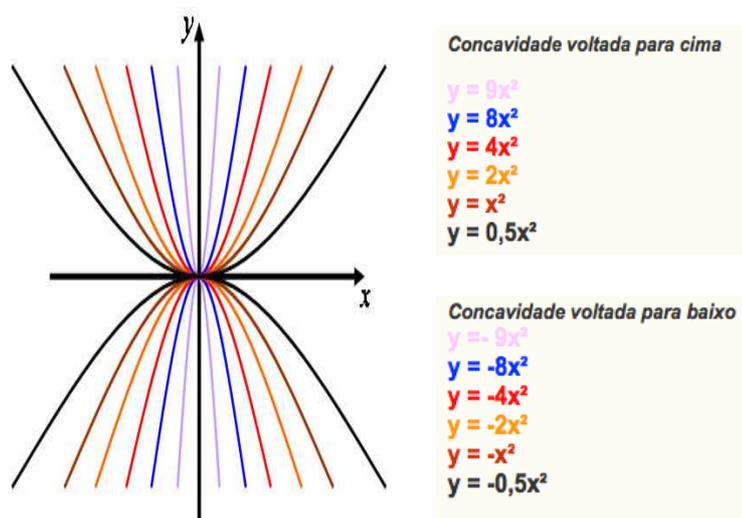


Figura 18 – Parábola x Coeficiente A

- Coeficiente B - determina o posicionamento do vértice da parábola considerando o eixo y do plano cartesiano. Alterando os valores do coeficiente b, a parábola contorna o centro do plano cartesiano (Figura 19).

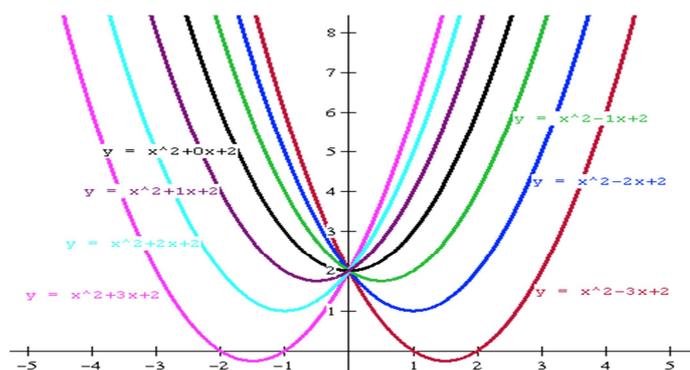


Figura 19 - Parábola x Coeficiente B

- c) Coeficiente C - determina a distância da parábola com relação ao eixo x (Figura 20).

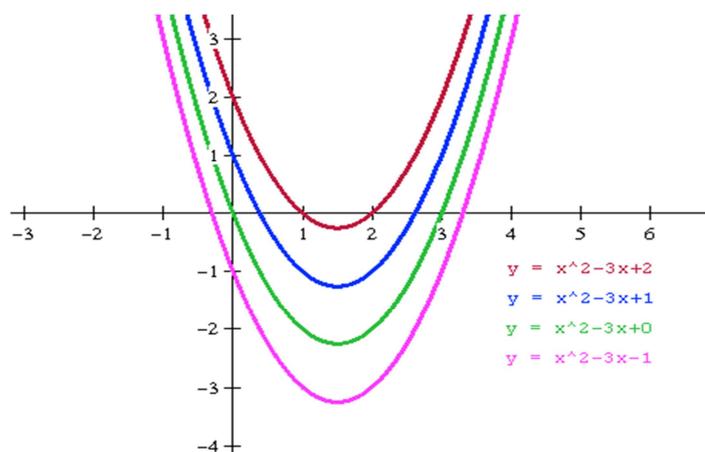


Figura 20 - Parábola x Coeficiente C

No segundo Puzzle (Figura 21), o *gamer* precisa fazer com que a parábola se encaixe no formato da cápsula de teletransporte da nave. Alterando os valores dos coeficientes para mais ou para menos, a parábola se movimenta seguindo as propriedades de cada coeficiente.



Figura 21 - Puzzle 2

Outro momento em que são utilizados os conhecimentos sobre funções quadráticas e indiretamente a ideia das raízes da função é no Puzzle 3 (Figura 22), onde o personagem precisa acertar um ponto específico da pedra através de um raio em trajeto parabólico que sai do seu capacete, quebrando esta pedra que se movimenta e o possibilita prosseguir no jogo.



Figura 22 - Puzzle 3

De posse desta base norteadora de como são abordados os conhecimentos sobre funções quadráticas do jogo, no Capítulo 3 será discutido como ocorreu o processo de modelagem computacional e desenvolvimento do jogo.

### 3. A MODELAGEM COMPUTACIONAL

O desenvolvimento de jogos digitais vem ganhando mais espaço a cada ano e o grande aumento do mercado de entretenimento virtual, tem exigido cada vez mais um conhecimento técnico específico e um domínio nos processos de engenharia de software.

Segundo a empresa de pesquisas GfK, em 2012 (pesquisa mais recente), o mercado brasileiro de jogos eletrônicos movimentou cerca de R\$ 1 bilhão, aumentando as vendas de jogos e consoles em 135%. Essa mesma pesquisa aponta que a venda de consoles no Brasil tem superado países, como Alemanha, Espanha e Inglaterra.

Segundo a Price Water House Coopers, o mercado mundial de jogos digitais movimentou US\$ 57 bilhões em 2010, enquanto o de cinema, US\$ 31.8 bilhões. Em 2011 o setor movimentou US\$ 74 bilhões, e as previsões indicam que deverá ultrapassar US\$ 82 bilhões em 2015. No Brasil, estima-se que o mercado já esteja perto de US\$ 3 bilhões. (CENSO GAMER, 2012, p. 6)

O processo de desenvolvimento de jogos digitais é diferenciado dos softwares corporativos. Enquanto os softwares dependem de métodos cíclicos (iterativos), os jogos eletrônicos são desenvolvidos através de métodos de desenvolvimento ágil (pequenas equipes) ou pelo processo de software pessoal (PSP) (grandes equipes). A metodologia de desenvolvimento ágil se caracteriza por ser um *framework* conceitual de engenharia de software que promove o desenvolvimento através de curtos ciclos de vida do projeto, minimizando os riscos em sua produção, enquanto o (PSP) é um processo para a elaboração de projetos individuais que busca a melhoria da capacidade de organização do indivíduo favorecendo assim a melhoria da capacidade organizacional como um todo.

Anteriormente à utilização das metodologias de desenvolvimento ágil e PSP, um modelo bastante usado para o desenvolvimento de *games* era o modelo sequencial linear, chamado também de modelo cascata (Figura 23).

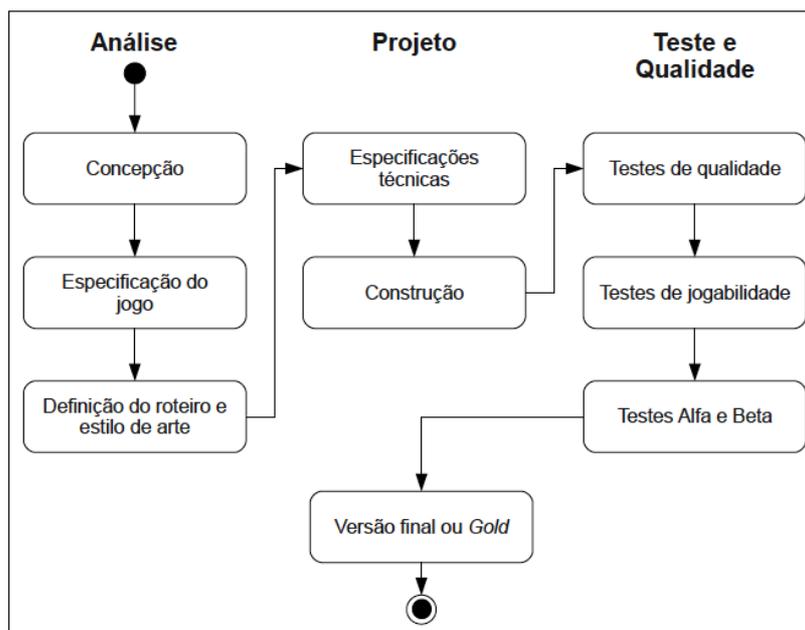


Figura 23 - Modelo de Desenvolvimento Cascata - PETRILLO(2008)

Dentro da dinâmica do desenvolvimento de games, o modelo cascata (Figura 23) apresenta algumas fragilidades, pois este tipo de projeto que envolve *games*, não segue muitas vezes um fluxo linear de ações. Por este motivo, a metodologia de desenvolvimento ágil propicia um melhor direcionamento do processo pela utilização de uma ferramenta bastante eficaz, o *scrum*. O *scrum* é um processo de gerenciamento e controle de desenvolvimento de *softwares* e produtos complexos. Dentro dele, são definidos o que será desenvolvido e modificado diariamente.

Segundo Highsmith (2002), o *scrum* possui ciclos de 30 dias, chamado *sprints*, onde a cada reunião no final deste período são determinadas as novas atividades a serem feitas (Figura 24).

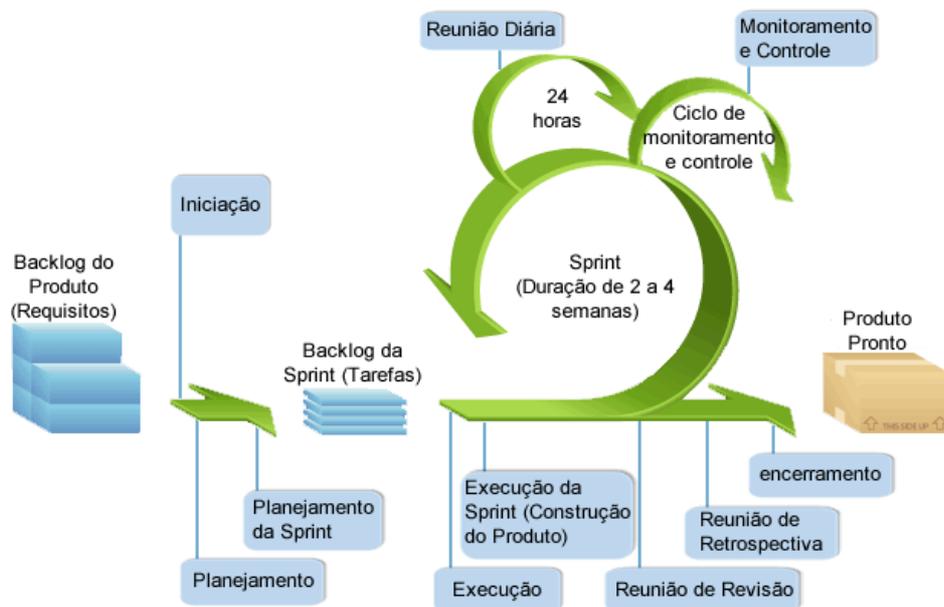


Figura 24 - Scrum

Dentro do *scrum* há 3 documentos importantes, o *backlog* do produto, o gráfico *burndown* e o *sprint backlog*. O *backlog* do produto é o que precisa ser desenvolvido. O gráfico *burndown* (Figura 25) apresenta a relação entre o que está sendo produzido e o tempo da produção, onde a meta é zerar o que precisava ter sido produzido no final do período proposto. O *sprint backlog* é a definição das tarefas para próxima entrega.

