

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

**THIAGO HEIDI TSUNODA**

**REUTILIZAÇÃO DA MECÂNICA DO JOGO SPACE INVADERS PARA  
A CONSTRUÇÃO DE JOGOS EDUCACIONAIS.**

**BAURU - SP**

**Março/2015**

THIAGO HEIDI TSUNODA

**REUTILIZAÇÃO DA MECÂNICA DO JOGO SPACE INVADERS  
PARA A CONSTRUÇÃO DE JOGOS EDUCACIONAIS.**

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  
Bauru.

Orientador: Prof. Dr. Wilson Massashiro  
Yonezawa.

BAURU  
Março/2015

THIAGO HEIDI TSUNODA

**REUTILIZAÇÃO DA MECÂNICA DO JOGO SPACE INVADERS  
PARA A CONSTRUÇÃO DE JOGOS EDUCACIONAIS.**

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.

**BANCA EXAMINADORA**

Orientador Prof. Dr. Wilson Massashiro Yonezawa.  
Instituição: Universidade Estadual Paulista.

Assinatura: \_\_\_\_\_

Orientador Prof. Dr. Renê Pegoraro.  
Instituição: Universidade Estadual Paulista.

Assinatura: \_\_\_\_\_

Universidade Estadual Paulista.  
17 de março de 2015.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a meu orientador, Prof. Dr. Wilson Massashiro Yonezawa, por ter me ajudado no decorrer deste trabalho solucionando minhas dúvidas e me auxiliando no desenvolvimento do mesmo.

Agradeço a todos os meus professores por terem me proporcionado um conhecimento que será útil por toda a minha vida.

Agradeço também aos meus familiares e amigos por todo o apoio e incentivo que me deram ao longo do curso.

## RESUMO

Os jogos digitais podem ser usados como uma ferramenta de aprendizagem para o ensino de diversos assuntos, pois eles conseguem capturar a atenção dos jogadores e motivá-los, graças a sua principal característica: a interação com o jogador. Assim, os jogos voltados para aprendizagem motivam e divertem o jogador ao mesmo tempo em que ensinam. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi desenvolver um jogo digital, baseado em dispositivos móveis (Android) e computadores, se utilizando da mecânica clássica do jogo *Space Invaders*, porém com algumas alterações, que possa servir para a construção de novos jogos educacionais. No desenvolvimento deste jogo, foram analisados recursos do sistema Android, por exemplo o acelerômetro, que poderiam contribuir para uma melhor experiência ao jogador.

**Palavras-chave:** jogos digitais, jogos didáticos, analogia, Android, mecânica, Space Invaders.

## **ABSTRACT**

Digital games can be used as a learning tool for teaching various subjects, because they were able to capture the attention of players and motivate them, thanks to its main feature: the interaction with the player. Thus, the oriented games learning, motivate and entertain the player at the same time they teach. In this context, the objective of this work was to develop a digital game based on mobile devices (Android) and desktops, using the classical mechanics of the game Space Invaders, but with a few changes, which can serve to build new educational games. The development of this game, were analyzed features of Android system, for example the accelerometer, which could contribute to a better experience for the player.

**Keywords:** digital games, educational games, analogy, Android, mechanics, Space Invaders.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Jogo <i>Space Invaders</i> .....	16
Figura 2: Jogo <i>Microsoft Flight Simulator</i> (à esquerda) e <i>Rocksmith</i> (à direita). ....	22
Figura 3: Jogo <i>City Car Driving</i> (à esquerda) e <i>SimCity</i> (à direita). ....	22
Figura 4: Jogo <i>Civilization</i> . ....	22
Figura 5: Nave se movendo à direita através do acelerômetro. ....	37
Figura 6: Nave se movendo à esquerda através do acelerômetro. ....	37
Figura 7: Disparo através do toque à direita. ....	38
Figura 8: Disparo através do toque à esquerda. ....	38
Figura 9: Tela inicial: Menu. ....	39
Figura 10: Tela de log. ....	40
Figura 11: Tela de créditos. ....	41
Figura 12: Tela de níveis. ....	41
Figura 13: Tela de pontuação. ....	42
Figura 14: Tela do jogo. ....	43
Figura 15: Jogo pausado. ....	44
Figura 16: Nível 01. ....	45
Figura 17: Nível 02. ....	45
Figura 18: Nível 03. ....	46
Figura 19: Nível 04: Efeito luminosidade. ....	47
Figura 20: Nível 05: Sem efeito “ <i>flash</i> ” ativado. ....	47
Figura 21: Nível 05: Com efeito “ <i>flash</i> ” ativado. ....	48
Figura 22: Trecho do arquivo “ <i>imagens.xml</i> ”. ....	51
Figura 23: Caminho inválido. ....	52

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1: Tipos de balanceamento. ....	23
Quadro 2: Versões do Android. ....	28
Quadro 3: Tipos de sensores suportados pelo Android. ....	32
Quadro 4: Comparação dos níveis. ....	48



# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>PROBLEMA .....</b>	<b>11</b>
<b>3</b>	<b>JUSTIFICATIVA .....</b>	<b>11</b>
<b>4</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>11</b>
4.1	OBJETIVO GERAL .....	11
4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	11
<b>5</b>	<b>MÉTODO DE PESQUISA.....</b>	<b>12</b>
<b>6</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>12</b>
6.1	A HISTÓRIA DOS JOGOS TRADICIONAIS .....	12
6.2	A HISTÓRIA DOS JOGOS DIGITAIS .....	14
6.3	SPACE INVADERS .....	15
6.3.1	MECÂNICA DO JOGO SPACE INVADERS.....	16
6.4	JOGOS DIGITAIS E EDUCAÇÃO .....	17
6.5	EXEMPLO DE USO NO ENSINO DE QUÍMICA.....	19
6.6	ANALOGIA.....	20
6.6.1	ANALOGIA NA EDUCAÇÃO .....	20
6.6.2	ANALOGIA EM JOGOS DIGITAIS.....	21
6.7	GAME DESIGN .....	23
6.7.1	GAME LEVEL DESIGN .....	25
6.8	ANDROID .....	27
6.8.1	VERSÕES DO ANDROID .....	28
6.8.2	SENSORES DO ANDROID .....	31
<b>7</b>	<b>DESENVOLVIMENTO .....</b>	<b>34</b>
7.1	MATERIAIS UTILIZADOS .....	34
7.2	MECÂNICA DO JOGO DESENVOLVIDO .....	35
7.3	ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO .....	36
7.3.1	ETAPA 01 - PROTÓTIPO .....	36
7.3.2	ETAPA 02 – CRIAÇÃO DO JOGO.....	39
7.3.2.1	NÍVEIS.....	45
7.3.2.2	COLISÃO E PONTUAÇÃO .....	48
7.3.2.3	CONTROLES .....	49
7.3.2.4	CLASSES.....	50
7.3.2.2	CUSTOMIZAÇÃO .....	51
7.4	VALIDAÇÃO .....	52
<b>8</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>53</b>
8.1	CONTRIBUIÇÕES E TRABALHOS FUTUROS .....	54
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>55</b>
	<b>APÊNDICES.....</b>	<b>58</b>
	APÊNDICE A – DIAGRAMA DE ATIVIDADES DO JOGO SPACE INVADERS.....	58
	APÊNDICE B – DIAGRAMA DE ATIVIDADES DO JOGO DESENVOLVIDO. ....	59

# 1 INTRODUÇÃO

A cada dia novos recursos tecnológicos surgem e são agregados em nosso cotidiano, como é o caso dos dispositivos móveis como *smartphones*<sup>1</sup> e *tablets*<sup>2</sup>, dos computadores pessoais, entre outros. Eles podem nos proporcionar lazer, diversão, comodidade, interação com outras pessoas e inclusive nos ajudar na aprendizagem de determinados assuntos (CARDOSO; AMORIM, 2010).

