

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

PAULO ROBERTO TESSAROLLI JUNIOR

**JOGO EDUCATIVO PARA APOIO AO ENSINO DE
MATEMÁTICA**

Bauru
2016

PAULO ROBERTO TESSAROLLI JUNIOR

JOGO EDUCATIVO PARA APOIO AO ENSINO DE MATEMÁTICA

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

Orientador: Prof. Dr. Wilson Massashiro
Yonezawa

Bauru

2016

PAULO ROBERTO TESSAROLLI JUNIOR

JOGO EDUCATIVO PARA APOIO AO ENSINO DE MATEMÁTICA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Departamento de Computação da
Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho –
UNESP, Campus de Bauru, sob a orientação
do Prof. Dr. Wilson Massashiro Yonezawa.

Aprovado em ____ / ____ / ____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Wilson Massashiro Yonezawa.

Prof. Dr. Renê Pegoraro.

Prof. Dr. Aparecido Nilceu Marana.

Bauru

2016

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha família, em especial meus pais, minha namorada Raissa e minha irmã, por todo carinho e incentivo nessa fase tão difícil para mim.

AGRADECIMENTOS

Meus primeiros agradecimentos vão para minha família, começando com os meus pais, que sempre me incentivaram a continuar estudando e acreditar em mim, mesmo quando tudo parecia dar errado. Minha namorada que sempre me continuou me apoiando a todo momento que eu pensava em desistir.

Queria agradecer também o meu orientador, por todo ensinamento passado e sugestões para melhorar meu projeto.

Agradeço aos meus amigos de curso que me ajudavam em momentos de muita dificuldade no decorrer de todos esses anos.

Agradeço também ao LTIA, Laboratório de Tecnologia e Informação Aplicado, por toda a informação passada e ensinamento de vida que eu obtive lá, principalmente na área de jogos utilizada nesse projeto.

Resumo

A dificuldade dos alunos em aprender matemática somado ao método tradicional de ser passado o conteúdo é um grande problema para a situação atual, onde crianças estão em contato direto com muita informação e tecnologias. O objetivo é a criação de um jogo digital, baseado numa mecânica já conhecida de tabuleiro, através do qual as crianças podem se divertir ao mesmo tempo em que consigam aprender o conteúdo que deve ser passado através do jogo. O projeto foi baseado no jogo de tabuleiro conhecido como Cara a Cara, onde duas pessoas interagem entre si, através de perguntas para eliminação de cartas, com o objetivo de adivinhar qual a carta sorteada pela outra pessoa. Para isto, foi utilizado a *engine* Unity, conhecida por ser uma ferramenta para a construção de jogos, incluindo jogos educativos.

Palavras-chave: jogo educacional, jogo digital, matemática, ensino.

Abstract

The difficult of students in learning mathematics, plus the old method of teaching is a problem to actual situation, where the kids are in direct contact with so much information and technologies. The proposal is making a digital game, based in a already known mechanic of board game, where the kids can have some fun and learning some concepts of mathematics at the same time. The project was based in a board game called “Cara a Cara”, where two people interact with each other by making questions in a way to guess the opponent card, sorted in the beginning of the game. To make this, I used an engine called Unity, a tool to create games, including educational ones.

Keywords: educational game, digital game, mathematics, teaching.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

TCC	<i>Trabalho de Conclusão de Curso</i>
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
XNA	<i>XNA's Not Acronymed</i>
HTML5	<i>HyperText Markup Language</i>
GML	<i>GameMaker Language</i>

Lista de Imagens

Figura 1 - Avançando com o resto	16
Figura 2 - 5 em linha	16
Figura 3 - Object Orientation Game	18
Figura 4 - Diagrama de aprendizado de um jogo de tênis.....	22
Figura 5 - Engine Unity 3D.	26
Figura 6 - Jogo Cara a Cara.....	28
Figura 7 - Conteúdo de matemática (Geometria)	29
Figura 8 - Escolha da carta	29
Figura 9 - Perguntas.....	30
Figura 10 - Qual a carta?	30
Figura 11 - Atividades e etapas do projeto.....	31
Figura 12 - Diagrama de estado.....	33
Figura 13 - Conexão entre os jogadores	35
Figura 14 - Lista com todos os jogadores	35
Figura 15 - Tela de Sorteio.....	36
Figura 16 - Tela Principal	36
Figura 17 - Função de rotação das cartas.....	37
Figura 18 - Função de adivinhar palpite	37

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	OBJETIVOS.....	12
	2.1 OBJETIVO GERAL	12
	2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
	3.1 A HISTÓRIA DO JOGO.....	13
	3.1.1 DEFINIÇÃO DE JOGO	13
	3.2 JOGOS EDUCACIONAIS	14
	3.3 JOGOS NO ENSINO DE MATEMÁTICA	15
	3.3.1 EXEMPLO DE JOGOS USADO NA MATEMÁTICA	15
	3.3.2 EXEMPLO DE JOGOS DIGITAIS NA MATEMÁTICA	17
	3.4 JOGOS DIGITAIS	18
	3.4.1 PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DE JOGOS DIGITAIS.....	19
	3.4.2 GAME DESIGN E LEVEL DESIGN	19
	3.4.3 CONCEITO DE FLOW	21
	3.4.4 FRAMEWORKS	22
	3.4.5 ENGINES.....	24
4	MATERIAIS E MÉTODOS	27
5	DESENVOLVIMENTO	32
	5.1 MODELO DO JOGO	32
	5.2 UNET	33
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES	34
7	CONCLUSÃO	37
	REFERÊNCIAS	39

1 INTRODUÇÃO

É inegável o quanto a população atual está cada vez mais conectada com a área de jogos digitais e este é um dos setores que mais cresce na área de mídia e entretenimento. Devido a esse impacto na sociedade, diversos estudos tentam explicar o porquê jogos se tornam tão atraentes para as pessoas e o que isso resulta na vida delas (Marketing Charts, 2008).

Muitos usuários se dedicam longas horas a esses jogos de forma muito concentrada e empenhados em resolver desafios de forma que deixam de se dedicar a outras atividades como exercícios físicos ou até mesmo ao estudo.

A tecnologia pode ajudar, neste aspecto. A internet está lotada, literalmente, de jogos educativos visando divertir e ensinar. Os jogos podem, sem que o aluno perceba, ajudá-los a introjetar conceitos que, de outra forma, seriam difíceis de aprender, [...] (FERNANDES; WERNER, 2008).

Durante muito tempo os jogos digitais foram tratados de forma a enfatizar os efeitos negativos trazidos, como o incentivo a violência. Porém as pesquisas mais recentes vêm tentando estudar os aspectos positivos e seus benefícios para a população, como a utilização de uma didática camuflada nestes jogos com o intuito de serem utilizados na educação (Eck, 2006).

Um exemplo de uso dos jogos digitais está no ensino de matemática. Jogos podem motivar o aluno em atividades que tratam diferentes conteúdos de matemática. Além de serem uma atividade lúdica, incentivam o raciocínio. (CAMPELLO e SILVA, 2004)

A construção de jogos digitais é algo comum na indústria de entretenimento. Milhares de títulos de jogos deste tipo estão disponíveis. Muitos deles são utilizados nas escolas para ensino de diferentes conteúdos. Entretanto, construir jogos com finalidade educacionais ainda é um desafio. Esses jogos devem equilibrar diversão e conteúdo. Jogos desta natureza, além de tratar o elemento diversão e o conteúdo ou conceito científicos desejado, devem também fornecer instrumentos para que o professor possa avaliar o desenvolvimento do aluno. A área de matemática é rica em conteúdos que podem ser transportados ou transpostos na forma de jogos digitais.

O jogo desenvolvido auxiliará no ensino de conteúdos de matemática tratados no ensino fundamental, por exemplo, geometria, e podendo ser adaptado para os mais variados assuntos, como biologia, física e até mesmo outros campos da matemática.

A realidade da escola e seus métodos tradicionais de ensino tem desmotivado tanto professores como alunos. Disciplinas ensinadas nas escolas, como a matemática, são consideradas difíceis para os alunos.

Segundo Daniel T. Willingham, o cérebro não foi concebido para pensar, isso devido ao fato de que esse ato é considerado um processo lento, cansativo e incerto. Para tornar o ensino interessante é necessário dar um sentido para aquilo que está sendo ensinado e também atribuir esse significado com alguma coisa já conhecida ou vivenciada pelos alunos. (WILLINGHAM, 2011)

Para o mesmo autor o processo de memorização é feito em duas fases, sendo a primeira de atribuição de um significado para aquilo que se esteja aprendendo, como dito anteriormente. A sua outra parte é o processo de brincar de testar a memória, que seria formar de exercitar aquilo que foi aprendido. (WILLINGHAM, 2011)

Para o processo de fixação, pode-se utilizar algum método de ensino alternativo para o auxílio desse ensinamento, de forma que o aluno aprenda aquilo que lhe é ensinado e de forma divertida.