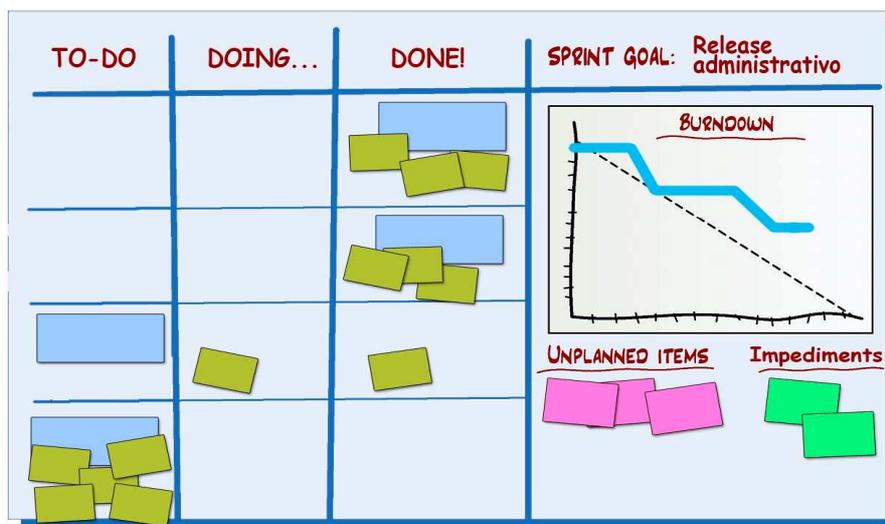


Figura 25 – Kanban - Scrum

Segundo Keith (2010), o *scrum* é uma das maiores ferramentas de gerenciamento ágil, permitindo a comunicação diária e a valorização do produto final. A metodologia ágil é a ideal para o desenvolvimento de jogos, pois provê uma abordagem incremental onde artistas, projetistas e programadores se focam tanto na diversão como no trabalho do desenvolvimento.

Para Gershenfeld, Loparco, Barajas (2003) o desenvolvimento de jogos eletrônicos é uma atividade incrivelmente complexa e dura. Aliar em um processo de produção uma equipe multirreferencial<sup>3</sup> que tem demandas de arte, som, jogabilidade, controles, inteligência artificial e outras variáveis é algo difícil para ser gerenciado.

Considerando esta complexidade no processo de produção, Clua (2004) sugere a utilização de uma estrutura para o desenvolvimento de jogos eletrônicos (*games*) a partir das seguintes etapas, conforme a Tabela 5.

Tabela 5 - Etapas de Desenvolvimento de um *Game*

Etapas	Período de Execução							
	Início							Fim
<i>Game Design</i>								
Rascunho dos Objetos e Cenário								
Modelagem								
Engenharia de <i>Software</i>								
Programação								

Fonte: Clua (2004)

Segundo este autor, o *Game Design* é a etapa em que o jogo é criado. Rascunho dos objetos é a etapa de concepção e desenhos dos cenários. A modelagem é o processo onde são feitos os desenhos definitivos. A etapa de engenharia de *software* envolve o sistema de computação do jogo, que dará suporte a etapa de programação, onde o jogo é desenvolvido para uma determinada plataforma.

<sup>3</sup>multirreferencialidade pode ser entendida como uma pluralidade de olhares dirigidos a uma realidade e uma pluralidade de linguagens para traduzir esta mesma realidade e os olhares dirigidos a ela. (FAGUNDES; BURNHAM,2001, p. 48)

O processo de *Game Design* apesar de ser demonstrado por Clua (2004) de uma forma simplificada traz outros componentes que precisam ser contemplados. Rollings e Morris *apud* Tavares (2009) especificam mais detalhadamente o que há por dentro do *game design*.

Tabela 6 - Etapas do *Game Design*

<b>(A) GERENCIAMENTO E DESIGN</b>
<i>Game Designer</i> <i>Level Designer</i> (Designer de níveis ou fases) <i>Character Designer</i> (Designer de Personagens) Gerente de Projeto Gerente de <i>Software</i>
<b>(B) PROGRAMAÇÃO</b>
<i>Lead Programmer</i> (Programador Condutor) Programadores
<b>(C) ARTE VISUAL</b>
<i>Lead Artist</i> (Artista Condutor) Artistas visuais (modeladores, ilustradores etc.)
<b>(D) MÚSICA</b>
Músico Efeitos sonoros e diálogos Programador de áudio
<b>(E) CONTROLE DE QUALIDADE</b>
Q. A. <i>Lead</i> (Condutor de controle de qualidade) Q. A. <i>Technicians</i> (Controladores de qualidade) <i>Playtesters</i> (Jogadores avaliadores)
<b>(F) OUTROS</b>
Especialistas em outras áreas (educadores, consultores etc.) Técnicos em áreas diretamente relacionadas (captura de movimentos, roteirista, etc.)

Fonte: Tavares (2009)

Como pôde ser visto na Tabela 6, o *game design* depende de vários profissionais de áreas diferentes, sua produção é multirreferencial e depende de uma visão holística por parte de todos os membros da equipe, cabendo ao *game designer* uma liderança ímpar sobre todos da equipe.

É tácito que em um processo de desenvolvimento de um game pela sua complexidade e pela quantidade de pessoas envolvidas neste processo, podem haver vários problemas durante o seu desenvolvimento. Petrillo (2008), sinaliza alguns problemas no desenvolvimento de *games* com base nos *postmortems* (documento escrito no término de um projeto relatando os

acontecimentos durante o processo de desenvolvimento de jogos) disponibilizados pelo site *gamasutra*<sup>4</sup>.

- 1) Literatura especializada com lacunas teóricas – a literatura sobre games não retrata a complexidade dos projetos.
- 2) Escopo deficiente, irreal ou ambicioso – os escopos não são pré-estabelecidos muito bem, causando problemas quanto a criação e retirada de *features* (seqüência de fases e funcionalidades).
- 3) Cronograma – são esquecidos dentro do cronograma possíveis problemas que podem acontecer e outros tipos de situação que podem acumular atrasos no projeto.
- 4) *Crunch time* (horas extras) - sobrecarga de trabalho no processo de validação para a entrega do projeto finalizado.
- 5) Tecnologia utilizada – os jogos possuem avançada utilização na parte gráfica e a plataforma em que será desenvolvido o jogo deve ser pensada tanto para a equipe de desenvolvimento como também para aqueles que utilizarão o jogo.
- 6) Falta de documentação – as fases do processo de criação não são documentados o que cria certa dificuldade caso haja uma mudança de integrantes na equipe.
- 7) Problemas de comunicação – a comunicação entre os membros da equipe precisa ser boa a fim de evitar ambiguidades dentro do processo principalmente com a equipe técnica e equipe de arte.

Como forma de evitar estes problemas sinalizados por Petrillo (2008), principalmente pelo fato de o jogo D.O.M. ser desenvolvido por uma equipe multirreferencial, o uso da Linguagem de Modelagem Unificada (U.M.L.) pode auxiliar este processo, diminuindo os problemas de comunicação entre a equipe de desenvolvimento, facilitando o processo de documentação e até mesmo fornecendo uma literatura que dê subsídios para outras equipes no desenvolvimento de jogos digitais.

---

<sup>4</sup><http://www.gamasutra.com>. Acesso em 24 Jun 2014 às 16:50.

Portanto, este estudo pretende incorporar alguns “módulos” da U.M.L. no processo do scrum (Figura 26), demonstrando onde e como é possível integrar esses conceitos considerados antagônicos, já que a U.M.L. tem como objetivo documentar as fases de desenvolvimento de software, enquanto o scrum prega o mínimo possível de documentação, com foco total no desenvolvimento de código.

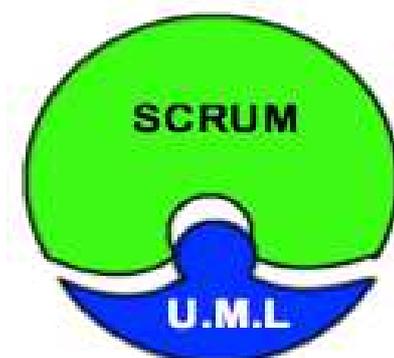


Figura 26 – Módulo U.M.L. no Scrum

Assim, a perspectiva desta pesquisa é complementar o processo do scrum, sem quebrar a dinâmica do desenvolvimento ágil, utilizando de alguns artefatos presentes na U.M.L., no intuito de diminuir as falhas nesse processo de produção e buscar uma melhor eficiência no processo de desenvolvimento de jogos digitais.

### 3.1 A Linguagem de Modelagem Unificada (U.M.L.)

No processo de desenvolvimento de softwares é comumente utilizado a *Unified Modelling Language* (U.M.L.). Segundo Booch, Rumbaugh e Jacobson, (2000) criadores da U.M.L., essa linguagem proporciona uma padronização na preparação de planos de arquitetura de projetos de sistemas, incluindo aspectos conceituais, tais como processos de negócios e funções do sistema, além de itens concretos como as classes escritas em determinada linguagem de programação, esquemas de banco de dados e componentes de *software* reutilizáveis.

Apesar de o processo de desenvolvimento de um *game* ser bem distinto de outros *softwares* convencionais, pelo fato de envolver uma série de

especificidades como arte e *design*, roteiro, jogabilidade, interatividade e no caso dos que são produzidos para fins educacionais, os aspectos pedagógicos, a U.M.L. pode possibilitar uma maior eficiência no processo de desenvolvimento dos games e assim contribuir melhor para o avanço do mercado de games no Brasil, como também na qualidade dos jogos que são produzidos.

### **3.1.1 Como se Organiza a *Unified Modelling Language* (U.M.L.)?**

A U.M.L. é uma notação de diagramas para especificar, visualizar e documentar modelos de aplicações orientadas a objetos de modo a facilitar a visualização e comunicação entre a equipe de desenvolvimento. A U.M.L. surgiu da união de três metodologias de modelagem: o método de Booch, o método OMT (*Object Modeling Technique*) de Jacobson e o método OOSE (*Object-Oriented Software Engineering*) de Rumbaugh.