Esses dispositivos móveis executam uma ampla gama de programas. Jogos digitais são exemplos de aplicações que funcionam nesses dispositivos. Segundo dados da Gartner (2013) o mercado de jogos digitais (incluindo videogames – *hardware*<sup>3</sup> e *software*<sup>4</sup>) arrecadou no ano de 2012 o valor de U\$ 78,87 bilhões e possui uma previsão de U\$ 111,05 bilhões em 2015, valores que superam as da indústria do cinema. Através desses dados é possível enxergar o grande poder que os jogos possuem em atrair a atenção das pessoas, e muitos já a exploram no ramo da educação, criando jogos didáticos em suas diversas áreas.

Segundo Zanon, Guerreiro e Oliveira (2008) um jogo digital pode se tornar uma ferramenta de aprendizagem, desde que, seja elaborado de forma didática e não meramente um meio de entretenimento.

“Quando se cria ou se adapta um jogo ao conteúdo escolar, ocorrerá o desenvolvimento de habilidades que envolvem o indivíduo em todos os aspectos: cognitivos, emocionais e relacionais. Tem como objetivo torná-lo mais competente na produção de respostas criativas e eficazes para solucionar os problemas.” (LIMA et al., 2011, p. 3).

As vantagens do uso de jogos didáticos são evidentes, de acordo com Tarouco et al. (2004) “[os jogos didáticos] divertem enquanto motivam, facilitam o aprendizado e aumentam a capacidade de retenção do que foi ensinado, exercitando as funções mentais e intelectuais do jogador”.

Neste contexto, este trabalho explora o desenvolvimento de jogos digitais para apoio didático.

---

<sup>1</sup> Celulares com recursos avançados que permitem a execução de programas em seu sistema operacional.

<sup>2</sup> Dispositivos portáteis que servem para navegar na internet, ler livros digitais, escutar música, jogar, etc.

<sup>3</sup> Parte física de um dispositivo sendo formado por componentes eletrônicos.

<sup>4</sup> Sequência de instruções que ao serem executadas realizam ações específicas.

## **2 PROBLEMA**

A dificuldade a ser resolvida se encontra na criação de um jogo digital que use da reutilização da mecânica do jogo *Space Invaders* e que possa ser utilizado na construção de novos jogos educacionais.

## **3 JUSTIFICATIVA**

Determinados assuntos não são de fácil entendimento para muitos alunos e em muitas vezes na sala de aula o conhecimento é passado do professor para o aluno (transmissão – recepção), o que pode gerar lacunas nesse processo (ZANON; GUERREIRO; OLIVEIRA, 2008). Oferecer opções para os professores, em formato digital, pode contribuir para suprir essas lacunas e melhorar o ensino.

Os jogos digitais com uma temática específica abrangendo um certo conteúdo é uma forma de motivar e capturar atenção dos jovens.

A escolha da mecânica do jogo *Space Invaders* se deve ao fato de ela ser simples, de fácil compreensão e extremamente popular.

Utilizando-se da analogia, deixará o jogo mais amplo, podendo ser utilizados em conjunto com novos jogos educacionais.

## **4 OBJETIVOS**

### **4.1 OBJETIVO GERAL**

Desenvolver um jogo digital, baseado em dispositivos móveis (Android) e computadores, reutilizando-se da mecânica do jogo *Space Invaders*, que possa servir para a construção de novos jogos educacionais.

### **4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Compreender como conceitos de jogo didático e analogia podem ser aplicados no ensino de conteúdos científicos.

Explorar os recursos contidos dos dispositivos móveis para construção de jogos.

## **5 MÉTODO DE PESQUISA**

Para este trabalho foi realizado a pesquisa bibliográfica a fim de ter um fundamento teórico.

Análises sobre os conteúdos que abrangem jogos didáticos foram feitos de modo que esse conhecimento fosse aplicado no desenvolvimento do jogo.

O procedimento da coleta de dados se deu primeiramente através das pesquisas bibliográficas provenientes pelo orientador e por pesquisas realizadas na biblioteca ou através da internet. Posteriormente, foram se utilizadas as pesquisas experimentais, quando o jogo esteve em desenvolvimento e quando finalizado.

Inicialmente, foram pesquisados sobre jogos didáticos para a estruturação do jogo. Após essa fase, foi determinada a plataforma de desenvolvimento e a análise da necessidade de uma biblioteca para facilitar a construção do jogo.

Determinada a plataforma e a estrutura do jogo, o desenvolvimento se iniciou.

## **6 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Neste capítulo serão abordados todos os fundamentos teóricos que serviram de base para o desenvolvimento deste projeto. Iniciando com a contextualização dos jogos e sua utilização na educação, bem como a definição de analogia e o seu uso no meio didático e em jogos digitais. Logo após, será explanado sobre a construção de jogos digitais e, por fim, sobre o sistema operacional Android, suas versões e sensores suportados.

### **6.1 A HISTÓRIA DOS JOGOS TRADICIONAIS**

Os jogos têm acompanhado a humanidade desde os tempos antigos. Segundo Anjos (2013), “O ato de jogar e envolver-se em cenários verossímeis de ‘realidades inventadas’ é uma característica comum dos povos desde o início da civilização”.

Jogos como Senet (3.500 a.C.), que embora as regras originais tenham se perdido, mas que aparenta ser um jogo de corrida cujo objetivo é movimentar as peças para fora do tabuleiro antes do seu oponente (ASTRAL CASTLE, 2003) se utilizando de bastões equivalentes a dados (BOYLE, 2013), e o Jogo Real de Ur (Royal Game of Ur – 2.600 a.C.) que também é um jogo de corrida, parecido com o Senet, em que se joga dados para mover os peões em direção ao objetivo (BOYLE, 2013), são considerados os jogos mais antigos já

descobertos e possuem o título de “jogos de passagem da alma”, pois, “segundo a tradição mesopotâmica, os jogos pertencentes aos falecidos eram enterrados juntamente com seus bens pessoais, salvando-lhes do tédio infinito.” (ANJOS, 2013).

Além desses jogos, outros surgiram e geralmente influenciados com o contexto ou acontecimentos da época. A Rota da Seda que eram rotas interconectadas entre o Oriente e a Europa utilizadas para a comercialização da seda e fora considerada a maior rede comercial do Mundo Antigo (RODRIGUES, 20--) acabou influenciando os jogos de tabuleiros, e estes sofreram diversas adaptações já que novas civilizações passaram a se interagirem, comercializarem e conhecerem novos e diferentes recursos, um exemplo, é jogo XII Scripta de origem romana que chegou ao Uzbequistão e influenciou os tabuleiros de Gamão do Norte da China (ANJOS, 2013).

“Alguns séculos mais tarde, após o período da Revolução Industrial, houve uma grande difusão dos jogos de tabuleiro. Com a possibilidade de produção em massa, alguns pequenos fabricantes começaram a produzir versões dos jogos clássicos e novos jogos para atender a demanda da classe média emergente, principalmente nos Estados Unidos e na Europa. [...] Apesar dos primeiros jogos industriais não terem praticamente nenhuma preocupação com estratégia [...], o *Jogo da Vida*, lançado em 1860, é considerado o marco da era moderna dos jogos de tabuleiro. Em seu ano de lançamento foram vendidas mais de 45 mil cópias. Apesar disto, o jogo de tabuleiro mais popular do mundo é o *Monopoly* (conhecido no Brasil como *Banco Imobiliário*). Lançado em 1904, ele foi baseado no *The Landlord's Game*, de Elizabeth J. Magie Phillips, que o criou com o objetivo de ensinar a teoria do economista Henry George sobre taxa simples.” (ANJOS, 2013).