O jogo pode ser uma ferramenta para este auxílio. Por se tratar de uma maneira interativa e divertida, o aluno é capaz de conseguir compreender e guardar as informações de forma mais eficaz.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver um jogo digital educativo para o auxílio no ensino de conteúdos de matemática para alunos do ensino fundamental.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Ajustar a mecânica do jogo “Cara a Cara”, de modo que possa ser utilizado para o ensino de matemática;

- Desenvolver um protótipo do jogo para avaliação das funcionalidades e aplicação no ensino de matemática;

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 A HISTÓRIA DO JOGO

Pouco se sabe sobre a origem exata dos jogos. Nada se pode concluir sobre qual foi o primeiro jogo ou onde ele foi feito. Estudos datam que os possíveis primeiros jogos surgiram a cerca de 5000 a.C. nas regiões do Egito e da Mesopotâmia. Nessa época acreditava-se que o jogo era necessário após a morte para que as almas não ficassem em um tédio infinito, portanto era enterrado com as pessoas para que elas pudessem ficar jogando por toda a eternidade. (ANJOS, 2013)

Muitos anos depois, na chamada rota da seda, que na época de 31 a.C. era considerada a principal fonte de troca de mercadorias do mundo, os jogos começaram a ter uma maior circulação e acabavam se espalhando de forma a influenciar a criação de diversos jogos pelo mundo. Um exemplo disso é Chaturanga, que teria surgido na Índia e depois de um contato com o povo persa e sofrido grandes modificações na época de 1100 d.C. e somente mais tarde, por volta de 1475, chegando a versão pela qual é conhecido hoje. (ANJOS, 2013)

Durante a revolução industrial, os jogos de tabuleiros começaram a ser amplamente difundidos, já que era possibilitado a produção em massa e com o passar do tempo, os produtores de jogos formaram uma lucrativa indústria cultural. (ALVES, 2003)

O termo *Homo ludens* (criado por Huizinga e significa homem jogador) mostra o jogo como uma categoria primária da vida, assim como o raciocínio (*Homo sapiens*) e a fabricação de objetos (*Homo faber*). (ANJOS, 2013)

3.1.1 DEFINIÇÃO DE JOGO

Para uma atividade ser considerada um jogo, é necessário que esta tenha algumas características importantes. Huizinga define jogo como: "uma atividade voluntária exercida dentro de certos e determinados limites de tempo e espaço, segundo regras livremente consentidas, mas absolutamente obrigatórias, dotado de um fim em si

mesmo, acompanhado de um sentimento de tensão e alegria e de uma consciência de ser diferente de vida cotidiana" (HUIZINGA, 2010).

Para Suits (1967) jogar é "o engajamento em uma atividade direcionada para provocar um estado específico de coisas, usando apenas significados, permitido por regras específicas, em que os meios permitidos pelas regras são um âmbito mais limitado do que seria na ausência delas e, em que a única razão para aceitar tal limitação é tornar possível tal atividade". McGonigal aponta quatro características comuns nos jogos digitais: a) *regras*; b) *metas*; c) *feedback*; d) *participação voluntária*. As regras são as limitações impostas aos jogadores enquanto tentam atingir a meta. A meta é o resultado específico que os jogadores batalham para conseguir. O *feedback* mostra aos jogadores a situação do jogo, isto é, o quão perto está de atingir a meta do jogo. Os jogadores devem aceitar conscientemente e voluntariamente as regras do jogo, a meta e o sistema de *feedback* (MCGONIGAL, 2011).

3.2 JOGOS EDUCACIONAIS

O contato das crianças atuais, desde muito cedo, com novas tecnologias e uma enorme quantidade de informação, acaba por gerar um profundo desinteresse por assuntos empregados através de meios antigos de ensino. No entanto, é possível adaptar estes mesmo assuntos em uma forma de ensino lúdico que pode gerar um melhor resultado na aprendizagem. (SAVI e ULBRITCH, 2008)

O jogo pode ser considerado como um importante meio educacional, pois propicia um desenvolvimento integral e dinâmico nas áreas cognitiva, afetiva, linguística, social, moral e motora, além de contribuir para a construção da autonomia, criticidade, criatividade, responsabilidade e cooperação das crianças e adolescentes. (MORATORI, 2003)

Através de jogos é possível tratar as mais diversas e complicadas áreas, tais quais matemática, ciências, línguas, psicologia, entre muitas outras, adaptando o ensino de modo que o aluno absorva um conteúdo de forma, muitas vezes, implícita e sem saber que está aprendendo. (SAVI e ULBRITCH, 2008)

Cabe ao educador gerar discussões em cima daquilo que foi jogado de modo a fazer a ligação do que foi feito brincando com o verdadeiro assunto por trás daquilo,

fazendo que o aluno associe e aprenda a matéria que poderia não ter sido entendida por outros métodos de ensinos. (GRÜBEL e BEZ, 2006)

Com a tecnologia mais acessível, muitos jogos educativos digitais estão sendo disponibilizados. Cabendo ao educador selecionar aquele que melhor vai conseguir atingir seus objetivos e ensinar aquilo que necessita ser passado. (GRÜBEL e BEZ, 2006)

3.3 JOGOS NO ENSINO DE MATEMÁTICA

A matemática sempre foi um assunto denominado difícil. Os jogos são considerados uma importante ferramenta para o apoio ao ensino de matemática.

Para ser usado didaticamente, o professor tem um importante papel na hora de aplicar um jogo. Segundo Silva e Kodama:

O uso de jogos para o ensino, representa, em sua essência, uma mudança de postura do professor em relação ao o que é ensinar matemática, ou seja, o papel do professor muda de comunicador de conhecimento para o de observador, organizador, consultor, mediador, interventor, controlador e incentivador da aprendizagem, do processo de construção do saber pelo aluno, e só irá interferir, quando isso se faz necessário, através de questionamentos, por exemplo, que levem os alunos a mudanças de hipóteses, apresentando situações que forcem a reflexão ou para a socialização das descobertas dos grupos, mas nunca para dar a resposta certa. O professor lança questões desafiadoras e ajuda os alunos a se apoiarem, uns nos outros, para atravessar as dificuldades, leva os alunos a pensar, espera que eles pensem, dá tempo para isso, acompanha suas explorações e resolve, quando necessário, problemas secundários. (SILVA e KODAMA, 2004)

Por meio de uma atividade lúdica, o professor será capaz de ensinar assuntos mais complexos para as crianças, como geometria, e ainda incentivar seus próprios raciocínio.

3.3.1 EXEMPLO DE JOGOS USADO NA MATEMÁTICA

Alguns jogos são aplicados no ensino de matemática. Um exemplo é o jogo “Avançando com o resto” (Figura 1), onde o jogador tem um dado e se movimenta no tabuleiro numa quantidade de casa que é igual ao resto da divisão do número atual da casa pelo valor tirado no dado, e com objetivo de chegar na casa “FIM”.

Figura 1 - Avançando com o resto. Fonte: Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da UNESP



Outro exemplo é o jogo “5 em linha” (Figura 2) em que os participantes, cada um em seu turno, deverão escolher dois números da menor tabela, somar e marcar o valor dessa soma no quadro grande. Ganha quem conseguir completar 5 números seguidos (linha ou coluna).

Figura 2 - 5 em linha. Fonte: Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da UNESP.

15	19	12
23	17	32
51	11	14

34	27	38	32	47	66
26	29	31	42	36	51
70	30	33	35	29	44
63	23	26	40	55	74
34	37	49	68	28	31
83	43	46	62	65	25

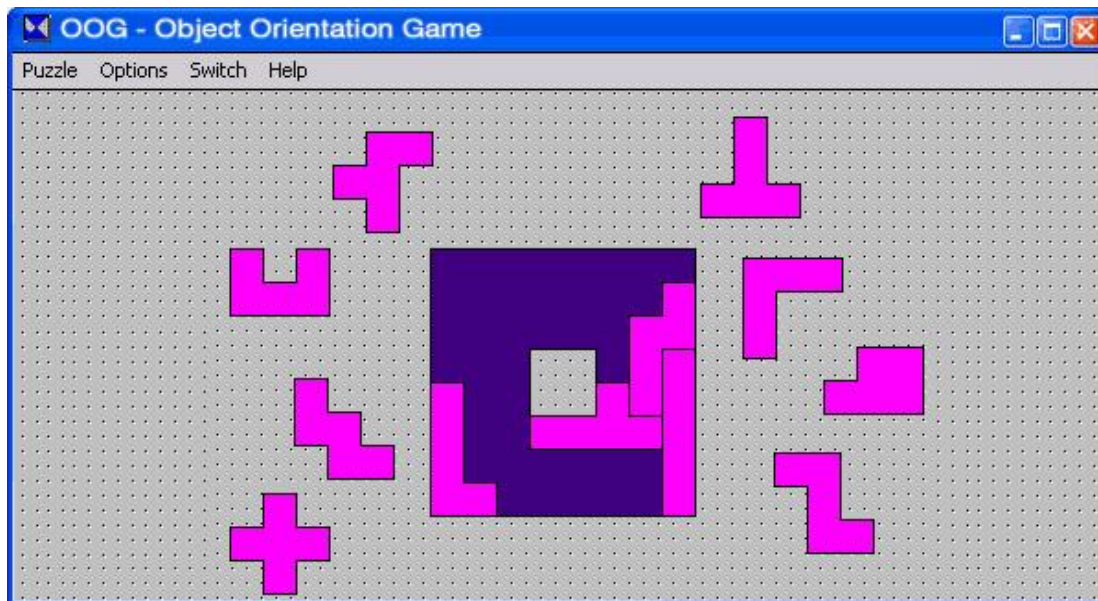
Outro jogo usado também para essa área é o “Cara a cara – Geometria”, que será usado como base neste trabalho. O jogo é iniciado com cada um dos dois jogadores sorteando uma carta de um grupo com todas as cartas. O objetivo do jogo é adivinhar a carta sorteada pelo adversário. Isso é feito através de turnos, onde, no seu turno, pode ser feito perguntas com a finalidade de eliminar cartas ou arriscar um palpite, que no caso de certo, ganha a partida.