Segundo Guedes:

a U.M.L. não é uma linguagem de programação, mas uma linguagem de modelagem, cujo objetivo é auxiliar os engenheiros de *software* a definir as características do software, tais como seus requisitos, seu comportamento, sua estrutura lógica, a dinâmica de seus processos e até mesmo suas necessidades físicas em relação ao equipamento sobre o qual o sistema deverá ser implantado. (GUEDES, 2007, p.13)

A U.M.L. é composta por muitos elementos de modelo que representam as diferentes partes ou pontos de vista do sistema. Os diversos diagramas que compõem a U.M.L. são:

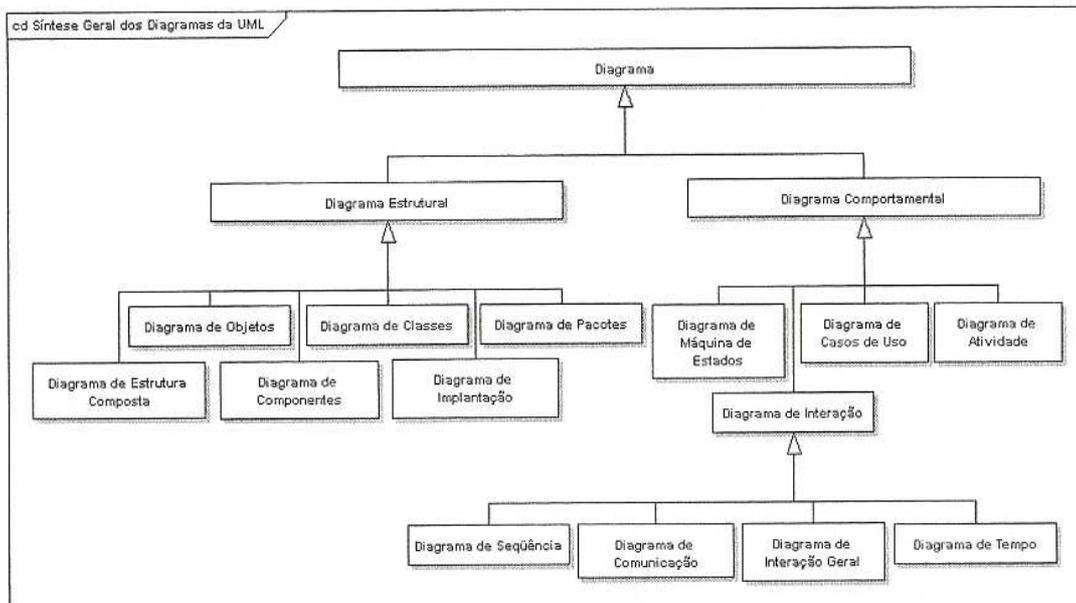


Figura 27 - Tipos de Diagrama da U.M.L. GUEDES (2007)

Segundo Guedes (2007) os Diagramas da U.M.L. são divididos em Diagramas Estruturais e Diagramas Comportamentais, e estes subdivididos em Diagramas de Interação.

### ***Diagramas Estruturais:***

Objetos – fornece uma visão dos valores armazenados pelos objetos de um diagrama de classe em um determinado momento da execução de um processo.

Estrutura Composta – utilizado para modelar cooperações de um conjunto de entidades colaborativas interpretadas por instâncias que cooperam para execução de uma função específica.

Componentes – representa os componentes do sistema (códigos-fonte, bibliotecas, formulários, arquivos de ajuda, módulos executáveis).

Classes – define as estruturas das classes, determinando atributos, métodos e os relacionamentos entre elas.

Pacotes – representam os subsistemas quem compõe o sistema macro.

Implantação – determina as necessidades de hardware de sistema, características físicas como, servidores, estações, topologias, etc.

### ***Diagramas Comportamentais:***

Máquina de Estado – Acompanha as mudanças sofridas nos estados de uma instância de uma classe.

Caso de Uso – representa os atores, (usuários e softwares) que interagem com o sistema.

Atividade – descreve os passos a serem percorridos para a conclusão de uma atividade específica.

### **Diagramas de Interação:**

Sequência – mostra objetos e uma sequência das chamadas feitas para outros objetos.

Comunicação - mostra objetos e seus relacionamentos, colocando ênfase nos objetos que participam na troca de mensagens.

Interação geral – fornece a visão ampla dentro de um sistema ou processo de negócio.

Tempo – demonstra a mudança de estado de um objeto no tempo em resposta a eventos externos.

O objetivo dos diversos diagramas é fornecer múltiplas visões do sistema a ser modelado, analisando-o e modelando-o sob diversos aspectos, procurando-se assim atingir a completitude da modelagem, permitindo que cada diagrama complemente os outros. Cada diagrama da U.M.L. analisa o sistema, ou parte dele, sob uma determinada ótica; é como se o sistema fosse modelado em camadas. Alguns diagramas enfocam o sistema de forma mais geral, apresentando uma visão externa do sistema, como é o objetivo do Diagrama de Casos de Uso, ao passo que outros oferecem uma visão de uma camada mais profunda do *software*, apresentando um enfoque mais técnico ou ainda visualizando apenas uma característica específica do sistema ou um determinado processo. (GUEDES, 2007, p.14)

Guedes (2009) sinaliza que realizar a análise da modelagem do sistema são os principais objetivos da U.M.L.. Seus diagramas fornecem inúmeras visões de como deve ser modelado, o que facilita para o entendimento e cobertura total dos processos por meio de uma modelagem que contemple todas as áreas, de forma que os diagramas trabalhem em conjunto.

A utilização de diversos diagramas permite que falhas possam ser descobertas nos diagramas anteriores, diminuindo a possibilidade de ocorrência de erros durante a fase de desenvolvimento do software. (GUEDES, 2007, p.15)

Apesar da grande utilização da U.M.L. no desenvolvimento de softwares convencionais e da facilidade de se encontrar modelos documentais dessa utilização, no ramo de jogos digitais não são encontrados muitos relatos e registros documentais sobre a utilização da U.M.L. pelas equipes de desenvolvimentos de jogos. Pensando nesta demanda, este estudo também visa fornecer subsídios documentais sobre a utilização da U.M.L. no desenvolvimento de um jogo digital, inserido no processo de desenvolvimento ágil, com o uso do *scrum*, permitindo assim que seja verificada a potencialidade da utilização da U.M.L. servindo como base para a construção do *game* deste estudo.

### 3.2 Uso do Flash

O desenvolvimento formal de um software se caracteriza pela definição dos requisitos da aplicação, da especificação dos objetivos, do projeto iterativo, os processos contínuos de testes e da implementação do software<sup>5</sup>. (PEREIRA, 2002, p.135)

Considerando esta sinalização de Pereira (2002), durante o período de pré-produção do *game* ao serem levantados os requisitos, considerando as demandas presentes nos Centros Juvenis de Ciência e Cultura (CJCC)<sup>6</sup>, foi observado que os computadores possuíam sistemas operacionais *Windows* e

---

<sup>5</sup>Traduzido pelo Autor: El desarrollo formal de software se caracteriza por la definición de los requerimientos de la aplicación, la especificación de los objetivos, el diseño iterativo, los procesos continuados de test y la implementación del software (PEREIRA, 2002, p.135)

<sup>6</sup>Ressalto que o jogo D.O.M. não foi desenvolvido para fins comerciais. O mesmo será utilizado nas escolas públicas conforme é estabelecido pela agência de fomento, neste caso, a Secretaria Estadual de Educação da Bahia.

Linux, memórias que não ultrapassem 2 GB, além da ausência de placas de vídeo que suportem gráficos muito pesados.

Das *engines* (motores) de desenvolvimento de game utilizadas pela equipe uma era o *Unity* e a outra, o *Flash Action Script*. O *Unity 3D* tem sido bastante utilizado no desenvolvimento de jogos de grande aceitação no mercado como *Slender*, *Surgeon Simulator*, etc. Apresenta uma grande qualidade visual, perfeição nos movimentos dos personagens. As grandes dificuldades da utilização do *Unity 3D* seria pelo fato de que como o D.O.M. se trata de um jogo 2D não seria utilizado o potencial que o *Unity 3D* poderia proporcionar e quando fosse executado o *game* no sistema operacional Linux, seria necessário uma grande quantidade de bibliotecas para download, o que complicaria a acessibilidade ao jogo considerando o tipo de conexão à internet disponível nas escolas públicas.

Por esses motivos foi decidido pela utilização da linguagem de *script* orientada a objetos *Flash ActionScript*<sup>7</sup>, além de a mesma apresentar uma interface intuitiva, fácil de usar, é uma linguagem de programação robusta, poderosa e bastante simples. Segundo Rhodes (2008) a plataforma Flash possui as seguintes vantagens:

- Ser uma excelente ferramenta para a criação de jogos, pois seu ambiente de scripts é sofisticado o bastante para permitir a inclusão de comportamentos físicos da vida real e elementos de movimento nos jogos.
- Ser um aplicativo vetorial que permite a criação de elementos gráficos extremamente pequenos.
- Integrar de forma avançada sons e música, permitindo a criação de novas experiências que apelam a todos os sentidos.

---

<sup>7</sup>Ressaltamos que o *Flash* encontra-se em processo de descontinuidade tendendo a ser substituído pelo *HTML 5*, entre outras tecnologias. Contudo, a nossa opção pela linguagem relaciona-se com o fato de já se ter outros projetos desenvolvidos para o CJCC utilizando o *Flash ActionScript*, garantindo a eficácia e execução dos games nas escolas da rede pública de Salvador.

### 3.3 O Processo de Desenvolvimento do *Game D.O.M.*

A equipe desenvolvimento do jogo foi composta por 01 game design, 01 pesquisador na área de modelagem computacional e matemática, 03 designers gráficos, 01 desenhista, 01 roteirista e 01 produtor de trilhas sonoras. Este projeto é uma ação conjunta com o Grupo de Pesquisa Comunidades Virtuais<sup>8</sup> que já tem no seu portfólio onze jogos desenvolvidos para distintos cenários de aprendizagem.

Na primeira reunião de *brainstorming* com a equipe, analisamos os pré-requisitos do produto, a ideia base do projeto, as possíveis narrativas para o jogo, quais componentes emocionais seriam contemplados durante o jogo, cores e referências de outros jogos.

Desde o início do projeto, se tinha por ideal um jogo que abordasse viagens entre planetas e galáxias, onde o personagem buscasse algo inestimável, passando por momentos de aventura, contemplação, ação e suspense. O jogo seria de gênero plataforma, em primeira pessoa (*single player*), em um ambiente gráfico 2D e seria voltado para o ensino de funções quadráticas no 1º ano do Ensino Médio.

Inicialmente, pensou-se na palavra Fox para o nome do jogo, fazendo referência a escrita da função  $f(x)$ , mais precisamente no caso do jogo, função de zero em xis, onde Zero seria o nome do personagem, se referindo aos zeros da função.

Pelo fato de algumas divergências conceituais apontadas quanto o termo “função de zero em xis”, por profissionais da área de matemática, e pela questão de marketing com o nome Fox, já que existem diversos outros produtos com este nome (aplicativos, canal de tv, etc), resolvemos utilizar outro nome para o jogo. O novo nome passou a ser D.O.M., fazendo referência ao domínio de uma função e também é a sigla para Dispositivo Oral Móvel, que é o capacete que auxilia e se comunica com o personagem principal do jogo,

---

<sup>8</sup> <http://comunidadesvirtuais.pro.br>

GUI, que faz referência a *Graphical User Interface* e ao nome Guilherme que significa protetor, equilibrado, perspicaz e analítico que são características de um bom matemático.