Após a Segunda Guerra Mundial, os jogos com a temática em conflitos econômicos e construção de civilizações com foco na estratégia, como *Civilization* e *Britannia*, ganharam mais força no mercado e apresentavam cada vez mais um visual realista e complexa (ANJOS, 2013).

Ainda hoje os jogos de tabuleiros são adaptados ou desenvolvidos abrangendo novos temas e buscando atingir públicos de diversas faixas etárias, porém no século XX, um novo estilo de jogo começa a surgir: os jogos digitais.

## 6.2 A HISTÓRIA DOS JOGOS DIGITAIS

O início dos jogos digitais se deve a William Higinbotham que teve a ideia de criar um mostrador interativo, que viria a ser o primeiro jogo digital, para atrair a atenção do público que visitava a Brookhaven National Laboratory. O jogo, criado em 1958, se chamava *Tennis for Two* e consistia em dois jogadores movimentarem uma bola, simulando um jogo de tênis tradicional. Seu funcionamento se dava através de um computador analógico ligado a um osciloscópio (RABIN, 2010).

Desenvolvido em linguagem *Assembly* e realmente inventado para ser um jogo, *SpaceWar!* foi criado em 1961 para computadores DEC PDP-1 por Stephen Russell, Peter Samson, Dan Edwards, Martin Graetz, Alan Kotok, Steve Piner e Robert A. Saunders, estudantes do MIT (Massachusetts Institute of Technology). O jogo era para dois jogadores e o objetivo era que um tentasse abater o outro através de suas respectivas naves que atiravam. O diferencial desse jogo é que nele já se encontrava alguns conceitos da física do mundo real, como aceleração e gravidade (CONTI, 2011).

O próximo marco na história dos jogos digitais foi realizado por Ralph Baer que teve a ideia de criar jogos para televisores domésticos. Ralph trabalhava na Sanders Associates e com a ajuda de seu chefe Bill Rusch criaram alguns bons jogos nos anos 1967 e 1968. Um desses jogos foi o jogo de hóquei que tinha um estilo “*ping-pong*”. Em 1971, uma empresa de televisão chamada Magnavox assinou um contrato com a Sanders após várias tentativas fracassadas com outras companhias e, em 1972, lançaram um novo dispositivo chamado Magnavox Odyssey. Devido ao seu alto preço e um marketing limitado, o dispositivo acabou passando despercebido pelo público (RABIN, 2010).

No mesmo ano, em 1972, o visionário Nolan Bushnell com o seu conhecimento em dispositivos eletrônicos e negócios, fundou a companhia chamada Atari e desenvolveu um jogo chamado *Pong* que se tornou um grande sucesso, porém em sua fase inicial de divulgação, o jogo foi acusado pela Magnavox por violar patentes e principalmente por ter copiado o conceito de “*ping-pong*” de Ralph. Um acordo de \$700,000 pago pela Atari à Magnavox deu um fim a essa situação e a Atari ficou livre para produzir jogos e, além disso, permaneceu intacta e no topo do mercado dos jogos (RABIN, 2010).

O sucesso de *Pong* foi tão grande que se tornou o jogo mais conhecido na história dos jogos e ajudou a lançar toda a indústria de vídeo games (RABIN, 2010). Assim, novas empresas de jogos digitais e vídeo games surgiram e ainda surgem nesse mercado lucrativo que são os jogos.

### 6.3 SPACE INVADERS

Lançado em 1978 no Japão pela Taito e desenvolvido pelo engenheiro e programador Tomohiro Nishikado, o jogo se tornou um grande sucesso, podendo ser considerado o primeiro grande *hit* da história dos videogames (MASSARANI, s.d.).

*Space Invaders* não foi o primeiro jogo a se tornar um fenômeno, antes dele há seis anos atrás, *Pong* já era extremamente popular, porém o jogo de pingue-pongue não gerou o seu próprio gênero ou inspirou futuros designers na medida em que *Space Invaders* fez (HATFIELD, 2007).

Segundo Hatfield (2007, tradução nossa) “o simulador de invasão alienígena de Taito estabeleceu precedentes que se tornaram características padrões em jogos e criou o gênero *shoot-em-up* (ou *shmup*)”.

Nishikado se utilizou de alienígenas no jogo, pois na época a utilização de humanos como inimigos alvos de tiros não seria muito bem aceita. Assim, baseado no livro *A Guerra dos Mundos* de Herbert George Wells, os inimigos passaram a se parecer com monstros marinhos (MASSARANI, s.d.).

*Space Invaders* foi o primeiro jogo a salvar as pontuações mais altas do jogador, apesar de não deixar guardar as suas iniciais (HATFIELD, 2007), e também o primeiro a apresentar personagens animados (MASSARANI, s.d.).

Originalmente *Space Invaders* foi lançado para fliperamas, porém devido a seu sucesso, acabou sendo licenciado para Atari 2600 e Nintendo Entertainment. Deste modo, gerando ao longo de sua vida mais de 500 milhões de dólares em receitas (CLASSIC GAMING, s.d.).

“Space Invaders iniciou a chamada Era de Ouro dos videogames e arcades em 1978. O mundo do entretenimento nunca mais seria o mesmo. Foi um jogo que rompeu barreiras culturais, ao ser um grande sucesso tanto nos Estados Unidos quanto no Japão, abrindo caminho para um dos estilos mais populares de videogame, o Shoot'em Up (tiro) e para a influência decisiva que os japoneses teriam na agora nascente indústria do[s] jogos eletrônicos.” (MASSARANI, s.d.).

### 6.3.1 MECÂNICA DO JOGO SPACE INVADERS

A mecânica do jogo *Space Invaders* era muito simples, o jogo consistia em impedir a invasão alienígena de chegar ao solo (Terra), daí do nome *Space Invaders*, e para isso o jogador contava com uma base móvel (protegida por escudos destrutíveis) que disparava um laser e se movia horizontalmente. Em cada etapa haviam inimigos, representados como alienígenas, separadas em colunas e que se moviam em um padrão definido em direção à Terra. Os inimigos aleatoriamente também disparavam, cabendo ao jogador desviá-los. Quando todos os alienígenas fossem destruídos o jogo passava para a próxima fase que apresentava outros novos invasores e com um grau de dificuldade maior (CLASSIC GAMING, s.d.).

A figura abaixo (Figura 1) representa o jogo *Space Invaders* e é possível ver os seus elementos:



Fonte: Página do ClassicGaming<sup>5</sup>.

- A, B, C e G) Invasores/alienígenas;
- D) Base móvel (laser);
- E) Escudos;
- F) Maior pontuação.

Para uma maior compreensão da mecânica do jogo *Space Invaders*, observe o diagrama de atividades em APÊNDICE A.

<sup>5</sup> Disponível em: <<http://www.classicgaming.cc/classics/spaceinvaders/playguide.php>>. Acesso em: 26 jan. 2015.



## 6.4 JOGOS DIGITAIS E EDUCAÇÃO

Com o avanço da tecnologia muitas mudanças ocorrem em nosso cotidiano, novos recursos e ferramentas surgem e acabam facilitando as nossas vidas. Os jogos digitais que são um meio de diversão e entretenimento se fazem parte dessas mudanças. Ao longo dos anos eles têm se expandido cada vez mais e atraindo a atenção de novos usuários. De acordo com uma pesquisa realizada pela Gartner (2013) o mercado de jogos digitais arrecadou no ano de 2012 o valor de U\$ 78,87 bilhões e possui uma previsão de U\$ 111,05 bilhões em 2015.

No ramo da educação também não poderia ser diferente, estudiosos se dedicam cada vez mais a acharem ferramentas que possam servir na educação no auxílio da aprendizagem (MAZIVIERO, 2014). De acordo com Frosi e Schlemmer (2010) as tecnologias digitais têm acarretado transformações significantes no processo de ensinar e aprender, resultando em novas teorias de como se dá a aprendizagem.