3.3.2 EXEMPLO DE JOGOS DIGITAIS NA MATEMÁTICA

Alguns softwares também são utilizados como auxílio no ensino de matemática. Como é o caso de “Geogebra” e o “Cabri Géomètre” onde é possível se ver dinamicamente alguns exercícios e seus resultados na matemática. Ambos os programas, tem funções parecidas, onde o aluno pode colocar exercícios com dificuldades e o programa mostra aquele problema em uma outra visão e de maneira mais clara e bonita para o aluno, como, por exemplo, no caso de funções, onde eles mostram gráficos mais visíveis e permitem sua manipulação. Embora o Geogebra não seja um jogo, é possível construir jogos com a ferramenta.

Outro exemplo de uso é o jogo “Object Orientation Game” (Figura 3) o qual a criança deve, através de peças do *tangran*, construir diversas figuras utilizando rotação e translação.

Figura 3 - Object Orientation Game. Fonte: Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas



3.4 JOGOS DIGITAIS

Tão difícil quanto marcar a data de início da história dos jogos, é marcar a data de início dos jogos digitais. Uma das vertentes consideram o marco inicial quando Willian Higinbotham criou o primeiro jogo digital. Em um computador analógico e com um monitor de osciloscópio, seu jogo, chamado de *Tennis for two*, consistia em simular uma partida de tênis, tendo como único objetivo rebater a bola para quadra adversária. (GUERREIRO, 2015)

Outra vertente considera como marco a partir do uso de computadores que eram possíveis de utilizar juntamente com um software. Foi assim que um dos programadores do MIT desenvolveu o *SpaceWar!*, um jogo que era uma batalha entre dois jogadores, onde cada um controlava sua nave e com objetivo atingir a nave inimiga. (GUERREIRO, 2015)

E a terceira e última vertente é a proposta de Ralph Baer, que desenvolvia paralelamente um projeto na empresa que trabalhava. Este projeto era a ideia de utilizar um televisor para se hospedar um jogo. Logo foi desenvolvido um protótipo de um jogo que simulava o ping-pong e este projeto, mais tarde, foi lançado com o nome de Odyssey®. (GUERREIRO, 2015)

Anos mais tardes, alguns pontos foram de grande importância para a indústria de jogos digitais. Durante os anos 80 os fliperamas estavam em seu auge, com jogos como *Donkey Kong* e *Tron*. Também foi o surgimento dos primeiros videogames 8 bits: *Famicom* da *Nintendo* e o *Mastersystem* da *SEGA*. A década de 90 foi uma grande disputa entre os consoles: como o *Sega Genesis* e *Super Famicom* da *Nintendo*, e mais tarde entrando na disputa alguns como *Nintendo64* e *Playstation*. (KISHIMOTO, 2004)

3.4.1 PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DE JOGOS DIGITAIS

A tarefa de construir um jogo digital não é algo simples de se fazer. O fato de ser ter a ideia é apenas um passo inicial para a implementação dela. Em seus primeiros passos é necessário passar a ideia para um papel, o que será chamado de roteiro. Neste roteiro deverá estar escrito tudo que deverá constar sobre o jogo, como: objetivo, forma de jogar, quais serão os obstáculos (inimigos), qual será a história (se houver uma), informação de como será o Game Design e o Game Level Design, ou seja, tudo que o programador irá precisar saber para que o jogo possa ser estruturado.

O passo seguinte é a estruturação para a implementação desse jogo. Através de técnicas de engenharia de software, é necessário escolher com qual tecnologia ele será feito, fazer a modularização deste programa de modo a separar o que cada programador ou design deverá trabalhar e definir os tempos de cada tarefa.

Após a implementação é necessária uma fase de testes onde serão procurados possíveis erros a ser consertados e melhorias que deveriam ser feitos no jogo de forma a melhorar a experiência do usuário.

3.4.2 GAME DESIGN E LEVEL DESIGN

A palavra *Design* é derivada da cultura inglesa e vem do latim (de + signare) que significa construir alguma coisa, designando sua relação com outras coisas. E isso se reflete diretamente com o significado da sua junção *Game Design*. (GUERREIRO, 2015)

Segundo Schell (2008) a palavra *Game Design* é o ato de decidir o que vai ser o jogo. Ou seja, em cima do *Game Design* será analisado o jogo em todos os aspectos, tais quais a aparência, como o jogo será abordado, entre muitas outras características. Apesar de uma definição simples, ele é de um papel importantíssimo. (SCHELL, 2008)

Com essa visão a equipe encarregada pelo *Game Design* deverá fazer o balanceamento do jogo, ou seja, para um jogo se tornar divertido ele deve ser justo com aquilo que é pedido, que se trata de não ter algo impossível de ser feito e nem ser tão fácil a ponto de perder a graça. Esse nivelamento recebe o nome de *Level Design*. (TAVARES, 2005)

Uma grande parte do *Level Design* é refeito após o jogo ter sido implementado e na fase de testes. Através de testes você consegue analisar qual parte do jogo está muito difícil e qual deverá ser dificultada e, assim, garantir melhor jogabilidade pelo usuário. Para Schell (2008) existe doze principais tipos de balanceamento, representados no quadro 01.

Quadro 01- Tipos de balanceamento

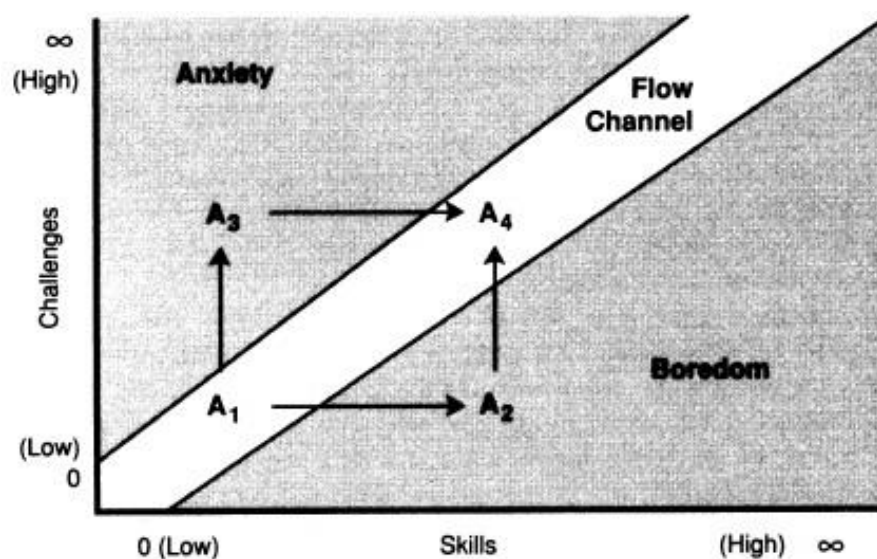
Tipos	Descrição
Justiça	Este caso é para que os desenvolvedores se atentem para o fato de dar os mesmos poderes e recursos para todos os jogadores de forma que nenhum se sobressaia a outro.
Desafio vs. Sucesso	Como dito anteriormente, deverá manter o jogo não tão difícil de modo que o jogador acabe frustrado e nem tão fácil para não ficar entediante.
Escolhas significativas	Para se tornar um bom jogo, as escolhas do jogador devem ter um importante papel, e suas escolhas interferirem no andamento do jogo.
Habilidade vs. Chance	A alternância entre habilidade e chance é uma boa forma de manter um equilíbrio e não deixar o jogador desanimado.
Cabeça vs. Mãos	Do mesmo modo que o modo a cima, é necessário um balanceamento. O uso de quebra-cabeças deverá ser igualmente dividido com partes em que são necessárias habilidades.
Competição vs. Cooperação	Variando de acordo com o jogo, é necessário a exploração para ver como melhor se encaixa a competição ou cooperação.
Curto vs. Longo	Não se pode deixar nem tão curto para que o jogador seja apto a desenvolver uma estratégia e nem tão grande a ponto de ficar entediante.

Recompensas	A recompensa deve variar de acordo com cada jogo. Deve se tomar cuidado com qual deverá ser a recompensa, em qual o momento e em qual quantidade.
Punição	A punição é uma forma de mostrar ao jogador seus erros. Essa punição deverá ser balanceada de forma que o jogador não desista do jogo por achar que ele não é justo e quando conseguir resolver o problema se sentir orgulhoso.
Liberdade vs. Experiência Controlada	É necessário um balanceamento para controlar até que ponto o jogador tem pleno controle de suas ações e até que ponto esse jogador deverá executar aquilo foi previamente planejado.
Simples vs. Complexo	Embora ambos os termos simples e complexo tenham uma interpretação pessoal, um jogo pode ser bom de ambas as maneiras. Esse balanceamento deverá ser feito de acordo com cada jogo e respeitando suas características.
Detalhe vs. Imaginação	O contraste entre detalhe e imaginação deverá ser tratado de modo que o jogador associe os detalhes com a imaginação do jogador.