### **3.4 O *Game Design* do D.O.M.**

A ação do *game design* perpassa por todo o desenvolvimento do *game*, desde a documentação da sua proposta inicial até o produto final, dando atenção a jogabilidade, a descrição dos elementos, sejam estes gráficos ou conceituais e demais aspectos importantes para a dinâmica do game. Segundo Tavares (2009), um bom game design precisa contemplar as seguintes características.

- (a) Deve ser balanceado, ou seja, não pode ser muito fácil, a ponto de o jogador perder o interesse nele, nem tão difícil que o faça desistir.
- (b) Deve ser criativo.
- (c) Deve ser focado, ou seja, deve manter o jogador entretido sem que ele se distraia com outras coisas.
- (d) Deve ter personagens que cativem ou aflijam o seu público.
- (e) Deve ter tensão.
- (f) Deve ter energia, ou seja, deve levar o jogador a querer jogar mais e mais.

Considerando estas sinalizações feitas por Tavares (2009), foi definido o contexto macro do game design.

Enredo: Ano de 2154, uma família viaja de férias pelo espaço, quando um meteorito se choca com a nave e ela cai em um planeta selvagem e desconhecido. O único integrante da tripulação que se mantém consciente é um jovem de nome GUI que precisa correr contra o tempo e as ameaças do planeta para salvar os outros tripulantes recuperando as peças da nave perdidas com a queda.

Características chave: O D.O.M. conta com 4 fases (nave, deserto, floresta e caverna) e puzzles ou mini-games entre as fases. É um game de aventura e exploração em um mundo contemplativo onde ao interagir com o jogo, o

jogador administrará informações que envolvem matemática, através dos conceitos relativos a funções quadráticas que estarão presentes durante os desafios do jogo.

### 3.5 O Scrum

O uso do *scrum*, auxiliou a equipe quanto o cumprimento do cronograma de produção, quanto as atividades que precisavam ser desenvolvidas por cada um da equipe, como também nas etapas de retroalimentação do processo durante o *sprint backlog*.

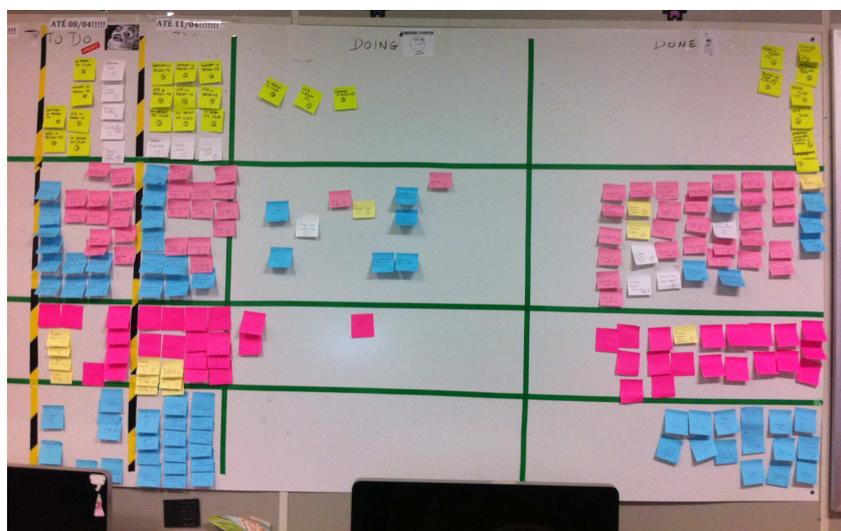


Figura 28 – Quadro de Tarefas(Kanban) - *Scrum* do D.O.M

No processo do scrum, cada bloco de anotação fixada no quadro de tarefas (Figura 28) representa um item (Figura 29) que precisa ser desenvolvido. Todos esses novos itens alçados no *sprint backlog* vão ocupar a primeira coluna à esquerda, coluna *To-do* (fazer). No momento em que aquele item estiver em produção, o bloquinho auto-adesivo que o representa estará na coluna *Doing* (fazendo) e quando terminar a sua produção, o mesmo será deslocado para a coluna *Done* (feito).

D.O.M.	Sprint #1	(02/10/13 até 14/10/13)
<b>(Design / Produção)</b>		
=>	Criação do Layout 1.0	
=>	Criação Layout 2.0 (após discussão)	
=>	Estudos Tela de Abertura	
=>	Layout Tela de Abertura	
=>	Estudos Tela de Configurações	
=>	Layout Tela de Configurações	
=>	Estudos Tela de Loading	
=>	Layout Tela de Loading	
=>	Estudos Tela de Game Over	
=>	Layout Tela de Abertura	
=>	Estudo Pop ups	
=>	Layout Pop ups	
=>	Final Pop ups	
=>	Fluxograma Interação Telas	
=>	Análise de similares Interface	
=>	Layout Interface	
=>	Layout Ícones interface	
=>	ícones in game#1	
=>	Ícones in game#2	

Figura 29 – *Sprint backlog* do D.O.M

### 3.6 A Aplicação da U.M.L. na produção do D.O.M.

Pensando em quais momentos os módulos da U.M.L. poderiam ser inseridos no processo do Scrum sem provocar perda na dinâmica no desenvolvimento ágil, foi visto que os momentos dos *sprints* permitiam muito bem sua utilização. Por exemplo, no primeiro *sprint* para o setor de *Art Design* (Figura 29) na criação das telas do menu inicial do jogo foi bastante pertinente a utilização das narrativas (Tabelas 7, 8, 9 e 10) e do diagrama de caso de uso (Figura 30).

As narrativas de caso de uso permitiram aos programadores identificar como se daria o funcionamento de cada botão e os elos de ligação entre botões e telas, diminuindo falhas e possíveis ambiguidades que poderiam surgir com a não documentação deste momento. Já o diagrama de caso de uso, pelo potencial visual que possui, foi utilizado pela equipe de *Art Design*, na construção do layout de botões e telas do menu.

Tabela 7 - NCU01

NARRATIVA CASO DE USO 01			
<b>Sigla</b>	NCU01	<b>Nome</b>	Acessar Novo Jogo
<b>Objetivo</b>	Descrever o acesso do <i>gamer</i> a um novo jogo		
<b>Ator</b>	<i>Gamer</i>		
<b>CENÁRIO PRINCIPAL</b>			
1. O caso de uso se inicia ao <i>Gamer</i> inicializar o aplicativo do jogo. 2. O sistema apresenta na tela de menu um botão NOVO JOGO, que ao ser clicado executa um novo jogo.			
<b>CENÁRIOS ALTERNATIVOS</b>			
Não há			
<b>CENÁRIOS DE EXCEÇÃO</b>			
Fechar			

Fonte: Próprio Autor

Tabela 8 - NCU02

NARRATIVA CASO DE USO 02			
<b>Sigla</b>	NCU02	<b>Nome</b>	Acessar créditos do jogo
<b>Objetivo</b>	Descrever o acesso do <i>gamer</i> aos créditos.		
<b>Ator</b>	<i>Gamer</i>		
<b>CENÁRIO PRINCIPAL</b>			
1. O caso de uso se inicia ao <i>gamer</i> inicializar o aplicativo do jogo. 2. O sistema apresenta na tela de menu um botão CRÉDITOS, que ao ser clicado direciona o <i>gamer</i> a outra tela.			
<b>CENÁRIO ALTERNATIVO</b>			
2.1 Ao clicar na opção crédito aparecerá as informações sobre a equipe de desenvolvimento do jogo.			
<b>CENÁRIOS DE EXCEÇÃO</b>			
<b>Desistência de acessar os créditos</b> Caso o <i>gamer</i> desista de visualizar os créditos ele poderá clicar na opção menu inicial e voltar para tela anterior.			

Fonte: Próprio Autor

Tabela 9 - NCU03

NARRATIVA CASO DE USO 03			
<b>Sigla</b>	NCU03	<b>Nome</b>	Acessar as configurações do jogo
<b>Objetivo</b>	Descrever o acesso do <i>gamer</i> as configurações do jogo		
<b>Ator</b>	<i>Gamer</i>		
<b>CENÁRIO PRINCIPAL</b>			
1. O caso de uso se inicia ao <i>gamer</i> inicializar o aplicativo do jogo. 2. O sistema apresenta na tela de menu um botão OPÇÕES, que ao ser clicado direciona o <i>gamer</i> a outra tela.			
<b>CENÁRIOS ALTERNATIVOS</b>			
2.1 Ao clicar em opções aparecerá os itens volume, tela cheia, qualidade e a opção menu inicial. 2.1.1. Ao lado do volume terá uma régua de volume indicando 0% e 100% onde com o mouse será indicado o volume desejado. 2.1.2 Ao lado de tela cheia terá um quadrado que poderá ser selecionado com o mouse. 2.1.3 Ao lado de qualidade terá 3 quadrados onde será permitido ao <i>gamer</i> a seleção de apenas uma possibilidade (alta, média ou baixa)			
<b>CENÁRIOS DE EXCEÇÃO</b>			
<b>Desistência de acessar as opções</b> Caso o <i>gamer</i> desista de acessar ou tenha terminado de selecionar as opções ele poderá clicar na opção menu inicial e voltar para tela anterior.			

Fonte: Próprio Autor

Tabela 10 - NCU04

NARRATIVA CASO DE USO 04			
<b>Sigla</b>	NCU04	<b>Nome</b>	Sair do jogo
<b>Objetivo</b>	Descrever o <i>logout</i> do jogo		
<b>Ator</b>	<i>Gamer</i>		
<b>CENÁRIO PRINCIPAL</b>			
1. O caso de uso se inicia ao <i>gamer</i> inicializar o aplicativo do jogo.			
2. O sistema apresenta na tela de menu um botão SAIR, que ao ser clicado executa o <i>logout</i> .			
<b>CENÁRIOS ALTERNATIVOS</b>			
Não há			
<b>CENÁRIOS DE EXCEÇÃO</b>			
Não há			

Fonte: Próprio Autor

A criação do diagrama de caso de uso (Figura 30) teve o intuito de transpor a escrita técnica das narrativas para uma linguagem visual dos itens contemplados nas narrativas, permitindo uma visualização geral dos objetos, o que auxilia outros membros da equipe que não sejam programadores.