“Essas teorias têm ajudado educadores a compreender que a aprendizagem não ocorre simplesmente pela transmissão de informações, mas sim é resultado de um processo de construção interna a partir de processos de interação com o meio, seja ele, físico, digital virtual e/ou social, significado individualmente pelo sujeito que aprende. Assim, o sujeito da aprendizagem deixa de ser considerado um sujeito passivo, receptor de informação, para se tornar um sujeito ativo, que age, interage, participa e experimenta, se apropriando do conhecimento.” (FROSI; SCHLEMMER, 2010).

Uma dessas tecnologias são os jogos digitais voltados para a educação que tem por sua natureza o aspecto lúdico (o que o difere de um material didático) e cujo objetivo é proporcionar a aprendizagem de um determinado assunto (CAMPOS; BORTOLOTO; FELÍCIO, 2003).

“O jogo oferece o estímulo e o ambiente propício que favorecem o desenvolvimento espontâneo e criativo dos alunos e permite ao professor ampliar seu conhecimento de técnicas ativas de ensino, desenvolver capacidades pessoais e profissionais para estimular nos alunos a capacidade de comunicação e expressão, mostrando-lhes uma nova maneira, lúdica, prazerosa e participativa de relacionar-se com o conteúdo escolar, levando a uma maior apropriação dos conhecimentos envolvidos.” (BRASIL, 2006).

Tornar um jogo digital em uma ferramenta de aprendizagem é perfeitamente possível, desde que, elaborado de forma didática que tenha por objetivo atingir conteúdos específicos e de domínio escolar, e não ser simplesmente uma ferramenta que apresente somente a diversão e voltada para o entretenimento (ZANON; GUERREIRO; OLIVEIRA, 2008). Visto por esse ângulo, os jogos digitais direcionados para a educação podem apresentar grandes resultados:

“Quando se cria ou se adapta um jogo ao conteúdo escolar, ocorrerá o desenvolvimento de habilidades que envolvem o indivíduo em todos os aspectos: cognitivos, emocionais e relacionais. Tem como objetivo torná-lo mais competente na produção de respostas criativas e eficazes para solucionar os problemas.” (LIMA et al., 2011, p. 3).

“No caso dos jogos educacionais digitais ou softwares educacionais, a interação permitida entre conteúdo e aluno e a possibilidade de aprender usando recursos digitais podem favorecer a apreensão de conteúdo e o interesse pela tarefa. Esse conteúdo, então, é facilmente compreendido e compartilhado entre os alunos-usuários de forma interativa, o que exige, desses estudantes, uma atitude responsiva ativa.” (ARAÚJO; RIBEIRO; SANTOS, 2012, p.6).

De acordo com Tarouco et al. (2004) “[os jogos didáticos] divertem enquanto motivam, facilitam o aprendizado e aumentam a capacidade de retenção do que foi ensinado, exercitando as funções mentais e intelectuais do jogador”.

Desta forma, temos que os jogos didáticos são ferramentas de grande ajuda no aprendizado do aluno, porém não devem ser tratados como o fim, mas sim como um meio de transmissão de conhecimento através da ação lúdica para a compreensão do conteúdo (KISHIMOTO, 1996).

Embora as vantagens de se utilizarem jogos educativos na educação sejam significantes, eles ainda são pouco utilizados nas escolas e muitas das vezes os educadores não sabem da sua real eficiência (CAMPOS; BORTOLOTO; FELÍCIO, 2003).

## 6.5 EXEMPLO DE USO NO ENSINO DE QUÍMICA

Um exemplo de utilização dos jogos educativos é no ensino de química, pois esta disciplina não é de fácil entendimento para muito alunos, e o modo tradicional de ensino (transmissão – recepção) pode gerar lacunas nesse processo de aprendizagem (ZANON; GUERREIRO; OLIVEIRA, 2008).

“Na escola, de modo geral, o indivíduo interage com um conhecimento essencialmente acadêmico, principalmente através da transmissão de informações, supondo que o estudante, memorizando-as passivamente, adquira o “conhecimento acumulado”. A promoção do conhecimento químico em escala mundial, nestes últimos quarenta anos, incorporou novas abordagens, objetivando a formação de futuros cientistas, de cidadãos mais conscientes e também o desenvolvimento de conhecimentos aplicáveis ao sistema produtivo, industrial e agrícola. Apesar disso, no Brasil, a abordagem da Química escolar continua praticamente a mesma. Embora às vezes “maquiada” com uma aparência de modernidade, a essência permanece a mesma, priorizando-se as informações desligadas da realidade vivida pelos alunos e pelos professores.” (BRASIL, 1999, p.30).

De acordo com Turini (2012), “[...] Para muitos, esse [conhecimento científico] é um saber complexo e dogmático, dotado de uma linguagem difícil e acessível a uma minoria, a comunidade científica, que é a única capaz de entendê-lo e progredir neste campo”.

Como já visto antes, o uso de jogos didáticos pode trazer grandes benefícios ao aluno. Neste contexto, utilizar esses jogos atrelados com a química ajudará o aluno a compreender melhor o assunto e sanará algumas lacunas resultantes do processo de aprendizagem tradicional.

“[Através da tecnologia] ao estudante é dada a possibilidade de estudar no seu ritmo, repetindo conceitos que ainda não foram adequadamente assimilados, bem como testar seu conhecimento sem ficar constrangido perante os colegas.” (FROSI; MARSON, 2009).

## 6.6 ANALOGIA

Analogia segundo Priberam<sup>6</sup> (2013) é “[a] relação de semelhança entre objetos diferentes”. Deste modo, utilizamos da analogia em boa parte de nossas vidas, já que estamos sempre fazendo comparações entre objetos. Porém ela também pode ser utilizada para se explicar determinados assuntos, e é dessa característica que será utilizado neste trabalho.

### 6.6.1 ANALOGIA NA EDUCAÇÃO

Harrison e Coll (2008) apresentam analogias didáticas na compreensão de um determinado assunto, como, por exemplo, o efeito estufa e um carro exposto ao sol, a representação da idade da Terra e seus registros através de uma longa fita com escalas consistentes, entre outros. Almeida (2014) também cita as importantes analogias feitas por grandes cientistas quando se trataram de fenômenos desconhecidos:

“Para desenvolver suas noções de movimento planetário, Johannes Kepler foi auxiliado pelo funcionamento dos relógios. Watson e Crick também usaram modelos analógicos para chegarem à estrutura em dupla hélice do DNA. Kekulé se inspirou na analogia de uma cobra mordendo sua própria cauda para sugerir a estrutura molecular do benzeno. Robert Boyle imaginou partículas de gás como sendo molas. O pensamento analógico em física levou a descoberta dos mésons.”

Vemos então que a utilização da analogia é comumente empregada na educação e no auxílio da compreensão de um determinado assunto, assim para se facilitar a referência dos objetos de uma analogia, serão utilizados os termos “conceito análogo” e “conceito alvo” elaborados por Almeida (2014), em que os definem como:

“O conceito análogo se refere àquele objeto utilizado na analogia que geralmente é mais conhecida pelas pessoas e é apresentado de modo a auxiliar na explicação de algum outro conceito (conceito alvo) por possuir semelhanças com o último. Dessa maneira as analogias [...] se darão através das relações entre conceito análogo e conceito alvo, situação na qual o objetivo é explicar ou ensinar o conceito alvo.”

---

<sup>6</sup> Disponível em: <<http://www.priberam.pt/dlpo/analogia>>. Acesso em: 03 jan. 2015.