3.4.3 CONCEITO DE FLOW

O jogo não basta apenas passar o conteúdo, ele precisa manter um nível de atenção do jogador para que ele não desista do jogo ou ache aquilo entediante. Isto é o conceito de *Flow*, uma região onde o jogo deve se manter para que mantenha o jogador focado e consiste no jogo não ser nem fácil demais e nem tão difícil. A Figura 16 apresenta as ideias de Csikszentmihalyi (2009) sobre o conceito de Flow em um jogo de tênis.

Figura 4 - Diagrama de aprendizado de um jogo de tênis. Fonte: Csikszentmihalyi (2009)



Os dois eixos representam desafios e habilidades. Quando um jogo se torna mais desafiador a ansiedade do jogador aumenta. Por outro lado, quando não existe desafio o jogo torna-se desinteressante.

O jogador deve ser mantido em uma área de equilíbrio entre habilidade e desafio proposto. Essa área é conhecida como canal de fluxo, ou seja. Permanecer neste canal mantém o jogo interessante.

A partir do momento em que o jogo se torna muito fácil, o jogador vai ficar entediado com aquele jogo por não apresentar nenhum desafio e, conseqüentemente, irá desistir. Para resolver esse problema, a ideia de um temporizador para cada resposta ou pergunta, fará com que o jogador ganhe um desafio extra de pensar mais rapidamente naquilo que deve ser feito.

Porém o jogo não pode também ser difícil demais, pois o jogador irá entrar em uma zona de ansiedade e desconforto, o que também vai fazer com que desista. Nesta situação, é necessário um teste para definir, por exemplo, uma boa quantidade de tempo no temporizador para que ele tenha um tempo adequado de raciocínio.

3.4.4 FRAMEWORKS

Uma *Framework* é uma ferramenta muito utilizada para a produção de jogos. Se trata de um conjunto de códigos reutilizável e representa a estrutura de uma

aplicação orientada a objeto de modo em que você aplica apenas características específicas do jogo nas rotinas já prontas da *Framework* de modo a aumentar a produtividade e a qualidade dos jogos. (MADEIRA, 2001)

Para ser considerado uma Framework, algumas regras devem ser atendidas:

- Arquitetura modular, para que possa ser reutilizável;
- Bom nível de abstração, para melhor entendimento dos objetos já implementados;
- Definição de objetos básicos, como objeto do jogo e mapa;
- Detecção e gerenciamento de entrada e saída;
- Algoritmos para desenho de objetos em jogo;
- Funcionalidades úteis, como iluminação e transformações geométricas;
- Execução de sons em resposta a eventos;
- Implementação de algoritmos para troca remota de dados, gerenciamento de sessões, sincronização, etc.
- Implementação de algoritmos de Inteligência Artificial;
- Implementação de algoritmos de modelagem de objetos;

Desse modo eles disponibilizam estruturas já prontas para que o desenvolvedor consiga produzir um melhor conteúdo, mais rápido e sem se preocupar com a programação de baixo nível. (PESSOA, RAMALHO e BATTAIOLA, 2001)

3.4.4.1 Microsoft XNA

A framework XNA é uma ferramenta construída pela Microsoft para o auxílio na produção de jogos digitais para Windows, Windows Phone e para o console Xbox 360. Ela foi construída para ser executada no Visual Studio com qualquer linguagem suportada pelo .NET, mas com suporte exclusivo para C#.

3.4.4.2 LibGDX

Com um grande diferencial de ser uma ferramenta *Cross-Platform*, seus projetos podem ser exportados para diferentes tipos, como Windows, Mac, Linux, Android, iOS, Blackberry e HTML5. Por se tratar de um código *Open Source* ele pode ser baixado gratuitamente e atualizado pelos próprios usuários. Pela figura 5, podemos perceber a estrutura do framework. A esquerda fica a árvore de arquivos, a direita o

código dos arquivos, em cima uma barra com ferramentas de compilação e uma tela aberta com o programa já compilado ao centro.

3.4.5 ENGINES

As *engines* fornecem serviços de componentes necessários no desenvolvimento de jogos. Assim como os frameworks, elas são utilizadas para facilitar a vida dos desenvolvedores, com a diferença de ser um sistema mais completo e fechado, ou seja, não se trata apenas de blocos de códigos que serão reutilizados, e sim toda uma interface auxiliar. Por essa interface, normalmente se tem acessos a propriedades de objetos, visualização de como está o projeto, o que por muitas vezes faz com que não seja necessário programar algumas características, além de uma melhor verificação para testes.

A primeira *engine* a ser utilizada em larga escala foi a Freescape, feita pela empresa *Incentive Software*. Essa *engine* deu origem a grandes jogos como Driller e Dark Side. (KLEINA, 2011)

Após isso a *engine* se tornou uma ferramenta necessária para produção dos jogos de todos os gêneros, já por possuir os mais diversos componentes, físicas de jogo, entre outras coisas prontas para o uso do desenvolvedor, além de contar com uma interface que auxilia toda essa criação, diferentemente dos frameworks.

Algumas grandes e bem completas *engines* consolidadas no mercado são: Unreal Engine, utilizada por grandes empresas devido ao seu poder; Unity muito conhecida por ter sido por muito tempo uma das mais completas e com uso livre. Outras como a Cry Engine e a Source Engine também estão crescendo no mercado de jogos.

3.4.5.1 UNITY

O Unity é uma *engine* para construção de jogos tanto em 3D quanto em 2D, de forma muito eficaz, e com suporte às duas grandes linguagens que são C# e Javascript. É muito usada para a produção de jogos *indies*¹ devido ao fato de sempre ter tido uma versão grátis do produto, juntamente com uma versão paga para obter mais e

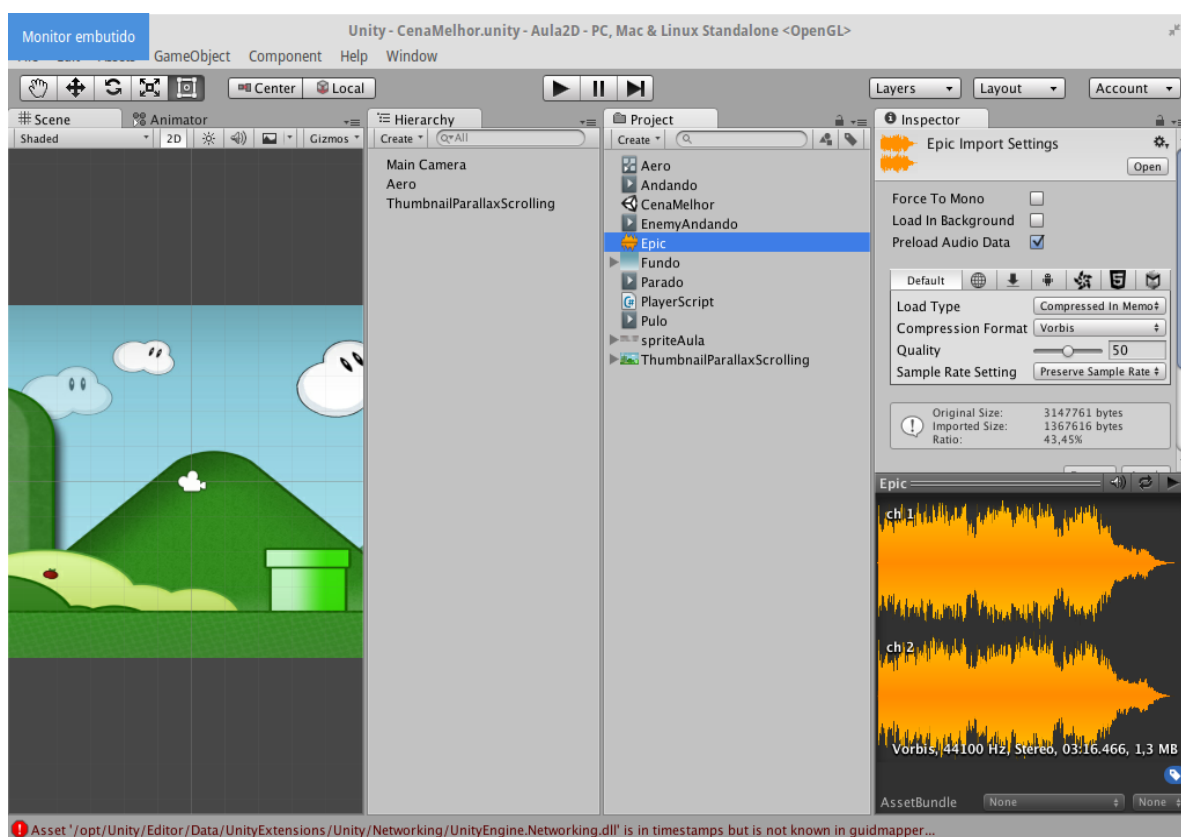
¹ Indies – termo usado para a produção de jogos independentes

melhores componentes. Já foi usado para grandes projetos como Assassins Creed Unity, Pillars of Eternity.

Outra vantagem no uso desta aplicação é a grande quantidade de produtos em sua loja, disponibilizada por usuários que fazem uso do programa. Nesta loja você pode encontrar os mais variados recursos para auxiliar na produção do jogo, tais como modelos de personagens, *scripts* prontos para funções que que iria requerer um certo tempo dos desenvolvedores, e até mesmo editores que serão inseridos ao programa de modo que possa ser trabalhado com toda uma interface completa. Os produtos desta loja podem ser grátis ou pagos, dependendo da escolha do usuário que publicou este produto. A própria empresa Unity Technologies fornece projetos completos com modelos e cenas prontas para uso gratuito.