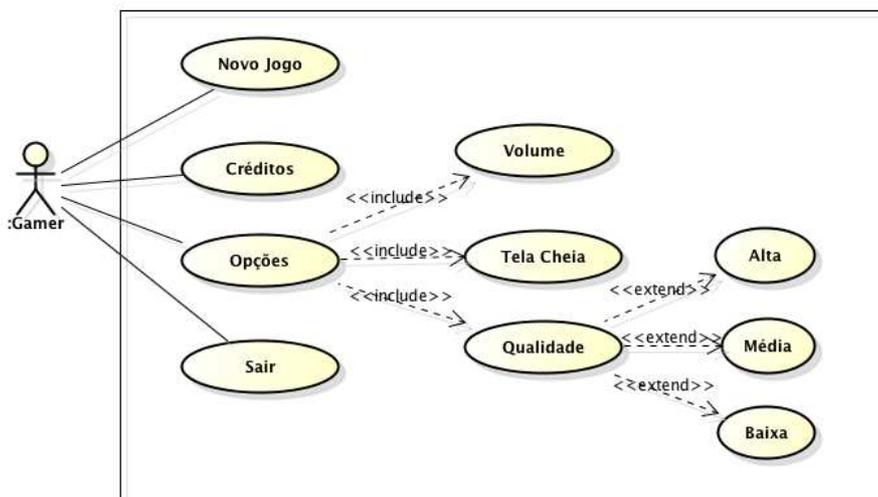


Figura 30 - Diagrama de Caso de Uso com Relações de Negócios

Outro momento pertinente para a utilização da U.M.L. foi através da construção do diagrama de atividades (Figura 31), para demonstrar os nós de tomadas de decisão e evidenciar melhor os botões e a necessidade de criação de poucas telas para compor o menu iniciar do jogo e assim facilitar o desenvolvimento por parte da equipe de *Art Design*. Na Figura 31, por exemplo, a tela (configurações) foi concebida como única, permitindo numa mesma tela a seleção de todas as configurações pertinentes ao jogo, sem a necessidade de uma eventual mudança de tela.

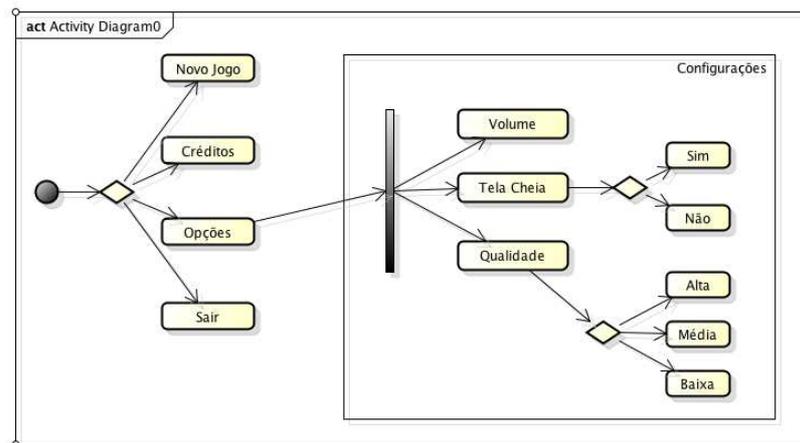


Figura 31 - Diagrama de Atividade do Menu Inicial

Neste caso, a U.M.L. permitiu a construção do modelo de como seria a funcionalidade desta tela. Caso não houvesse essa padronização, o responsável por esta criação poderia ter concebido a tela de diversas formas, ou até mesmo, pensado em criar várias telas. Assim, a padronização permitida pelo uso deste diagrama direciona o tempo de criação da tela e evita futuras implementações ou retrabalhos na construção desta etapa de desenvolvimento.

Para o processo de programação, a U.M.L., através dos diagramas de sequência e classes (Figuras 32 e 33) permitiram aos programadores uma maior compreensão de como e o que seria programado como, as ações a partir do clique nos botões e as mudanças de tela, facilitando este processo e evitando problemas quanto à produção dos códigos do jogo.

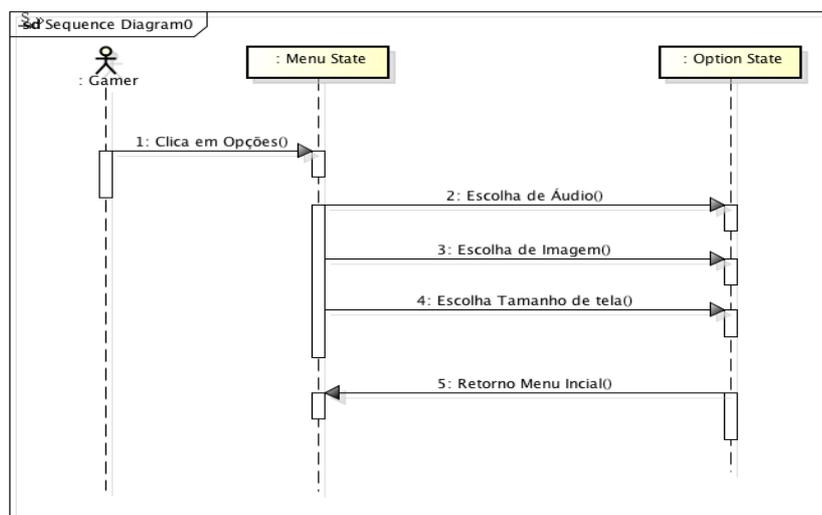


Figura 32 - Diagrama de Sequencia Caso de Uso 3

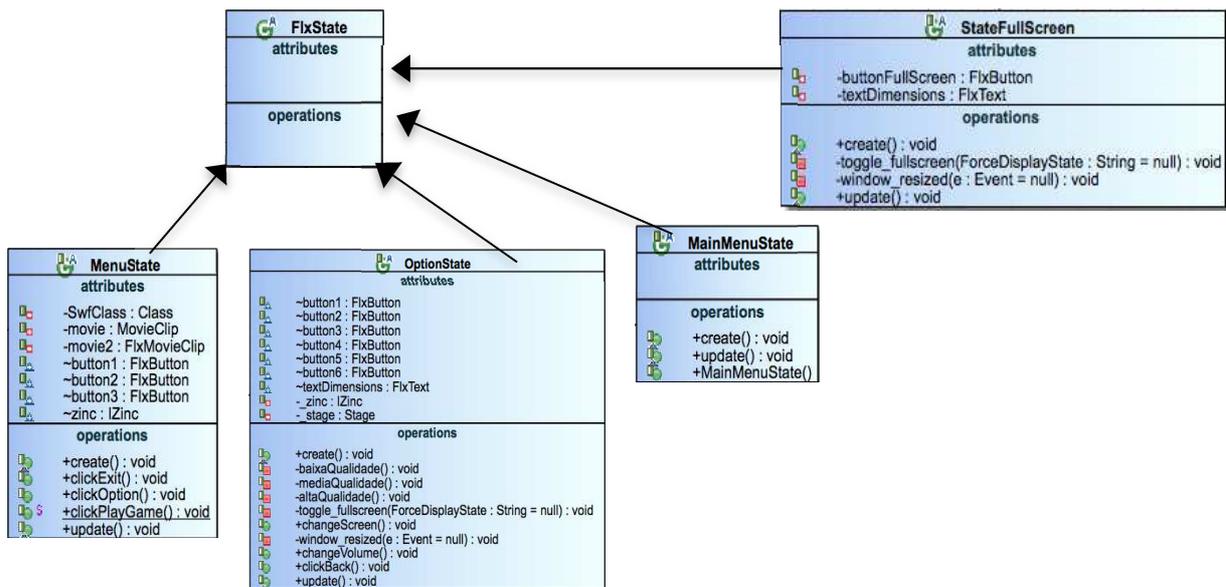


Figura 33 - Algumas Classes do Menu Inicial

É compreensível que muitas vezes o processo de documentação referente a esta parte de programação pode demandar muito tempo, principalmente no que se refere à construção dos diagramas de classe com o levantamento de atributos e métodos de cada objeto envolvido, e isso gera certo repúdio quanto o uso da U.M.L., pelo fato de ser considerada de extrema importância essa documentação. Porém é interessante ter parte dessa documentação produzida, considerando que nas empresas de desenvolvimento de jogos, não é apenas um profissional responsável pela programação, são vários, e a comunicação entre eles deve ser a melhor possível, já que atuam na construção dos códigos de uma linguagem de programação.

Outro momento de utilização da U.M.L. foi com a utilização do diagrama de tempo (Figura 34). Como o *Flash* em sua estrutura de criação possui uma *timeline* (linha do tempo) foi possível criar um diagrama que norteasse o tempo de mudança das telas durante o acionamento dos botões do menu inicial do *game*. Como pode ser observado, por exemplo, ao executar um novo jogo, após 1 segundo aparece a mensagem de carregamento que fica ativa durante 2 segundos e logo após é inicializada a execução do jogo.

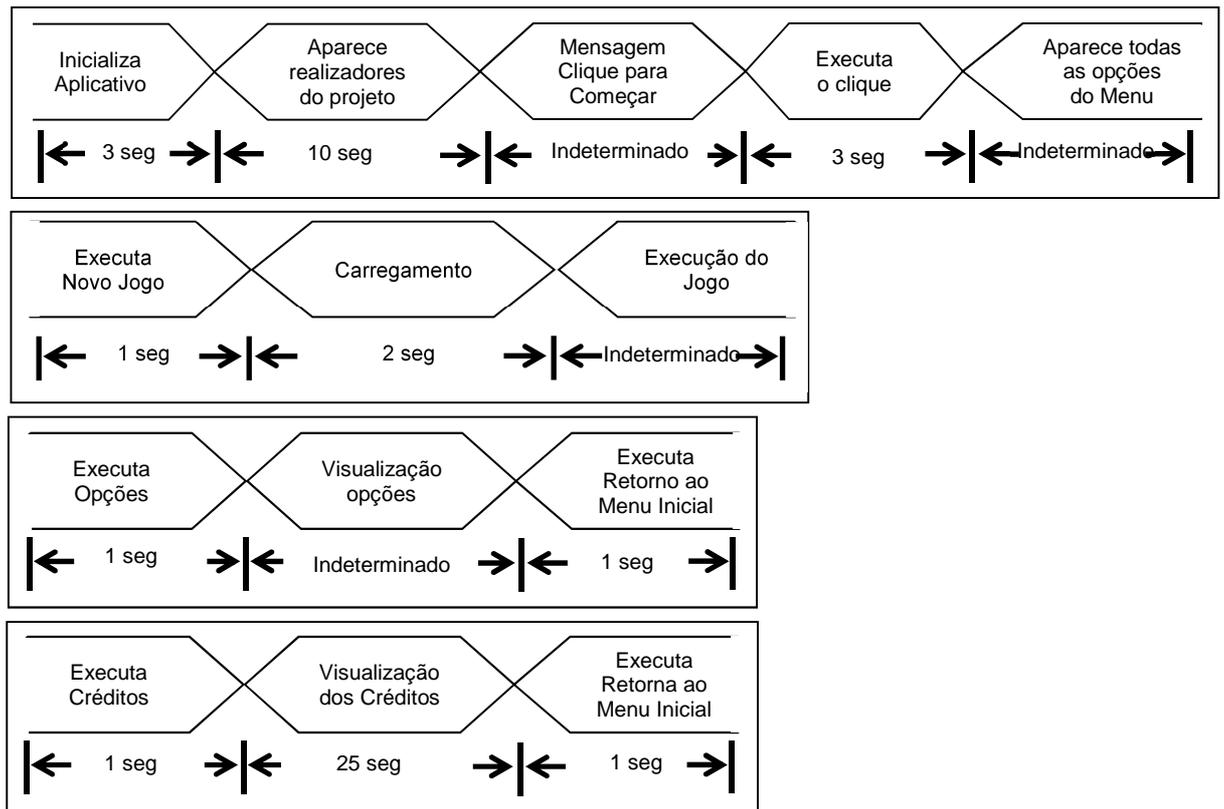


Figura 34 - Diagrama de Tempo do Menu Inicial

A confecção destes diagramas possibilitou as múltiplas visões de um mesmo sistema que neste caso se refere a tela de menu do game, que propiciou para cada equipe de produção (arte, *design* e programação) uma visualização direcionada de como seria o menu. Como resultado destes diagramas, foram obtidas as seguintes telas no menu inicial do jogo (Figura 35).