A utilização da analogia, segundo Almeida (2014), pode incentivar o aluno a expressar suas ideias, pois incentivando-o a criar as suas próprias analogias sobre um determinado tema, poderá o motivar e perder o medo de apresentar o tema de um modo preciso. Porém toda analogia deve ser feita através de uma relação clara e de semelhanças coerentes entre o conceito análogo e o conceito alvo, pois, caso contrário, o receptor do conceito alvo poderá apresentar uma interpretação errônea do assunto. Deste modo, se o professor utilizar-se de uma analogia para explicar um determinado assunto, então o mesmo deverá formular alguma avaliação para que se assegure a correta compreensão do aluno (ALMEIDA, 2014).

### 6.6.2 ANALOGIA EM JOGOS DIGITAIS

Os jogos digitais, incluindo os educativos, podem ser vistos como uma analogia entre o mundo real e o mundo virtual (ALMEIDA, 2008). Além disso, com a tecnologia de hoje capaz de desenvolver jogos com um grande realismo, faz com que a analogia se torne ainda mais evidente.

Jogos de simulação são bons exemplos de jogos que contém analogias, pois claramente fazem alusão a alguma atividade do mundo real representados no mundo virtual. Alguns exemplos:

- *Microsoft Flight Simulator*: jogo que permite ao usuário simular o pilotar de diversas aeronaves (Figura 2);
- *Rocksmith*: jogo que tem por objetivo ensinar o usuário a tocar guitarra ou aprender determinadas músicas (Figura 2);
- *City Car Driving*: jogo que simula o conduzir de um veículo, podendo servir de uma ferramenta de aprendizagem para aqueles que estão aprendendo a dirigir (Figura 3);
- *SimCity*: jogo de construção e gerenciamento de uma cidade (Figura 3);
- *Civilization*: jogo de estratégia em que abrange um certo conhecimento histórico, cujo o objetivo é conquistar as demais civilizações através de uma escolhida pelo jogador (Figura 4).

Figura 2: Jogo *Microsoft Flight Simulator* (à esquerda) e *Rocksmith* (à direita).



Fonte: Página do GeekWire<sup>7</sup> e GameSpot<sup>8</sup>.

Figura 3: Jogo *City Car Driving* (à esquerda) e *SimCity* (à direita).



Fonte: Página do CityCarDriving<sup>9</sup> e EA<sup>10</sup>.

Figura 4: Jogo *Civilization*.



Fonte: Página do Civilization<sup>11</sup>.

<sup>7</sup> Disponível em: < <http://www.geekwire.com/2014/microsoft-iconic-flight-simulator-revived-thanks-dovetail-games/> >. Acesso em: 03 fev. 2015.

<sup>8</sup> Disponível em: < <http://www.gamespot.com/reviews/rocksmith-2014-edition-review/1900-6415495/> >. Acesso em: 03 fev. 2015.

<sup>9</sup> Disponível em: < <http://citycardriving.com/gallery/category/12-citycardriving> >. Acesso em: 03 fev. 2015.

<sup>10</sup> Disponível em: < <http://www.ea.com/sim-city/images/simcity-city2> >. Acesso em: 03 fev. 2015.

<sup>11</sup> Disponível em: < <http://www.civilization.com/en/games/civilization-v/> >. Acesso em: 03 fev. 2015.

## 6.7 GAME DESIGN

Todos os jogos digitais precisam ser projetados (planejados), mesmos os jogos digitais educativos o processo de projetar é conhecido como *Game Design*. De acordo com Schell (2008) “Game design é o ato de se decidir o que um jogo deve ser”. São as tomadas de decisões sobre as regras, o tempo, o ritmo, a assunção de riscos, as recompensas, as punições e tudo mais que envolve a experiência do jogador (SCHELL, 2008). O *game design* determina todos os detalhes de como o jogo funciona (MAZIVIERO, 2014).

Entretanto, desenvolver um jogo didático não é simples, conciliar a diversão e ao mesmo tempo práticas pedagógicas que possam auxiliar na compreensão do conteúdo não é uma tarefa fácil e em muitos casos pode tornar o jogo maçante e de pouco interesse por parte do aluno. Dessa forma, os professores também devem entender das características que o jogo possui para que ele não perca sua identidade enquanto “*game*” (FROSI; SCHLEMMER, 2010).

A adoção do balanceamento do jogo pode contribuir para que o jogo não se torne entediante e frustrante. De acordo com Schell (2008), existem doze principais tipos de balanceamento (quadro 1).

**Quadro 1:** Tipos de balanceamento.

<b>Tipos</b>	<b>Descrição</b>
Justiça	Para jogos simétricos, isto é, jogos de tabuleiros (como por exemplo a dama e o xadrez) e quase todos os jogos de esportes, podem se dar recursos e poderes iguais para todos os jogadores. No caso dos outros tipos de jogos, os assimétricos, pode se dar diferentes recursos e habilidades ao oponente, porém o designer deve se atentar na tarefa de balancear o jogo.
Desafio vs. Sucesso	Se o jogo é muito desafiador, o jogador acaba ficando frustrado. Mas se o jogador atinge o sucesso facilmente, ele passa a se sentir entediado. Manter o jogador em um meio termo significa manter as experiências de desafio e sucesso em equilíbrio.
Escolhas significativas	Um bom jogo deve dar escolhas significativas para o jogador. Essas escolhas terá um impacto real nos próximos acontecimentos, e como o jogo irá se comportar.
Habilidade vs. Chance	São forças de oposição em um jogo. Muita chance em um jogo

	acaba negando o efeito da habilidade do jogador e vice versa. Um método comum para balancear o jogo é se utilizar do uso alternado entre a chance e a habilidade.
Cabeça vs. Mãos	Em um jogo, a destreza do jogador em realizar atividades motoras e quanto o leva a pensar, devem estar presentes e balanceados.
Competição vs. Cooperação	A utilização da competição ou da cooperação depende muito da proposta do jogo, porém é possível combinar os dois e extrair o que cada um tem de melhor, como é o caso dos jogos de competição entre times.
Curto vs. Longo	O tempo de jogo é um fator importante no balanceamento. Se o jogo for muito curto, os jogadores não terão a chance de desenvolver e executar estratégias significantes. Mas se o jogo for muito longo, os jogadores podem ficar entediados, ou poderão abandonar o jogo já que precisariam gastar muito tempo nele.
Recompensas	Balancear as recompensas acontece de modo diferente para cada jogo. O designer não deve se preocupar muito sobre qual a recompensa o jogo irá dar ao jogador, mas sim em qual momento e a sua quantidade. Isso só é determinado por meio da tentativa e erro do designer, que em muitas vezes não será bom para todos.
Punição	A punição deve ser usada de forma cautelosa, pois se uma punição for muito severa o jogador sentirá que o jogo é injusto. Porém ao ser balanceado de forma adequada, ele dará mais significado ao jogo, e os jogadores vão ter a sensação de orgulho quando eles obtiverem algum sucesso.
Liberdade vs. Experiência Controlada	A opção pela liberdade ou pela experiência controlada deve ser tomada pelo designer sempre visando a melhor experiência para o jogador.
Simples vs. Complexo	Encontrar o equilíbrio entre a simplicidade e a complexidade é uma tarefa difícil, já que os dois termos são subjetivos. Um jogo simples pode ser “tão simples e entediante” (ruim) quanto “simples e elegante” (bom), assim também acontece com jogos complexos: “excessivamente complexo e confuso” (ruim) ou “ricamente e intrinsecamente complexo” (bom).



Detalhe vs. Imaginação	Todos os jogos possuem elementos de imaginação e elementos de conexão com a realidade. Para se fazer o balanceamento é necessário, por exemplo, que dados os detalhes, eles sirvam de inspiração para a imaginação do jogador.
------------------------	--

Segundo Schell (2008) um jogo digital é constituído de quatro elementos básicos:

- Mecânicas: são os procedimentos e regras do jogo. Elas descrevem o objetivo do jogo, como os jogadores podem ou não tentarem alcançá-lo e o que acontece quando eles tentam.
- História: é a sequência de eventos que se desenrolam no jogo. Ela pode ser linear e pré-roteirizada, ou de ramificação e emergente.
- Estética: é a forma como o jogo se parece. É um aspecto extremamente importante de design no jogo, uma vez que ela tem a relação mais direta com a experiência do jogador.
- Tecnologia: é, essencialmente, o meio em que a estética terá o seu lugar, é onde a mecânica irá ocorrer, e é através dela que a história será contada.