O Unity possui uma grande flexibilidade para melhor adaptação dos desenvolvedores, podendo toda tela ser ajustada para uma interface de gosto do programador ou, até, podendo ser expandida para outros monitores liberando mais espaço para determinada função. Também é possível, através de código, liberar variáveis para ser tratada na própria interface, deste modo mais fácil um ajuste daquilo que está sendo trabalhado.

Figura 5 - Engine Unity 3D. Fonte: Autor.



Pela Figura 6, podemos perceber a estrutura da *engine*. Há uma tela de *preview* chamada Cena na área mais à esquerda, onde você pode arrastar todos os objetos que serão mostrados na cena e onde eles serão mostrados, uma tela de *Inspector* à direita, para editar as propriedades de um objeto selecionado. Também há a tela de Hierarquia, ao lado direito da cena, onde ficará a lista com todos os objetos contidos na Cena, em sua devida hierarquia. E, por fim, a tela de Projeto, ao lado direito da Hierarquia, onde está localizado todos os componentes do projeto que serão usados no jogo, desde sons, scripts, até imagens.

3.4.5.2 Game Maker: Studio

Game maker: Studio é uma *engine* feita para jogos 2D, com toda a interface baseada em *tiles*, e também conta com uma versão grátis, além de outras duas pagas e com muitas melhorias. Sua versão *free*, conta com recurso de exportar somente para PC. A maioria das configurações é feita pela interface, não sendo necessário muitas linhas de códigos, e quando se precisa de alguma programação, é feita numa linguagem

própria. Alguns exemplos de jogos feitos nesse ambiente são: Death's Gambit, Blobb e outros.

3.4.5.3 CONSTRUCT 2

A ferramenta Construct 2 é utilizada para a produção de jogos em 2D e exportada para web (HTML5, chrome store, etc.) e mobile (CocoonJS, Windows Phone 8, etc.). Sua vantagem é que possui uma interface bem simples e não é necessário nenhum conhecimento de códigos de programação para poder fazer um jogo, já que todas as adaptações são feitas na própria interface.

3.4.5.4 RESUMO DAS ENGINES

O quadro 2 mostra uma comparação sobre algumas das características sobre cada engine apresentadas neste capítulo:

Quadro 02- Comparação entre engines

	Unity	Game Maker: Studio	Construct 2
Custo	Versão Grátis	Versão Grátis	Versão Grátis
Plataformas de Exportação	Consoles, mobile, PC e web	Consoles, mobile, PC e web	Web, Mobile
Linguagens Suportadas	C# e Javascript	GML	Sem código

A partir do quadro podemos observar que ambas as *engines* possuem versões grátis, o que é parte essencial para o projeto. Na questão de exportação para multiplataformas, temos o Unity e Game Maker: Studio com ferramentas com mais recursos em relação ao Construct 2.

A escolha pela ferramenta Unity foi feita devido a linguagens suportadas, que são C# e Javascript, duas linguagens muito utilizadas no dia de hoje e com muitos recursos, além de ser, uma delas, de conhecimento do autor.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Para este trabalho foi uma pesquisa sobre teoria de jogos digitais e analisar a aplicação desses jogos de forma que se torne um processo didático e, assim, podendo passar um conteúdo para os alunos.

O próximo passo foi discutir características gerais do jogo e a adaptação da mecânica do jogo “Cara-a-cara” de forma didática para o ensino de Geometria.

O jogo “Cara a Cara” (Figura 9) tem por objetivo adivinhar a carta escolhida pelo adversário. Para fazer isto, cada jogador deverá fazer perguntas sobre características das caras de modo que, dependendo da resposta obtida, possa ir abaixando e consequentemente excluindo as cartinhas que não possuem aquela característica perguntada. Quando a pessoa estiver certa sobre a carta escolhida pelo adversário, deverá arriscar um palpite. Em caso de acerto, ganha o jogo.

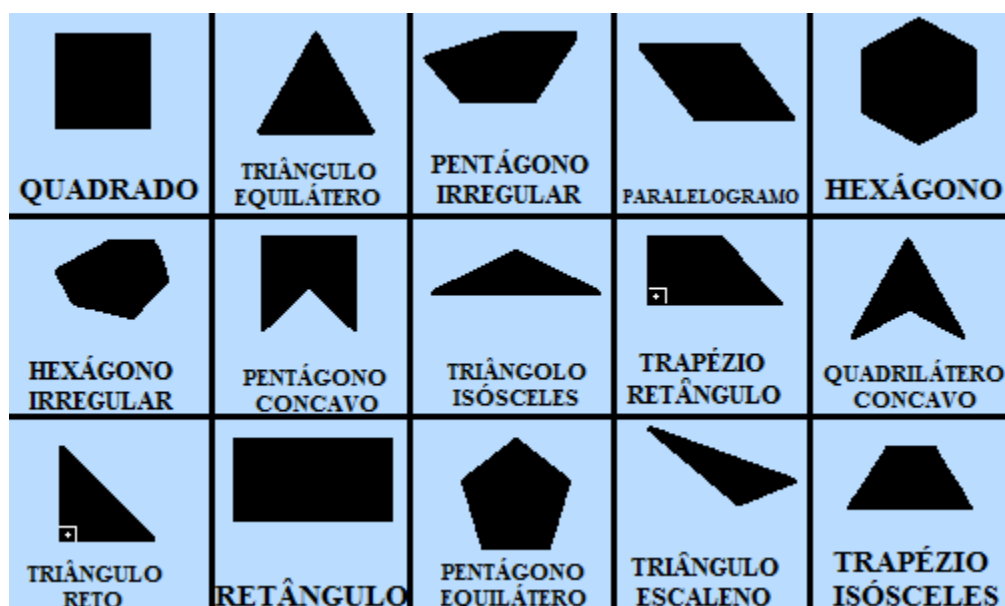
Figura 6 - Jogo Cara a Cara. Fonte: www.americanas.com.br



Este trabalho consiste em manter a mecânica do jogo, porém os jogadores deverão, em vez de caras, acertar formas geométricas. Isso deverá ser feito a partir de perguntas sobre as mais diversas formas contidas no jogo como números de lados e grupo pertencente, até que consiga acertar a forma escolhida pelo jogador adversário.

A proposta inicial de um jogo para ensino de matemática com base no jogo real “Cara a Cara”, foi desenvolvida pela aluna de doutorado Giovana Sander (2015) como trabalho final da disciplina Jogos Digitais e Ensino de Ciência oferecida no Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciências, ministrada pelo Prof. Dr. Wilson M. Yonezawa no segundo semestre de 2015.

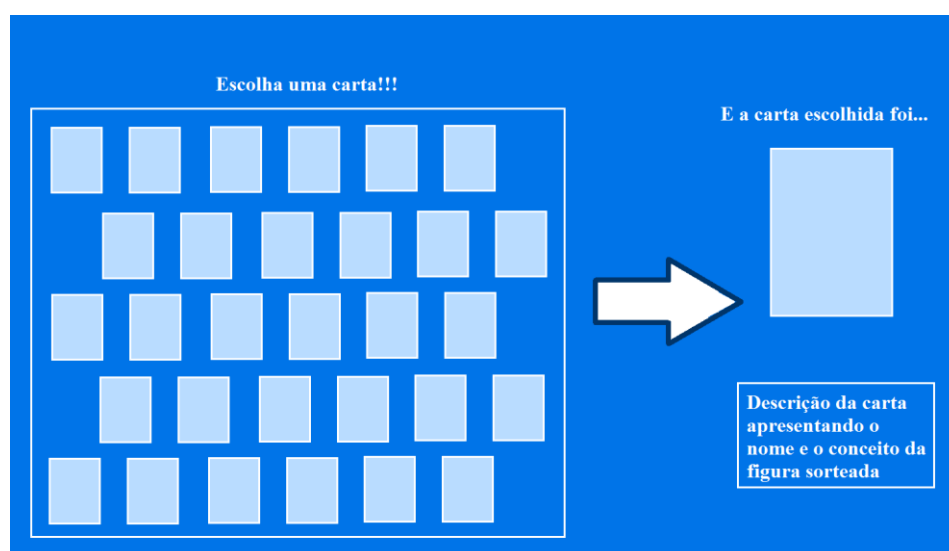
Figura 7 - Conteúdo de matemática (Geometria) – Fonte: Sander(2015)



Sander (2015) propõe uma adaptação do jogo cara a cara alterando os conteúdos originais do jogo para conteúdo de matemática, no caso, geometria (Figura 10), onde a meta é adivinhar qual figura geométrica que o oponente sorteou a partir das seguintes regras:

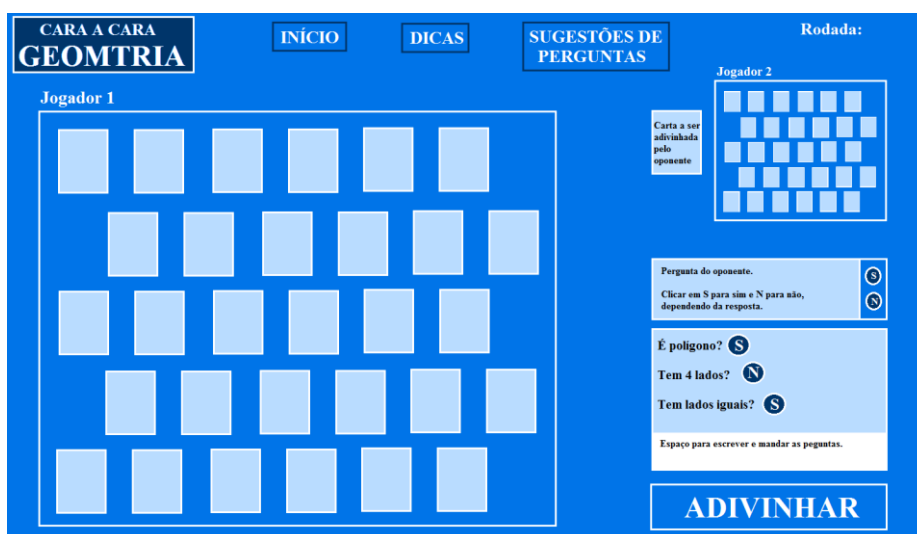
- Cada jogador escolhe um dos tabuleiros.
- Aparecerão na tela várias cartas viradas. Cada jogador clica em uma das cartas, sendo que essa carta será a que o oponente tentará adivinhar (Figura 11).