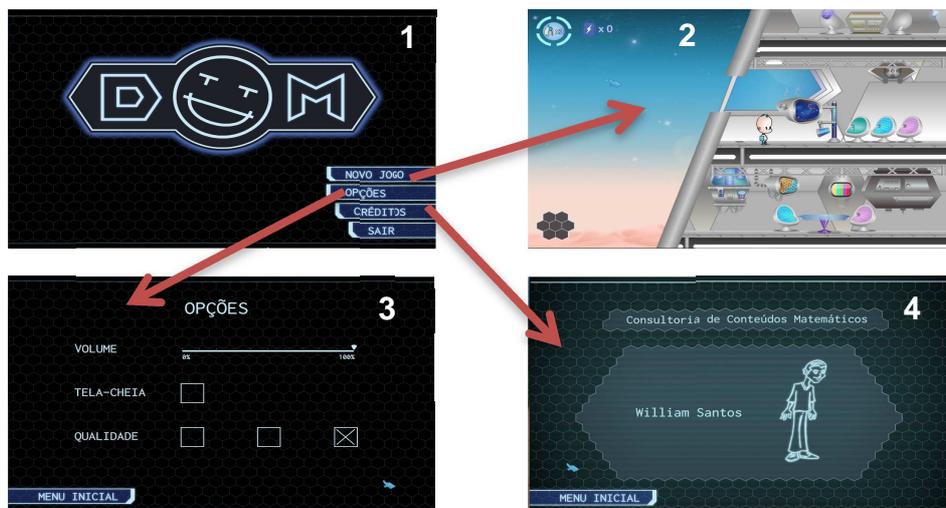


Figura 35 - Menu Inicial do game D.O.M.

A tela 1 (Figura 35) representa a tela principal do menu, onde o *gamer* tem acesso as funcionalidades do jogo. Clicando no botão NOVO JOGO, haverá o carregamento do jogo, como pode ser visto na tela 2. Clicando no botão OPÇÕES, abrirá a tela 3, onde se encontram os itens de configuração do jogo. Clicando no botão CRÉDITOS, o *gamer* será direcionado para a tela 4 que contém as informações da equipe de desenvolvimento e clicando no botão SAIR é feito o *logout* do jogo.

Nessa etapa de produção do menu inicial e suas telas, a utilização U.M.L. teve papel importante no que diz respeito a direcionar os diversos setores que se envolvem nesta etapa de produção. Utilizar a U.M.L. neste momento de produção permitiu uma diminuição no *Crunch time* (horas extras) da equipe, já que foi evitado retrabalho e implementações quanto o layout e a programação do menu.

Outro momento em que a U.M.L., através dos diagramas de caso de uso, pode ser utilizada, é na determinação das movimentações que os personagens terão no jogo. Os diagramas de caso de uso (Figuras 36 e 37) e as narrativas de caso de uso (Tabela 11) são extremamente importantes para a melhor visualização das funcionalidades e atores do sistema e auxiliaram a construção da paleta de movimentos. Nesta fase os personagens são desenhados várias vezes (Figuras 38 e 39) com pequenas mudanças em seus traços, onde no momento da animação é dada a ideia de movimento.

Tabela 11 - NCU05, NCU06, NCU07

NARRATIVA CASO DE USO	
<b>Sigla</b>	NCU05, NCU06, NCU07
<b>Nome</b>	Movimentação do Personagem
<b>Objetivo</b>	Descrever as ações de movimento do personagem do game
<b>Ator</b>	Gui – personagem do game
CENÁRIO PRINCIPAL	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Gui anda</li> <li>2. Gui salta</li> <li>3. Gui escala pela corda</li> </ol>	
CENÁRIOS ALTERNATIVOS	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1.1 Gui anda para direita e esquerda e também pode correr nesses sentidos</li> <li>1.2 Gui pode saltar para ambos lados</li> <li>1.3 Gui escala para cima e para baixo a corda</li> </ol>	
CENÁRIOS DE EXCEÇÃO	
Não há	

Fonte: Próprio Autor

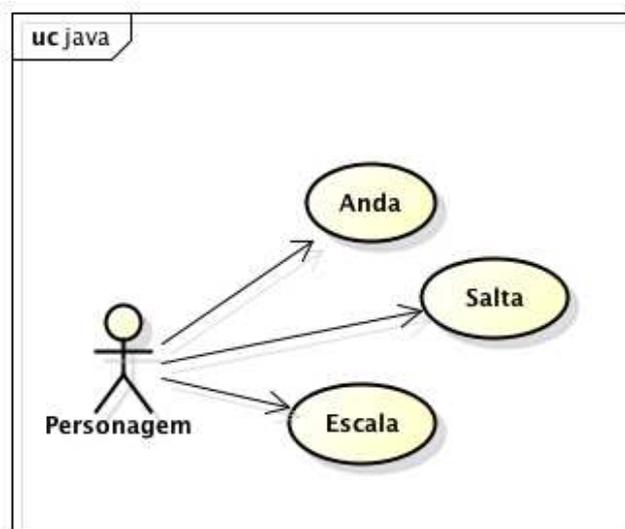


Figura 36 - Diagrama de Caso de Uso do GUI.

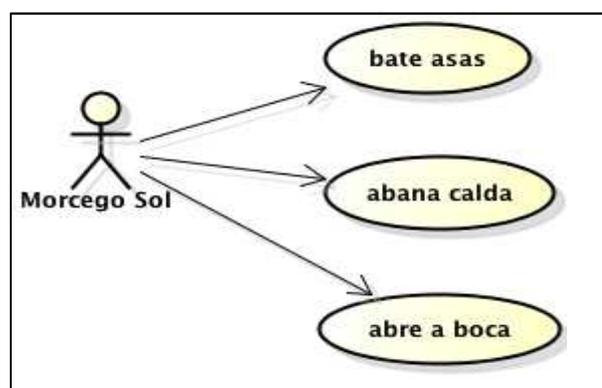


Figura 37 - Diagrama de Caso do Morcego Sol



Figura 38 - Paleta de Movimentos - Gui

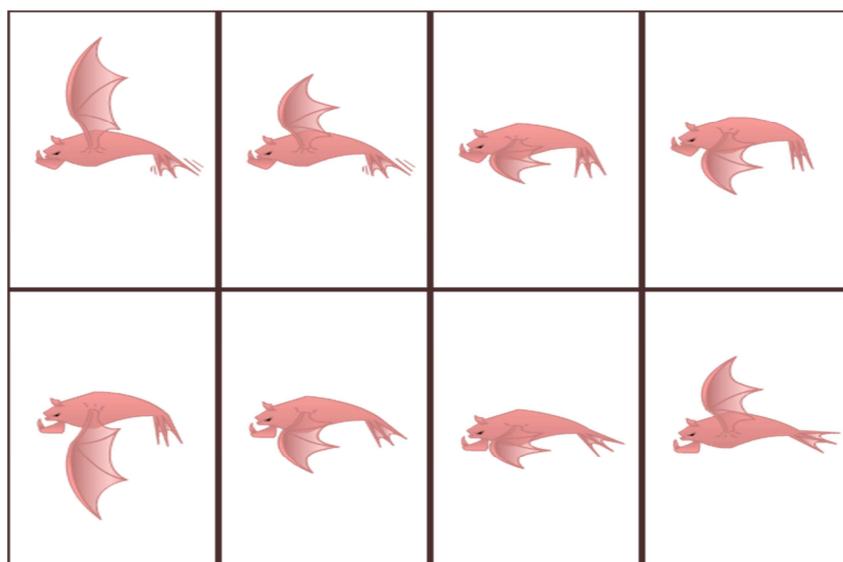


Figura 39 - Paleta Movimentos - Morcego Sol

Considerando que a demanda de trabalho dos artistas visuais no processo de desenvolvimento de um jogo digital é muito grande, já que depende da produção de muitos cenários e personagens, e como foi visto, existe a necessidade da criação de diversos desenhos dos personagens em posições similares para o processo de animação, o diagrama de caso de uso é um documento que auxilia essa construção, apresentando na sua fácil construção, que não utiliza muito tempo, uma possibilidade de norteador para esse processo de criação.

Em grande parte do processo de desenvolvimento de um jogo digital é possível utilizar o potencial dos diagramas de caso de uso sem alterar a dinâmica do processo ágil. Outro momento que foi utilizado um diagrama de caso de uso fo na construção da tela de pausa do jogo (Figura 40).

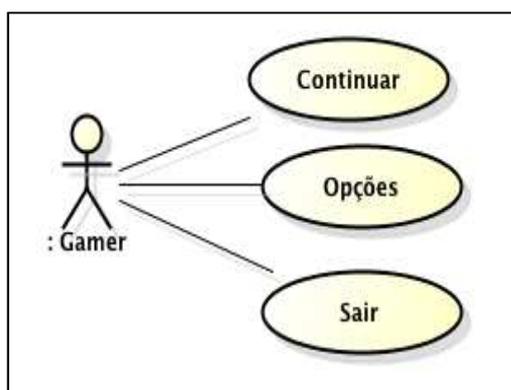


Figura 40 - Diagrama de Caso de Uso e Tela de Pausa

Vários dos diagramas fornecidos pela U.M.L. podem ser utilizados durante o processo de desenvolvimento ágil sem modificar a essência deste processo. A Figura 41 representa a arquitetura do *Game D.O.M.*. Essa arquitetura demonstra como está desenvolvido o game design do game em suas 4 fases (nave, deserto, floresta e caverna). Cada fase apresentará um puzzle (*mini-game*) que aborda uma exploração matemática sobre a função quadrática.