### 6.7.1 GAME LEVEL DESIGN

*Level design*, segundo Johnston (2003, tradução nossa), “é o processo de criação do ambiente de um jogo em que o jogador interage com o universo”. É uma etapa do desenvolvimento de um jogo que determina onde as ações, os principais eventos e locais cinematográficos o jogo passará (MITCHELL, 2012). De acordo com Rouse III (2005, p.450, tradução nossa), “Level design é o local onde todos os diferentes componentes do jogo se reúnem. Em alguns aspectos, criar um nível é como montar um quebra-cabeças; para construir níveis, o level designer deve fazer uso do motor do jogo, da arte e da jogabilidade”.

Assim, temos que essa etapa é de grande importância no planejamento de um jogo e deve se ter uma maior atenção:

“Frequentemente o level design é o lugar onde os problemas de um jogo se tornam mais aparentes. Se o motor não for bom, os níveis vão começar a se comportarem de forma irregular em determinadas situações, ou a taxa de quadros não vai ser capaz de suportar os efeitos planejados. Se a arte é feita com a escala errada ou tenha problemas de renderização de qualquer tipo, essas dificuldades aparecerão quando o level designer começar a colocar a arte no mundo. Se a jogabilidade do título não é capaz de suportar uma grande variedade de níveis para preencher o jogo, ou, pior ainda, se a jogabilidade não for nada divertido, este problema vai se tornar aparente durante o processo de level design.” (ROUSE III, 2005, p.450, tradução nossa).

Segundo Taylor (2013) existem dez princípios para criação de bom um *level design* que ele observou durante a sua profissão de criação de níveis para grandes estúdios de jogos como a Ubisoft e Rockstar. Um bom *level design*:

- É divertido de navegar: “ele usa uma linguagem visual clara para orientar o jogador ao longo do caminho principal, e cria interesse através de verticalidade, caminhos secundários, áreas escondidas e elementos de labirinto”.
- Não depende de palavras para contar uma história: “além da narrativa explícita chamado pela história e objetivos, um bom level design oferece uma narrativa implícita através do ambiente”.
- Diz ao jogador o que fazer, mas não como fazê-lo: “garante que os objetivos da missão são claramente comunicados, mas permite que os jogadores os completem da forma que quiserem, e, se possível, em qualquer ordem”.
- Constantemente ensina o jogador algo novo: “isto mantém o jogador envolvido pela constante introdução de novas mecânicas ao longo do jogo, e impede que mecânicas antigas se torne obsoleto aplicando modificadores ou reutilizando-os de forma inusitada”.
- É surpreendente: “um bom level design é não ter medo de correr riscos com o ritmo, a estética, a localidade e outros elementos para criar uma experiência que é nova”.
- Capacita o jogador: “um bom level design reforça a capacitação dos jogadores, permitindo-lhes experimentar as consequências de suas ações”.

- Permite ao jogador controlar a dificuldade: “prepara o caminho principal para os jogadores de habilidades básicas, apresentando aos jogadores avançados um desafio opcional através de oportunidades claramente comunicados de risco e recompensa”.
- É eficiente: “Os recursos são finitos. Um bom level design cria eficiências através de modularidade, jogabilidade bidirecional e integrado, objetivos exploratórios que fazem uso de todo o espaço do jogo”.
- Cria emoções: “que começa no final, com a resposta emocional desejada, e trabalha para trás, selecionando os mecanismos apropriados, métricas espaciais e dispositivos narrativos para obter essa resposta”.
- É impulsionado pela mecânica do jogo: “acima de tudo, ele mostra a mecânica do jogo por meio do level, para reforçar a natureza exclusivamente interativa do vídeo game”.

## 6.8 ANDROID

Android é um sistema operacional direcionado principalmente para dispositivos móveis com telas sensíveis ao toque, como por exemplo *smartphones* e *tablets*.

Sua origem se deve a empresa Android Inc., fundada em 2003 por Andy Rubin, Nick Sears e Chris White, que inicialmente não era voltada para o desenvolvimento de sistemas operacionais móveis, somente algum tempo depois se dedicaram a isso, e segundo Mercato (2014):

“[Tinham por objetivo criar um sistema operacional móvel] [...] Open Source (baseado no Kernel Linux), com uma interface simples, funcional e integrada a uma série de instrumentos, pensada para facilitar a vida dos outros desenvolvedores, mas sobretudo um sistema gratuito para todos que quisessem utilizá-lo.”

Devido à falta de investimentos o projeto não andava como planejado e em 2005 a empresa é vendida a Google que disponibiliza todo seu time de desenvolvedores, liderados por Andy Rubin, a desenvolver essa plataforma móvel baseada em Linux (GUIMARÃES, 2013).

Em 2007, é revelada a plataforma *open source*<sup>12</sup> Android juntamente com o anúncio de uma formação de aliança liderada pela Google chamada de Open Handset Alliance (OHA) com as principais empresas de tecnologia e telecomunicações num total hoje de 84 companhias, entre elas estão a Samsung, T-Mobile, Motorola, LG, Sprint Nextel, entre outras, que se uniram para acelerar a inovação móvel e oferecer aos consumidores a mais rica, a menos custosa e a melhor experiência móvel possível (OPEN HANDSET ALLIANCE, s.d.).

Em setembro de 2008, o primeiro *smartphone* baseado no Android é lançado pela operadora americana T-Mobile com nome de T-Mobile G1 e logo após um mês de seu lançamento o Google disponibiliza o código-fonte do Android 1.0 (MERCATO, 2014). A partir de então o Android apresentou novas versões, com novos recursos, funcionalidades e melhorias de desempenho, e hoje a plataforma já é bem consolidada apresentando um bilhão de usuários ativos mensalmente (REISINGER, 2014).

### 6.8.1 VERSÕES DO ANDROID

Abaixo o quadro com todas as versões do Android até então lançados, juntamente com alguns de seus recursos (dados obtidos de Westaway<sup>13</sup> e Social Compare<sup>14</sup>):

**Quadro 2:** Versões do Android.

Versão	Recursos	Data do lançamento
Android 1.0 e 1.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Android Market;</li> <li>• Navegador <i>Web</i>;</li> <li>• Google Maps;</li> <li>• Sincronização dos contatos, e-mails e calendário.</li> </ul>	Setembro de 2008
Android 1.5 Cupcake	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atalhos e <i>Widgets</i><sup>15</sup> na tela inicial;</li> <li>• Gravação de vídeo adicionado a</li> </ul>	Abril de 2009

<sup>12</sup> Termo utilizado para se referir a códigos fontes que estão disponíveis de forma gratuita ao público em geral para uso e/ou alterações.

<sup>13</sup> Disponível em: < <http://www.cnet.com/news/android-updates-guide-all-the-features-of-every-version/> >. Acesso em: 09 dez. 2014.

<sup>14</sup> Disponível em: <<http://socialcompare.com/en/comparison/android-versions-comparison>>. Acesso em: 09 dez. 2014.