Figura 8 - Escolha da carta – Fonte: Sander(2015)



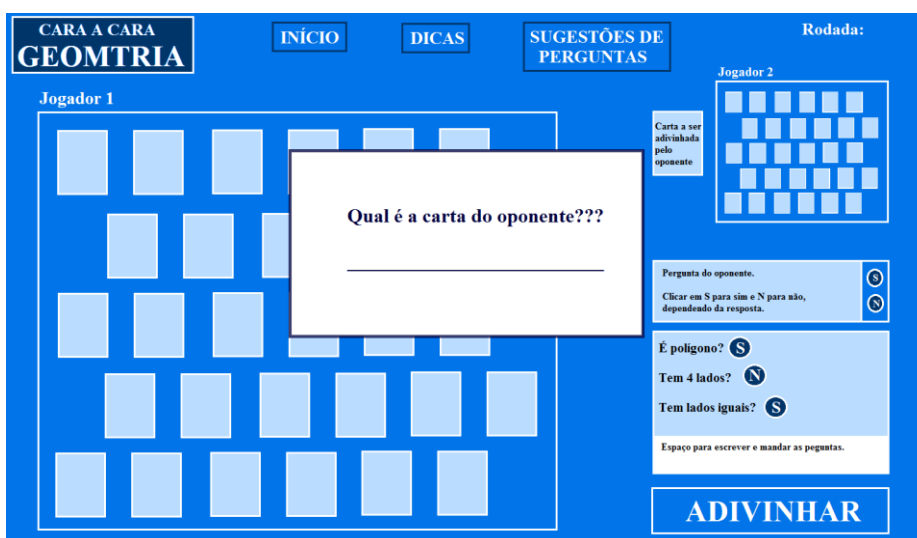
- Os jogadores farão perguntas para descobrir as características da figura que o oponente tem que adivinhar.

Figura 9 - Perguntas – Fonte: Sander(2015)



- Cada um dos jogadores faz só uma pergunta de cada vez cuja resposta será sim ou não.
- Após cada pergunta, o jogador pode eliminar algumas cartas cujas figuras não estão de acordo com a resposta dada.
- Se o jogador acha que sabe qual é a figura do seu adversário, pode tentar adivinhar a qualquer momento (Figura 12 e Figura 13). Se adivinhar errado, perderá a partida. Se adivinhar corretamente, então ganha a partida.

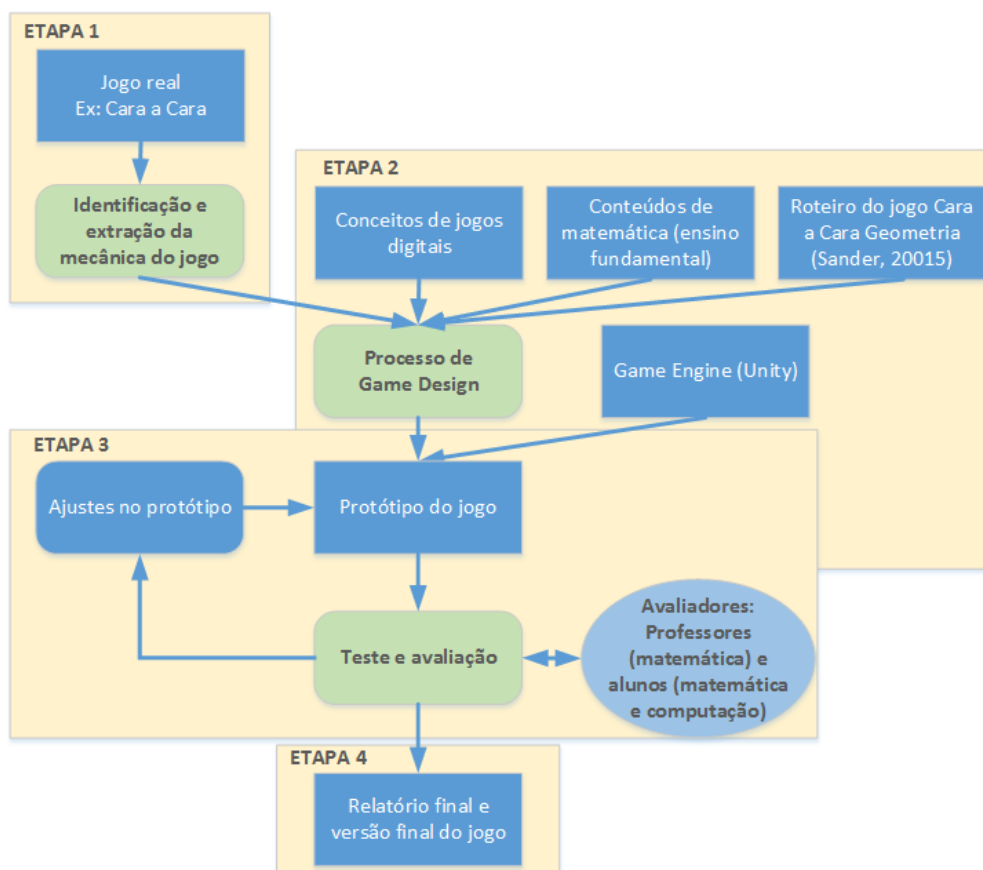
Figura 10 - Qual a carta? – Fonte: Sander(2015)



Este projeto de TCC utilizou como base de requisitos o roteiro proposto por Sander (2015). Na implementação do jogo foi utilizado a engine Unity 3D juntamente com linguagem de programação C#, para que finalmente seja aplicado os conceitos de jogos digitais educativos. A Figura 14 mostra as principais atividades e etapas do TCC.

As atividades estão representadas nos retângulos com bordas arredondadas (em verde), as etapas, nos retângulos com fundo amarelo. Os retângulos com fundo azul representam os dados, conceitos, ferramentas utilizadas nas atividades bem como os resultados gerados pelas atividades (ex: protótipo do jogo e o relatório final).

Figura 11 - Atividades e etapas do projeto



ETAPA 1: Análise de jogos reais e extração da mecânica do jogo

A partir de jogos já utilizados de tabuleiro, é possível adaptá-los para jogos com conteúdo didático. Para este trabalho, foi adaptado o jogo Cara a Cara na versão proposta de Sander (2015), que tem sua mecânica adaptada de modo que transmita ensinamentos matemáticos e mantenha a diversão.

ETAPA 2: Game Design e Desenvolvimento do Jogo Digital

Um importante processo para a construção do jogo é o Game Design, em que deve ser discutido pontos importantes do jogo, tais como sua estruturação, suas características. E assim podendo começar a implementação e desenvolvimento.

ETAPA 3: Teste e avaliação do protótipo

Em fase final de desenvolvimento, foi necessário procurar por possíveis erros no sistema criado ou melhorias para um melhor desempenho do jogo.

ETAPA 4: Elaboração da monografia e publicação dos resultados

Discussões finais sobre o projeto e o resultado de sua aplicação.