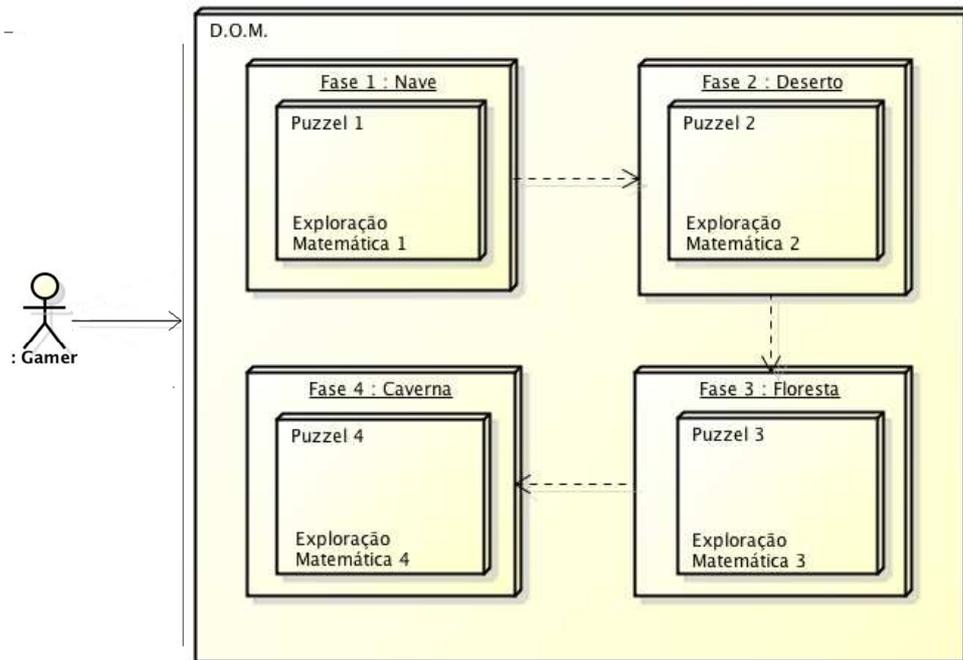


Figura 41 – Diagrama de Desenvolvimento - Arquitetura do *Game*

Outro importante diagrama da U.M.L. que foi incluído no processo de desenvolvimento ágil do D.O.M. foi o diagrama de pacotes (Figuras 42 e 43). Este diagrama permitiu uma organização modular das classes de objetos que são utilizadas no jogo. Para o processo de programação, é importante um documento que retrate quais classes e objetos estão presentes no jogo, para que os mesmos possam ser inseridos no código principal do jogo, de modo a não apresentar falhas na construção deste código.

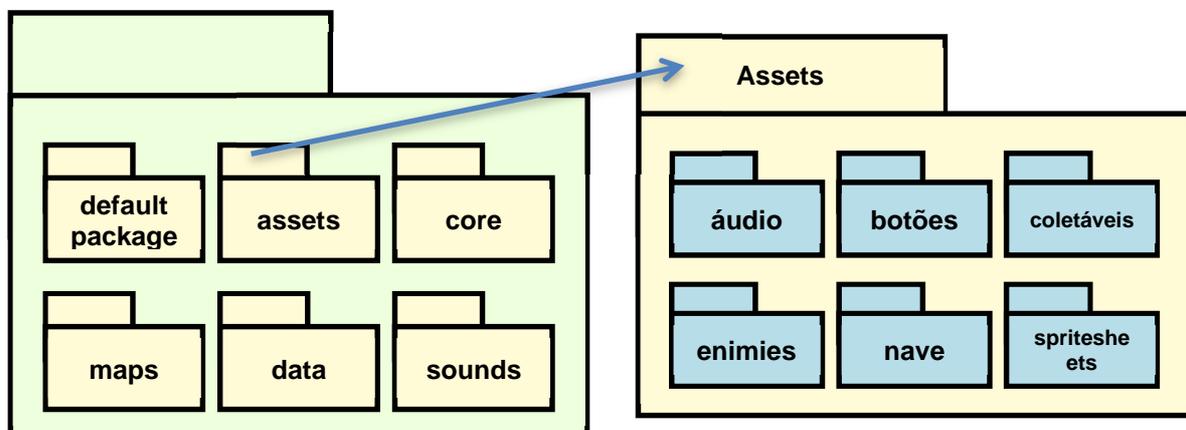


Figura 42 - Diagramas de Pacotes



Figura 43 - Diagrama de Pacote

Como forma de propiciar uma melhor comunicação entre os consultores pedagógicos e de conteúdo (profissionais de outras áreas de atuação que não tem relação direta com desenvolvimento de softwares) e a equipe técnica de desenvolvimento do jogo, foi utilizado o diagrama de atividade na construção da lógica do *puzzle* (Figura 44).

Através da utilização deste diagrama é possível indicar o passo a passo de resolução das atividades no processo de programação. Este *puzzle* aborda a relação dos coeficientes A, B e C com a posição do gráfico no plano cartesiano. É necessário que o jogador encaixe a parábola no local correto usando os botões A, B e C. Ao conseguir encaixar a porta onde está guardado o D.O.M. será aberta.

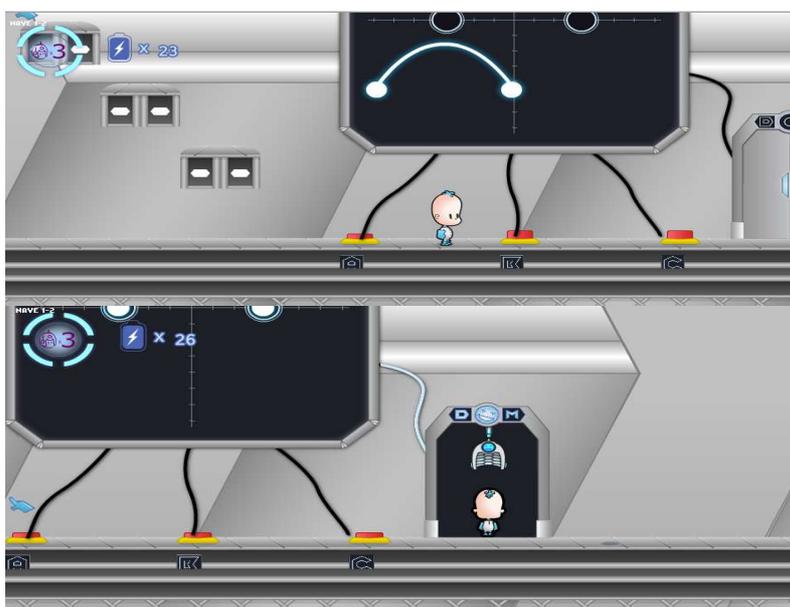
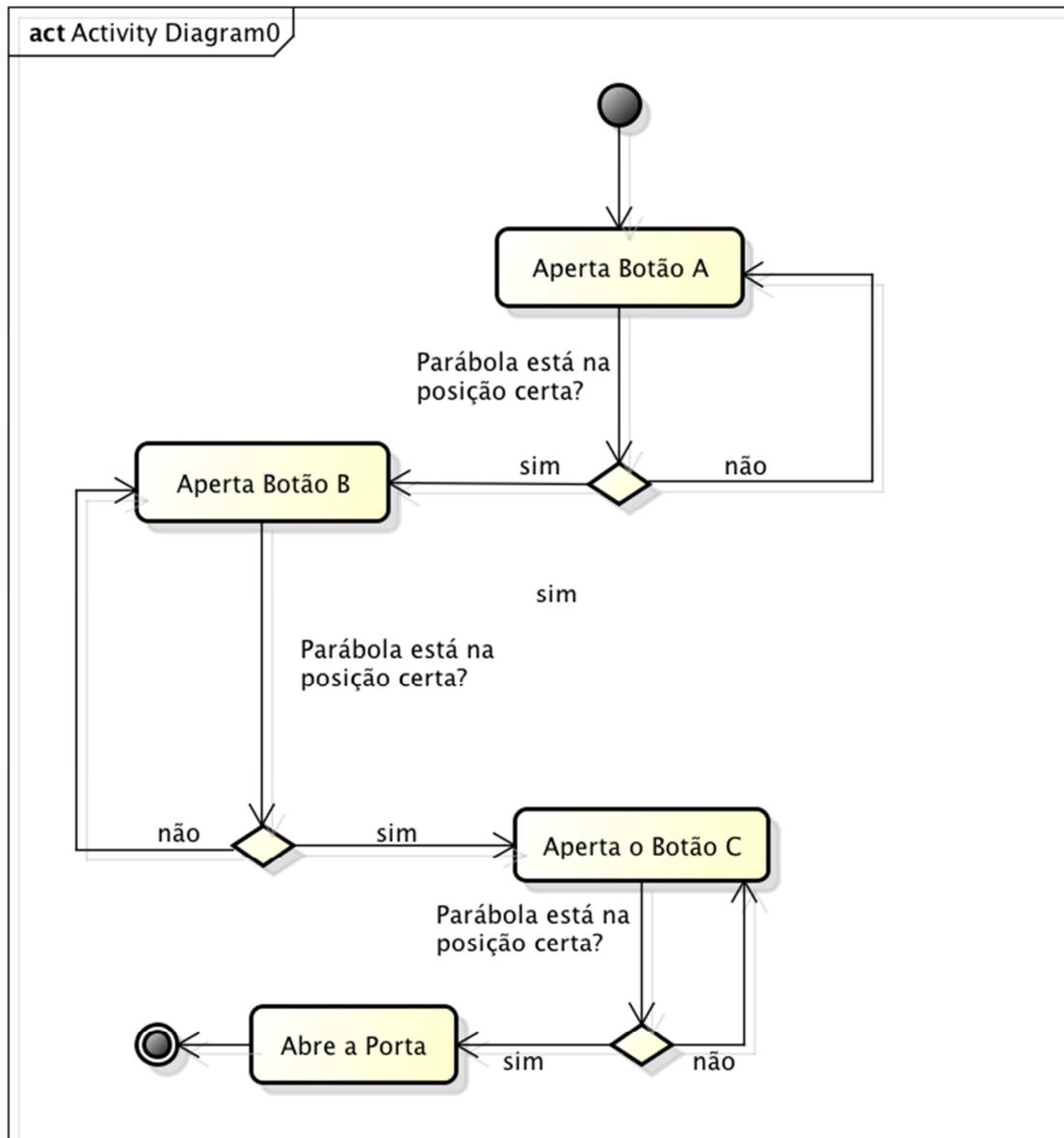


Figura 44 - *Puzzle 1* - Resolução

No diagrama representado na Figura 45 está a lógica de resolução do *puzzle* seguindo a ordem alfabética nos botões (A, B e C). Como o jogo apresenta um “maior nível de interatividade”<sup>9</sup>, possibilita diversos caminhos para a resolução do problema, assim foi necessário ser programado considerando as 6 possíveis resoluções mínimas.

<sup>9</sup>Segundo (Santaella 2004) - qualquer tipo de ação realizada pelo usuário que desencadeará uma série de eventos que influenciarão a sequência apresentada no jogo em questão.



powered by Astah

Figura 45 - Diagrama de Atividade - Resolução do *Puzzle 1*

Como pôde ser visto neste capítulo, durante as reuniões de *sprint* é possível conduzir a utilização dos diagramas da U.M.L., não só para aqueles que trabalham com a programação como também para os demais setores envolvidos no desenvolvimento do jogo digital. Inserir a U.M.L. no processo de desenvolvimento ágil possibilitou sua utilização em outros contextos além da programação, como nas demais etapas do *game design*.

A utilização da U.M.L., através destes variados diagramas, pôde contemplar cada setor envolvido, dentro de cada especificidade, no processo de

desenvolvimento do jogo. A facilidade de manejo e criação desses diagramas através de diversos softwares disponíveis, permite que sejam rapidamente construídos e até mesmo modificados caso haja necessidade, considerando a necessidade de alguma mudança sinalizada durante os *sprints*.