<sup>15</sup> Aplicativos que ficam na área de trabalho que desempenham alguma função (calendário, relógio, calculadora, previsão do tempo, etc.).

	câmera; <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Bluetooth</i> estéreo;</li> <li>• Navegador <i>Web</i> mais rápido e com funções de copiar e colar.</li> </ul>	
Android 1.6 Donut	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Função de busca, permitindo encontrar aplicativos e contatos no dispositivo, ou ir para a pesquisa na <i>Web</i>;</li> <li>• Suporte a mais resoluções de telas;</li> <li>• Google Maps Navigation.</li> </ul>	Setembro de 2009
Android 2.0 a 2.1 Eclair	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suporte ao Exchange e caixa de entrada de e-mail unificado;</li> <li>• Suporte para múltiplas contas do Google;</li> <li>• Suporte para <i>flash</i>, <i>zoom</i> digital, balanço de branco e efeitos de cor a câmera;</li> <li>• Busca dentro de mensagens de texto e mensagens MMS (Multimedia Messaging Service);</li> <li>• Suporte a multi-toque no teclado;</li> <li>• Navegador <i>Web</i> atualizado.</li> </ul>	Outubro de 2009
Android 2.2 Froyo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flash Player 10.1;</li> <li>• Configurações dos contatos e <i>e-mail</i> em <i>backup</i> nos servidores do Google;</li> <li>• Mais recursos para se conectar a uma conta do Microsoft Exchange;</li> <li>• Compartilhar conexão 3G com outros dispositivos através do <i>Wi-Fi</i>;</li> <li>• Aumento da velocidade na navegação na <i>Web</i>;</li> <li>• Melhor compatibilidade do</li> </ul>	Maio de 2010

	Bluetooth.	
Android 2.3 a 2.3.7 Gingerbread	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elementos na interface do usuário;</li> <li>• Melhorias no teclado;</li> <li>• Suporte a NFC (Near Field Communication)<sup>16</sup>;</li> <li>• Suporte para uma câmera frontal para chamadas de vídeo ou autorretrato;</li> <li>• Gerenciador de <i>download</i>.</li> </ul>	Dezembro de 2010
Android 3.0 e 3.2.6 Honeycomb	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Widgets</i> melhorados;</li> <li>• Aplicativos redesenhados;</li> <li>• Navegador <i>Web</i> com navegação por abas;</li> <li>• Um maior teclado multi-toque.</li> </ul>	Fevereiro de 2011
Android 4.0 a 4.0.4 Ice Cream Sandwich	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Navegador mais rápido e suave;</li> <li>• Monitor de tráfego de dados;</li> <li>• Mais espaço para armazenamento de aplicativos;</li> <li>• Reconhecimento facial para desbloquear o telefone.</li> </ul>	Outubro de 2011
Android 4.1 a 4.3 Jelly Bean	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Google Now;</li> <li>• Maior taxa de quadros;</li> <li>• Notificações com mais informações;</li> <li>• Novo modo de gestos para melhorar a acessibilidade de usuários cegos.</li> </ul>	Junho de 2012
Android 4.4 a 4.4.4 KitKat	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gravação de tela;</li> <li>• Nova interface do usuário;</li> <li>• Acesso notificação aprimorado;</li> <li>• Melhorias desempenho.</li> </ul>	Outubro de 2013
Android 5.0 Lollipop	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Novo <i>design</i>;</li> <li>• Melhoria na velocidade;</li> </ul>	Outubro de 2014

<sup>16</sup> Tecnologia que permite troca de informações sem a necessidade de cabos.

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melhoria no consumo da bateria.</li> </ul>	
--	---	--

## 6.8.2 SENSORES DO ANDROID

Muitos dispositivos com Android possuem embutidos sensores que são capazes de fornecer dados com alta precisão. Estes sensores podem medir o movimento, a orientação e diversas condições do ambiente em que o dispositivo se encontra (DEVELOPER ANDROID, s.d.).

A plataforma Android possui suporte para três grandes categorias de sensores (DEVELOPER ANDROID, s.d.):

- Sensores de movimento: medem forças de aceleração e rotação ao longo dos três eixos. Incluem acelerômetros, sensores de gravidade, giroscópios e sensores de vetor de rotação.
- Sensores ambientais: medem vários parâmetros ambientais, como temperatura, humidade, pressão do ar e iluminação. Incluem termômetros, barômetros e fotômetros.
- Sensores de posição: medem a posição física de um dispositivo. Incluem sensores de orientação e magnetômetros.

Quanto aos sensores eles podem ser classificados em dois tipos (DEVELOPER ANDROID, s.d.):

- Baseado em *hardware*: são componentes físicos inseridos no dispositivo. Eles obtêm os dados diretamente do ambiente, como aceleração e força do campo magnético.
- Baseado em *software*: também chamados de sensores virtuais ou sintéticos, eles obtêm os dados através da combinação de outros sensores baseados em *hardware* e não são componentes físicos. Exemplo: medição da gravidade.

Abaixo os tipos de sensores suportados pelo Android (DEVELOPER ANDROID, s.d.):

**Quadro 3:** Tipos de sensores suportados pelo Android.

Sensor	Tipo	Descrição	Uso Comum
Acelerômetro	<i>Hardware</i>	Mede a força da aceleração em $m/s^2$ que é aplicado no dispositivo em todos os três eixos físicos (x, y e z), incluindo a força da gravidade.	Detecção de movimento (balançar, inclinar, etc.).
Temperatura	<i>Hardware</i>	Mede a temperatura ambiente em graus Celsius ( $^{\circ}C$ ).	Monitoramento da temperatura do ar.
Gravidade	<i>Software ou Hardware</i>	Mede a força da gravidade em $m/s^2$ que é aplicado nos três eixos físicos (x, y, z).	Detecção de movimento (balançar, inclinar, etc.).
Giroscópio	<i>Hardware</i>	Mede a taxa de rotação em rad/s ao redor de cada um dos três eixos físicos (x, y e z).	Detecção de rotação.
Luminosidade	<i>Hardware</i>	Mede o nível de luz do ambiente em lx.	Controle do brilho da tela.
Aceleração Linear	<i>Software ou Hardware</i>	Mede a força da aceleração em $m/s^2$ que é aplicado no dispositivo em todos os três eixos físicos (x, y e z), excluindo a força da gravidade.	Monitoramento da aceleração ao longo de um único eixo.
Campo Magnético	<i>Hardware</i>	Mede o campo geomagnético do ambiente em todos os três eixos (x,	Criar bússola.



		y, z) em $\mu T$ .	
Orientação	<i>Software</i>	Mede o grau de rotação que um dispositivo faz ao redor dos três eixos físicos (x, y, z).	Determinar a posição do dispositivo.
Pressão	<i>Hardware</i>	Mede a pressão do ar do ambiente em hPa ou mbar.	Monitorar as mudanças da pressão do ar.
Proximidade	<i>Hardware</i>	Mede a proximidade de um objeto em cm em relação à tela de um dispositivo.	Posição do telefone durante a ligação.
Umidade Relativa	<i>Hardware</i>	Mede a umidade relativa do ambiente em porcentagem (%).	Monitoramento da umidade relativa ou absoluta do ar.
Vetor de Rotação	<i>Software ou Hardware</i>	Mede a orientação do dispositivo fornecido pelos três elementos do vetor de rotação do dispositivo.	Deteção de movimento e deteção rotação.
Temperatura do Dispositivo	<i>Hardware</i>	Mede a temperatura do dispositivo em graus Celsius ( $^{\circ}C$ ).	Monitoramento da temperatura.

## 7 DESENVOLVIMENTO

Neste capítulo será apresentado o desenvolvimento do jogo digital proposto. Serão descritos os materiais utilizados, a mecânica do jogo desenvolvido, as etapas de desenvolvimento e a validação realizada.

Algumas tomadas de decisões pertinentes ao *game design* e ao *game level design* também foram levantadas e abordadas neste capítulo.