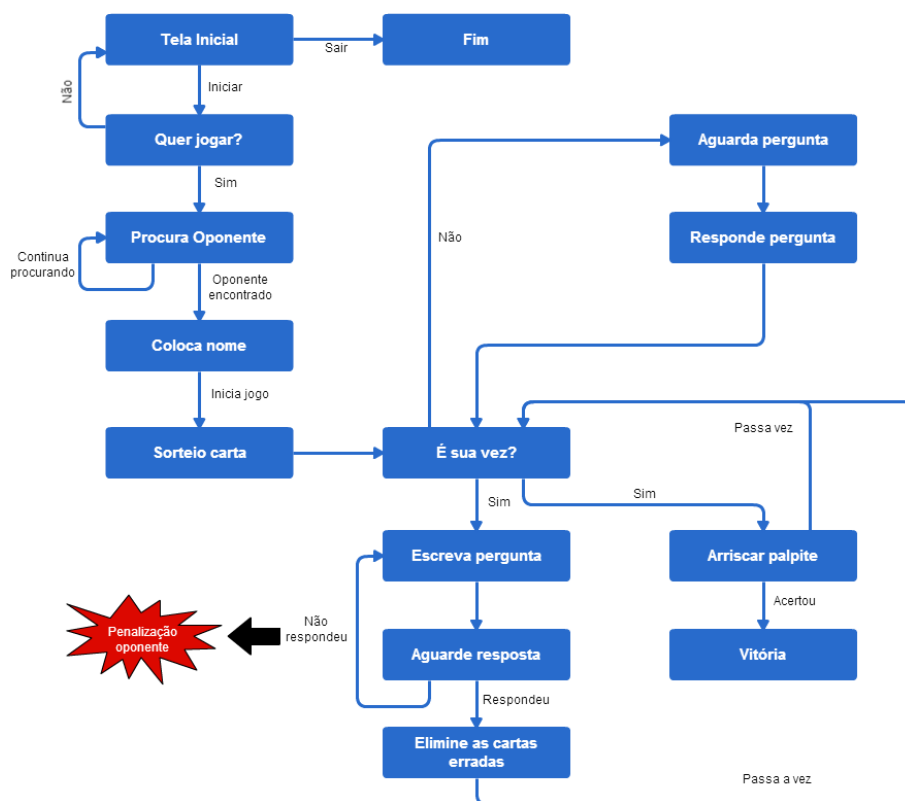
5 DESENVOLVIMENTO

Este capítulo mostra o processo de desenvolvimento do sistema para fase de testes, incluindo ferramentas utilizadas, e como o processo decorreu.

5.1 MODELO DO JOGO

Para início do desenvolvimento, uma ideia de fluxo inicial foi discutida, o que gerou o diagrama de estado (Figura 15), mostrado a seguir.

Figura 12 - Diagrama de estado



Para iniciar uma partida, o jogador deve entrar em uma sala de espera, onde ficará até encontrar um oponente. O primeiro passo, depois da partida ser iniciada, é sortear a carta para o jogador, a qual o adversário terá que acertar. E finalmente entrando para o fluxo principal do jogo.

Neste, cada jogador em sua vez deve fazer uma pergunta para o adversário com a finalidade de eliminar as cartas de sua mesa. Tanto o jogador fazendo a pergunta, quanto o que deve responder, tem um tempo para fazer isso, que caso não seja cumprido, sofrerá uma penalização. Quando estiver no seu turno e estiver confiante de um palpite, o jogador poderá gastar sua vez para arriscar um palpite, e caso esteja certo, ganhará o jogo.

5.2 UNET

Para a comunicação entre jogadores foi utilizada uma ferramenta nativa do Unity, para criação de jogos multijogadores, chamada de Unet e implementada nas versões mais recentes do programa.

Esta ferramenta pode ser usada de dois modos. A primeira é usando a API de alto nível, onde há componentes prontos e empacotados pronto para ser usado. O segundo modo é a criação de uma camada de transporte para ser feito uma completa infraestrutura de rede ou jogos avançados de multijogadores.

O empacotamento da camada de alto nível, chamada de HLAPI (High Level API), permite algumas integrações como controlar estado da rede através de um componente na interface, chamado de *Network Manager*, criação de jogos “cliente *host*”, onde o *host* também é um cliente, enviar e receber mensagens da rede, fazer chamadas remotas e enviar eventos.

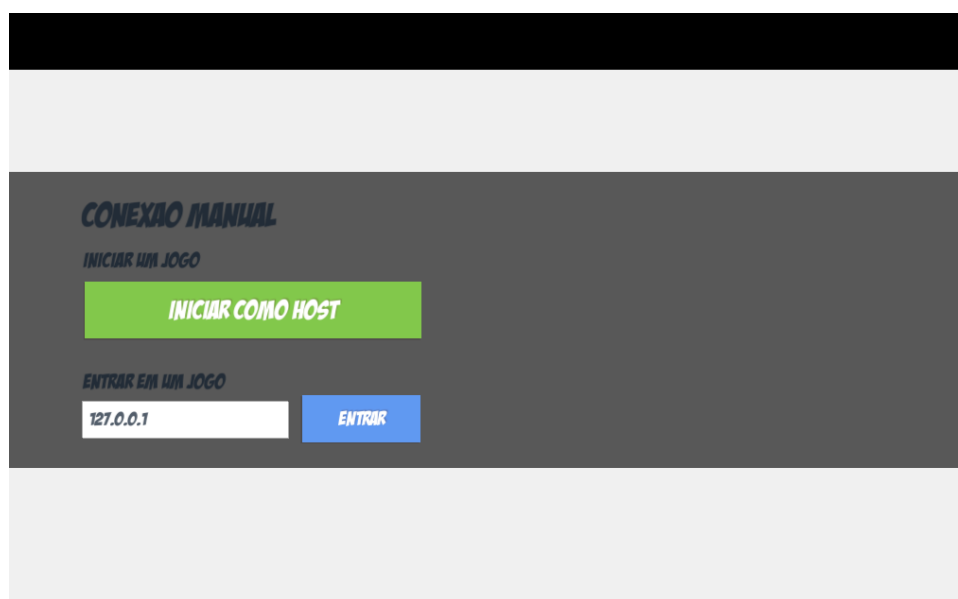
Uma das funções oferecidas por essa camada de rede da Unity, é a função de controle de salas, chamada de *Lobby Manager*. Esta camada foi adaptada ao jogo para fazer conexões entre dois jogadores a partir de seus IPs. O primeiro jogador entra como *Host* e o segundo jogador conecta ao IP desse *host* e se torna um cliente.

Ambos, entram em uma lista, onde irão ficar todos os jogadores esperando a partida começar, que no caso deste jogo, tem o limite máximo de duas pessoas. A partir do momento que os dois estão nesta lista, ambos devem aceitar a partida e está começará com uma conexão de rede criada entre eles.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

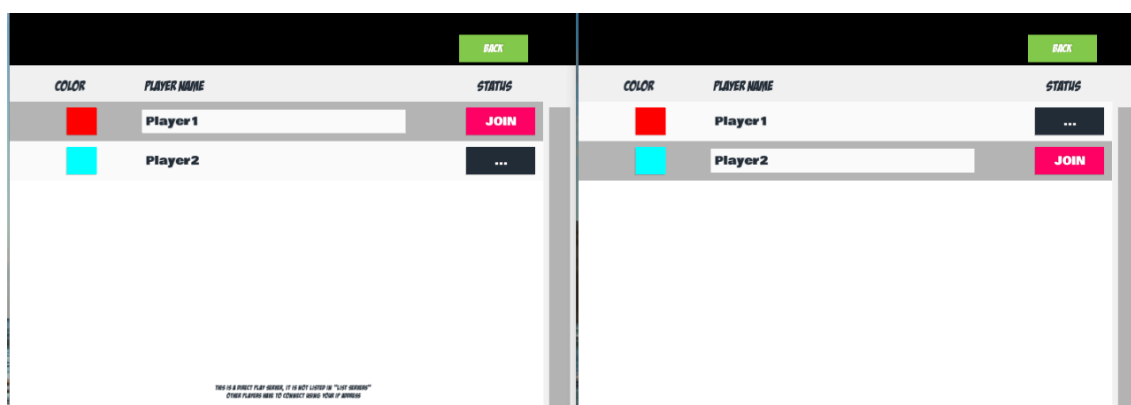
O jogo se inicia com uma tela para o usuário se conectar por meio do Lobby Manager, onde ele escolherá se vai entrar como *host*, ou se vai entrar no Lobby criado por alguém através do IP (Figura 17). Nessa parte do processo, foi utilizado o componente de rede da engine, responsável por criação de salas de jogo, chama de Lobby Manager. Para isso foi necessário a edição de sua interface, já que foi necessário remover parte do componente onde é oferecido servidores dedicados (não presente na versão grátis do componente), além de ajustes de sequência de cenas e tradução.

Figura 13 - Conexão entre os jogadores



Assim que ambos os jogadores estiverem conectados em uma partida, eles deverão aceitar a partida para que esta comece (Figura 18)

Figura 14 - Lista com todos os jogadores



Depois de ter começado a partida pelo *Lobby Manager*, ambos os jogadores são redirecionados para uma tela de sorteio. Esta tela terá o botão para sortear uma carta que deverá ser adivinhada pelo adversário. Para isso, foi necessário a criação de um script global, onde foram criadas variáveis públicas para todas as formas geométricas presentes no jogo (ao ser criado como variáveis públicas, é possível referenciar aquela variável a um objeto pela interface, de modo que bem mais rápido) e atribuindo a cada uma delas um valor representativo inteiro. Neste mesmo script, é criado um evento onde, quando é apertado um botão criado pela interface, uma função

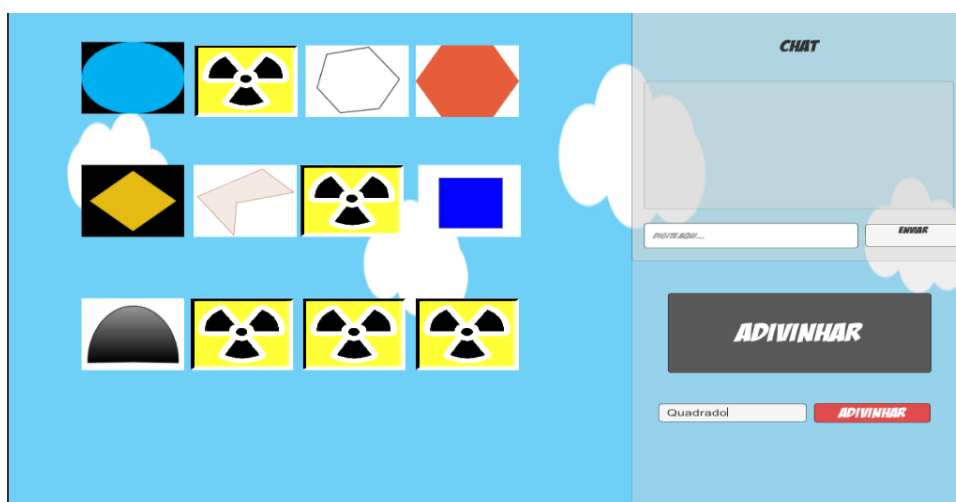
de sorteio é executada com base no valor representativo de cada carta, ao mesmo tempo que é liberado um botão que carregará a próxima cena.