A inclusão da U.M.L. no processo de desenvolvimento ágil não descredibiliza este modelo, mas é uma tentativa válida na busca de uma maior eficiência neste processo de desenvolvimento que vem apresentando diversas falhas.

O uso dos diagramas da U.M.L. no processo de desenvolvimento do jogo D.O.M. permitiu a criação um novo modelo dentro do processo de desenvolvimento ágil. Tais considerações sobre este modelo são apresentadas no Capítulo a seguir.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os jogos digitais têm atraído diversas gerações da população mundial e vêm se tornando um mercado promissor para ser investido, mostrando a necessidade de uma melhor qualificação das equipes de produção como também na qualidade do produto a ser entregue.

O processo de desenvolvimento de jogos é uma atividade complexa e portanto, utilizar apenas um único método, como o desenvolvimento ágil através do scrum, é algo que perpetuará as mesmas deficiências que foram sinalizadas neste estudo e por outros autores.

Tendo em vista essa demanda, incluir a Linguagem de Modelagem Unificada (U.M.L.) a este processo possibilitou uma nova forma de organização no processo de desenvolvimento de jogos, pelo fato da mesma fornecer inúmeras visões de como deve ser modelado um software, facilitando o entendimento, a cobertura dos processos, além de possibilitar um processo de documentação sem ambiguidades, o que atende muito bem as diversas áreas envolvidas no processo de produção de um jogo digital.

O modelo proposto nesse estudo mostra o imbricamento da U.M.L. ao processo de desenvolvimento ágil - scrum, apesar de serem considerados métodos antagônicos. Os diagramas comportamentais (estado, caso de uso e atividade), de interação (tempo e sequência) e estruturais (classes), puderam ser facilmente inseridos no processo e amplamente utilizados no desenvolvimento ágil tendo grande contribuição no processo de produção, direcionando as etapas de criação de cada produto, permitindo um amadurecimento no processo profissional da equipe ao possibilitar uma melhor comunicação e transposição de conhecimentos entre uma equipe multirreferencial em seus diversos saberes, otimizando o desenvolvimento do jogo e diminuindo as falhas na etapa de produção.

Quanto ao objetivo específico de identificar os conceitos sobre funções quadráticas que deveriam ser abordados no jogo D.O.M., tendo como base os referenciais curriculares do ensino médio e através da análise dos jogos disponíveis, foi vista a necessidade de ser abordada a relação entre os coeficientes e o gráfico da função, considerando a importância desta competência, mas que até o momento, não tinha sido contemplada nos jogos disponíveis.

### **Contribuições**

O objetivo do trabalho foi atingido, ou seja, modelar um *game*, denominado D.O.M. (Dispositivo Oral Móvel), utilizando a Linguagem de Modelagem Unificada (U.M.L.) como forma de potencializar o processo de Desenvolvimento Ágil - Scrum, possibilitando assim a construção de um jogo digital que permita explorações matemáticas sobre o comportamento das funções quadráticas para alunos do Ensino Médio.

A principal contribuição deste estudo é demonstrar como é possível utilizar das potencialidades da U.M.L. no campo de desenvolvimento de jogos digitais de forma a contribuir com as técnicas de desenvolvimento ágil, sem ferir suas características essenciais e diminuir sua eficiência. Juntamente com o propósito anterior, este estudo visa embasar e servir de referencial para outras equipes de desenvolvimento de jogos digitais, quanto às possibilidades e potencialidades do uso da U.M.L. no processo de desenvolvimento de jogos digitais

### **Atividades Futuras de Pesquisa**

Dentro das propostas de futuras atividades, a que se apresenta em primeiro plano é a interação dos alunos com este jogo digital, de forma a validar o modelo do design pedagógico do jogo, proporcionando uma maior discussão sobre a relação entre aprendizagem de conceitos matemáticos a partir da interação com jogos digitais. Quanto mais jogos digitais forem produzidos para estes fins, será possível a criação de instrumentos de avaliação dos jogos,

permitindo assim, que seja comprovada ou não, se há melhoria nos índices de aprendizagem dos conceitos matemáticos daqueles que interagem com os jogos digitais.

Outra possibilidade pensada é a extensão do jogo para outros formatos de aplicativos além do flash player, considerando a possível extinção deste aplicativo, além da possibilidade de adoção de outros sistemas operacionais para dispositivos móveis como o Android e o IOS, como forma de ampliar o número de alunos/jogadores que poderão interagir com o jogo.

## REFERÊNCIAS

ALVES, L.. Game over: jogos eletrônicos e violência/ Lynn Rosalina Gama Alves. Salvador: L. R. G. Alves, 2004.

\_\_\_\_\_. Relações entre os jogos digitais e aprendizagem: delineando percurso, in Educação, Formação & Tecnologias; vol.1; p. 3 - 10, novembro de 2008.

ALVES, L, SANTANA, C. SENA, G, MOURA J. Tríade: delineando o processo de construção de um roteiro de um jogo eletrônico, VI SBGames – São Leopoldo – RS – Brazil, November 7 - 9, 2007.

BOOCH, G., RUMBAUGH, J., JACOBSON, I. U.M.L.: guia do usuário. O mais avançado tutorial sobre Unified Modeling Language (U.M.L.), elaborado pelos próprios criadores da linguagem. Editora Campus, 2000.

BRASIL, Orientações Curriculares para o Ensino Médio. Volume 2. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2006.

CABALLERO. C; G, M.M.; MOREIRA, M.A Representações sobre a matemática, seu ensino e aprendizagem: um estudo exploratório. Investigações em Ensino das Ciências, 9, 1, 37 - 93. São Paulo, 2004.

CAILLOIS, R. Os jogos e os homens: a máscara e a vertigem. Lisboa: Cotovia, 1999.

CENSO GAMER. Disponível em <http://www.insidecomm.com.br/index.php/br/noticias/midia/82-infografico-censo-gamer-brasil-2012>. Acesso em 23 jul. 2014.

CLUA, E. W. G. Ferramentas necessárias para desenvolvimento de jogos. Campinas, Unicamp, 11 set. 2004.

FAGUNDES, N.C; BURNHAM, T.F. Transdisciplinaridade, Multirreferencialidade e Currículo. Revista da FAGED, nº 5, 2001.

GEE, J. P. Video Games, Learning, and “Content”. In: Miller, Christopher Thomas (org.). Purpose and Potential in Education. Nova York: Springer, 2008.

GERSHENFELD, A.; LOPARCO, M.; BARAJAS, C. Game Plan: the insider's guide to breaking in and succeeding in the computer and video game business. New York: St. Martin's Griffin Press, 2003.

GHENSEV, R. O Uso dos Games na Educação / Rogério Ghensev – São Paulo, 2010.

GOMES, M. L. M.. Quatro visões iluministas sobre a Educação Matemática. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2008.

GUEDES, G. U.M.L. 2 – Guia Prático - 2ª Edição. São Paulo: Editora Novatec, 2007.

GUEDES, G. T. A. UML 2: uma abordagem prática / Gilleanes T. A. Guedes. -- São Paulo: Novatec Editora, 2009.

HIGHSMITH, J. Agile Software Development Ecosystems. Addison - Wesley, Boston, MA, 2002.

HUIZINGA, J. Homo Ludens. Tradução de João Paulo Monteiro. 4ª. Ed. São Paulo: Ed. Perspectiva, 2000.

KEITH, C. Game Development with Scrum - Addison-Wesley Professional; 1. Ed. 2010.

KOSTER, R. Theory of fun for game design. O'Reilly Media, Inc., 2010.

MASTROCOLA, V. M. Ludificador: um guia de referências para o game designer brasileiro. / Vicente Martin Mastrocola. São Paulo: Independente, 2012.

MATTAR, J. Games em educação: como os nativos digitais aprendem. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

MOITA, F. Game on: jogos eletrônicos na escola e na vida da geração @. Campinas: SP: Editora Alínea, 2007.

\_\_\_\_\_. Games: contexto cultural e currículo juvenil. Tese de doutorado. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa-PB, 2006.

MOITA, F., COSTA, A., LUCIANO, A., BARBOSA, W. Angry Birds como contexto digital educativo para ensino e aprendizagem de conceitos matemáticos: relato de um projeto. XII SBGames – São Paulo – SP – Brazil, October 16 - 18, 2013.

NEGRINE, A. Aprendizagem e desenvolvimento infantil. Porto Alegre: Prodil, 1994.

PEREIRA, H.B.B. Análisis experimental de los criterios de evaluación de usabilidad de aplicaciones multimedia en entornos de educación y formación a distancia. Tese - Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona. 15 abr 2002.

PETRILLO, F.S. Práticas ágeis no processo de desenvolvimento de jogos eletrônicos. UFRGS. Instituto de Informática. Porto Alegre – RS, 2008.

PISA, Programa Internacional de Avaliação de Estudantes. Disponível em <http://portal.inep.gov.br/pisa-programa-internacional-de-avaliacao-de-alunos>. Acesso em 29 Abr. 2014.

PRENSKY, M. Digital Natives, Digital Immigrants. MCB University Press, 2001. Disponível em: <<http://www.marcprensky.com/writing/Prensky%20%20Digital%20Natives,%20Digital%20Immigrants%20%20Part1.pdf>>. Acesso em: 26 abr 2014.

\_\_\_\_\_. Digital game-based learning: practical ideas for the application of digital game-based learning. St. Paul, MN: Paragon House, 2007.

\_\_\_\_\_. Não me atrapalhe, mãe – Eu estou aprendendo! São Paulo: Phorte, 2010.

RABIN, S. Introdução ao Desenvolvimento de Games. Vol. 1. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

RANHEL, J. O conceito de jogo e os jogos computacionais In Lucia Santaella e Mirna Feitoza, Org. Mapa do Jogo - São Paulo: Cengage Learning, 2009.

RHODES, G. Desenvolvimento de games com Macromedia Flash. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

RODRIGUES, M. O desenvolvimento do pré-escolar e o jogo. Petrópolis – Rio Ed Vozes, 2001.

ROWLAND, T., O uso de games na matemática por alunos brasileiros Disponível em: <http://porvir.org/porpensar/uso-de-games-na-matematica-por-alunos-brasileiros/20130905>. Acesso em 26 abr 2014

SALEN, K, ZIMMERMAN, E. Rules of Play: Game Design Fundamentals. Cambridge: The MIT Press, 2004.

SANTAELLA, M. L., Games e comunidades virtuais. Pattern Recognition, 2004.

SCHUYTEMA, P. Design de games: uma abordagem prática. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

SILVEIRA, S.R. - Estudo e Construção de uma ferramenta de autoria multimídia para a elaboração de jogos educativos. Dissertação de Mestrado POA-PPGC UFRGS, 1999.

TAVARES, R. Fundamentos de Game Design para Educadores e não Especialistas, In Lucia Santaella e Mirna Feitoza, Org. Mapa do Jogo - São Paulo: Cengage Learning, 2009.

VEEN, W; VRAKING, B. Homo Zappiens, Educando na Era Digital. 1 ed. São Paulo: Artmed, 2009.

VYGOTSKY, L.S.. Pensamento e Linguagem. São Paulo: Martins Fontes, 2005.