Figura 15 - Tela de Sorteio



Na próxima cena, irá iniciar a tela de jogo principal, onde aparecerão todas as cartas do jogo, um chat, e um botão de adivinhar. As cartas são responsáveis para o jogador marcar quais figuras já foram descartadas, a partir da resposta do jogador adversário, que serão feitas pelo chat no canto superior direito.

Figura 16 - Tela Principal



Cada carta é um objeto contido na cena que contém um script responsável por virar a carta quando eliminada. Esse script fica à espera de um evento de colisão. Essa colisão é feita quando há um clique do *mouse* e esse lança um raio que vai do fim

do ponteiro no sentido e direção da câmera, até que esse raio acerte algum objeto. Ao ser colidido, o objeto executa uma função onde é rotacionado em 180 graus e desabilitado, como mostrado pela função da figura 17.

Figura 17 - Função de rotação das cartas. Fonte: autor

```
void OnMouseDown()
{
    float valor = transform.rotation.z + 180;
    transform.eulerAngles = new Vector3(270, 0, valor);
}
```

Quando conveniente, o jogador poderá gastar seu turno e arriscar a carta do adversário, que, no caso de acertar, ganhará o jogo e, por consequência, resultará na derrota do adversário. Assim como o botão de sorteio, o botão de adivinhar é criado pela própria interface e quando apertado, irá executar um evento. No caso deste, irá entrar em uma função contida em um script que irá fazer a verificação da *string* contida na caixa de texto e, se for igual, irá carregar uma cena mostrando que o jogador ganhou a partida, como mostrado na figura 18.

Figura 18 - Função de adivinhar palpite

```
public void palpite()
{
    if (myText.text == cartaOponente)
    {
        Application.LoadLevel("CenaWinner");
    }
}
```

7 CONCLUSÃO

Como definido anteriormente, este trabalho teve como objetivo a criação de um protótipo de jogo digital, com o propósito de ensinar conceitos de matemática para crianças de ensino fundamental.

A pesquisa por conceitos a serem utilizados no projeto foram de extrema importância para o desenvolvimento do trabalho. A clareza nas definições de componentes como jogos, jogos digitais, técnicas de tornar o jogo divertido foram necessários para a construção do protótipo.

A ferramenta Unity utilizada para o desenvolvimento do sistema, se mostrou de grande praticidade em questões de variedades de linguagem a ser programada, bibliotecas para manipulação de objetos e interface simples. Tudo isso, permitindo uma fácil exportação para as mais diferentes plataformas, como PC, Android, Linux, Mac, entre outros. Os objetos utilizados são facilmente tratados com o uso dos scripts, que dá fácil acesso a propriedades desse objeto, manipulação de rotação e translação, além de tratamento de eventos, já que cada script é rodado uma vez a cada frame. A interface de usuário pode ser modelada rapidamente com os componentes oferecidos pela *engine*, onde é só clicar e arrastar e os componentes já estão na tela, sendo apenas necessários funções em scripts para o tratamento dos eventos gerado por essa interface. A mudança entre cenas é facilmente feita por uma única função da classe *Application* o que permite um fluxo entre cenas muito rápido.

Porém, durante o desenvolvimento, se mostrou muito precário na parte de criação de uma conexão entre os jogadores, já que, devido a mudança nos componentes nas mais recentes versões, não possui uma documentação adequada, o que impossibilitou o término do protótipo. A falta de componentes para o uso da rede, gerou as mais diversas dificuldades na implementação, como a falta de uma sala para conversa, sincronização de variáveis entre os jogadores, e, assim, impossibilitando a criação de um protótipo capaz de ser aplicado.

A ferramenta pode ser facilmente utilizada para produção de jogos em gerais, inclusive educativos, porém esta deve ser usada para conceitos mais simples, e que, principalmente, não use rede para interação entre jogadores.

A produção de jogos digitais, em dias atuais, está ficando cada vez mais fácil, com a grande quantidade de componentes prontos disponibilizados para o auxílio do desenvolvimento. Porém, esses componentes podem dificultar a produção de jogos que fogem ao padrão, como é o caso dos jogos educativos. Por se tratar de objetos fechados, a customização para a criação de um jogo diferente acaba sendo dificultada.

Para projetos futuros seria interessante a aplicações de alguns pontos que ficaram incompletos neste protótipo. Primeiramente será necessário a implementação restante da conexão entre os jogadores, como sincronização de variáveis na rede, a integração com o sistema de chat. Para o sistema também é interessante a definição de turnos de cada jogador, juntamente com o temporizador para adicionar um desafio extra ao jogo.

Em versões futuras poderá ser feito uma generalização das figuras para outras matérias além de Geometria, juntamente com o salvamento de estatísticas para o uso do professor, e, assim, conseguir obter resultados do quão aceito pelas crianças aquele jogo está sendo e o quanto ensinou.

Referências

- ALVES, A. M. A história dos jogos e a constituição da cultura lúdica , Cascavel, 2003.
- ALVES, L. Relações entre os jogos digitais e aprendizagem: delineando percurso. **Educação, formação e tecnologias**, v. 1, Novembro 2008.
- ANJOS, A. Os primeiros jogos de tabuleiro da história. **Obvious**, 2013. Disponível em: <http://lounge.obviousmag.org/anna_anjos/2013/01/a-origem-dos-jogos-de-tabuleiro.html>. Acesso em: 3 Maio 2015.
- CAMPELLO, E. D. L.; SILVA, A. F. Informática e Jogos no Ensino da Matemática. **II Bienal da Sociedade Brasileira de Matemática**, Salvador, 25 Outubro 2004. 35.
- CSIKSZENTMIHALYI, M. **Flow The Psychology Of Optimal Experience**. Collins Publishers. Harrer and Row, New York, 2009.
- FERNANDES, L.; WERNER, C. M. Sobre o uso de Jogos Digitais para o Ensino de Engenharia, Rio de Janeiro.
- GRÜBEL, J. M.; BEZ, M. R. Jogos Educativos. **Novas tecnologias na educação**, Novo Hamburgo, v. 4, n. 2, 2006.
- GUERREIRO, M. A. D. S. **Os efeitos do Game Design no processo de**. UNESP. Bauru, p. 298. 2015.
- KISHIMOTO, A. Inteligência Artificial em Jogos Eletrônicos. **Academic research about Artificial Intelligence for games**, 2004.
- KLEINA, N. O que é engine ou motor-gráfico? **Tecmundo**, 2011. Disponível em: <<http://www.tecmundo.com.br/video-game-e-jogos/9263-o-que-e-engine-ou-motor-grafico-.htm>>. Acesso em: 19 Maio 2015.
- MADEIRA, C. A. G. **FORGE V8: Um framework para o desenvolvimento de jogos de computador e aplicações multimídia**. UFPE. Recife. 2001.
- MCGONIGAL, J. **Reality is broken : why games make us better and how they can change the world**. New York: Penguin Press, 2011.

MORATORI, P. B. **Por que utilizar jogos educativos no processo de aprendizagem?** UFRJ. Rio de Janeiro. 2003.

PESSOA, C. A. C.; RAMALHO, G. L.; BATTAIOLA, A. L. **wGEM: um Framework de Desenvolvimento de Jogos para.** UFPE e UFSCAR. [S.l.]. 2001.

SANDER, G; Roteiro do Jogo Cara a Cara - Geometria. Trabalho de conclusão da disciplina Jogos Digitais e Ensino de Ciências. Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciência, 2015.

SAVI, R.; ULBRITCH, V. R. Jogos digitais educacionais: benefícios e desafios. **Novas tecnologias na educação**, v. 6, n. 2, 2008.

SCHELL, J. **The art of Game Design: a book of lenses.** [S.l.]: CRC Press, 2008.

SILVA, A. F. D.; KODAMA, H. M. Y. Jogos no Ensino da Matemática. **II Bienal da Sociedade Brasileira de Matemática**, Salvador, 25 Outubro 2004. 19.

SUITS, B. What is a game? *Philosophy of Science*, JSTOR, p. 148–156, 1967.

TAVARES, R. Fundamentos de game design para educadores. **GT 2 – Desenvolvimento de Games**, Salvador, Outubro 2005.

WILLINGHAM, D. T. **Por Que Os Alunos Não Gostam da Escola?** 1ª. ed. [S.l.]: Artmed, 2011.