### 7.1 MATERIAIS UTILIZADOS

O jogo didático foi desenvolvido para a plataforma Android juntamente com uma aplicação de desenvolvimento de jogos chamado LibGDX, que tem como base a linguagem Java. Para isso, foram utilizados os seguintes materiais:

- Java Development Kit (JDK)<sup>17</sup>: Kit de Desenvolvimento Java é um conjunto de ferramentas que permite a criação de softwares para a plataforma Java;
- IDE (Integrated Development Environment) Eclipse<sup>18</sup>: Ambiente Integrado de Desenvolvimento Eclipse é uma aplicação de software que oferece facilidades para os programadores no desenvolvimento de softwares;
- Android SDK (Software Development Kit)<sup>19</sup>: Kit de desenvolvimento que permite a criação de aplicativos para a plataforma Android;
- Android Development Tools para Eclipse<sup>20</sup>: é um plugin para o Eclipse IDE que amplia os recursos do Eclipse para deixá-lo definir mais rapidamente novos projetos Android, criar uma interface de usuário do aplicativo, depurar e exportar o aplicativo;
- Eclipse Integration Gradle<sup>21</sup>: suporte a construção de multi-projetos e gerenciamento de dependências;

---

<sup>17</sup> Disponível em: <<http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/downloads/index.html>>. Acesso em: 26 jan. 2015.

<sup>18</sup> Disponível em: <<http://www.eclipse.org/downloads/>>. Acesso em: 26 jan. 2015.

<sup>19</sup> Disponível em: <<http://developer.android.com/sdk/installing/index.html>>. Acesso em: 26 jan. 2015.

<sup>20</sup> Disponível em: <<http://developer.android.com/tools/sdk/eclipse-adt.html>>. Acesso em: 26 jan. 2015.

<sup>21</sup> Disponível em: <<https://github.com/spring-projects/eclipse-integration-gradle/>>. Acesso em: 26 jan. 2015.

- LibGDX<sup>22</sup>: aplicação de desenvolvimento de jogos escrito em Java que permite exportar um jogo criado para várias plataformas como Windows, Linux, Android e iOS.

As configurações para se criar um projeto podem ser vistas na parte de documentação no próprio site do LibGDX<sup>23</sup>.

## 7.2 MECÂNICA DO JOGO DESENVOLVIDO

O jogo didático desenvolvido é uma releitura do famoso jogo *Space Invaders*, a sua escolha foi devido a sua mecânica simples, de fácil entendimento, e por ser extremamente popular, o que facilitará em sua compreensão.

Como visto antes, a mecânica do jogo *Space Invaders* consistia em uma plataforma móvel capaz de disparar um laser que, por sua vez, eliminava os inimigos representados como alienígenas. Os alienígenas se moviam horizontalmente em direção a plataforma (Terra) e quando eram atingidos pelo laser uma pontuação era computado ao jogador. Quando todos os inimigos fossem eliminados o jogo passava para uma próxima fase com novos inimigos e com um grau de dificuldade maior. Assim, o jogo só terminava se o jogador perdesse, ou seja, quando os alienígenas chegassem ao solo ou se suas vidas terminassem, caso contrário, o jogo ia progredindo nível a nível.

Deste modo, reutilizando-se da mecânica do jogo *Space Invaders* e tendo como conceito de que mecânica são todos os procedimentos e regras do jogo (SCHELL, 2008), temos que a seguinte mecânica do jogo desenvolvido:

- O jogador tem por objetivo eliminar todos os elementos (inimigos);
- Cada elemento eliminado é gerado uma pontuação;
- O elemento só é eliminado se houver uma colisão certa, ou seja, se o projétil for igual ao elemento;
- Cada elemento é disposto aleatoriamente no cenário no início de cada nível;
- A base (nave) que se move verticalmente e não os elementos;
- Conforme a nave progride ao longo do cenário os elementos poderão ser visualizados;

<sup>22</sup> Disponível em: < <http://libgdx.badlogicgames.com/download.html>>. Acesso em: 26 jan. 2015.

<sup>23</sup> Disponível em: < <http://libgdx.badlogicgames.com/documentation.html>>. Acesso em: 26 jan. 2015.

- A nave se deslocará através do acelerômetro (Android) ou das setas direcionais (computador);
- Há várias opções de disparo;
- Não há vidas para o jogador, ele sempre poderá completar um nível e finalizar o jogo.
- A pontuação poderá servir de motivação para o jogador, fazendo-o repetir um nível em busca de uma pontuação maior;
- A pontuação máxima é sempre salva;
- O jogador poderá escolher, dentre os cinco níveis presentes no jogo, qual ele desejará jogar.

Definido a mecânica do jogo, iniciou-se o seu desenvolvimento através de duas etapas: protótipo e criação do jogo.

### **7.3 ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO**

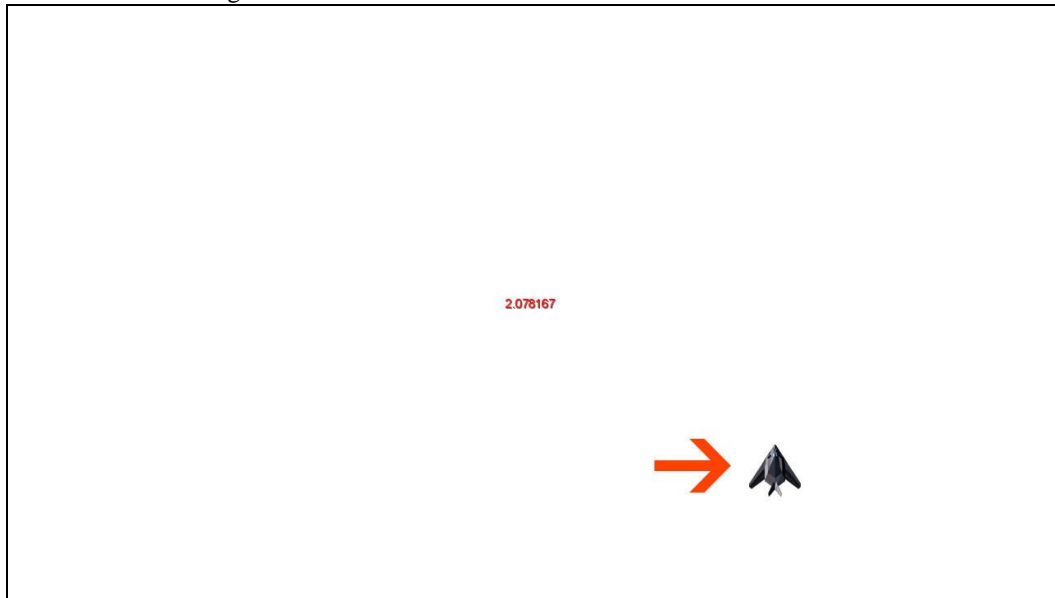
O desenvolvimento do jogo se deu através de duas etapas, sendo a primeira a criação de um protótipo que teve por objetivo analisar os diferentes recursos que poderiam fazer parte do jogo, por exemplo, o uso do acelerômetro. A segunda etapa foi a criação do jogo, tendo como base o protótipo criado na etapa anterior.

#### **7.3.1 ETAPA 01 - PROTÓTIPO**

Nesta etapa, foi adicionado primeiramente a nave e implementado o acelerômetro para movê-la. O resultado da manipulação do acelerômetro pôde ser visto em um campo centralizado na tela através do seguinte método: `Gdx.input.getAccelerometerY()`. Valores positivos indicavam que o dispositivo estava inclinado mais à direita, enquanto que valores negativos indicavam que o dispositivo estava inclinado mais à esquerda. Esses valores foram importantes não só para saber a direção em que a nave se movia, mas também por fornecerem a aceleração responsável por mover a nave em velocidades diferentes de acordo com a inclinação do dispositivo.

A figura a seguir (Figura 5), apresenta o valor (aproximadamente  $2\text{m/s}^2$ ) do acelerômetro quando o dispositivo esteve inclinado mais à direita:

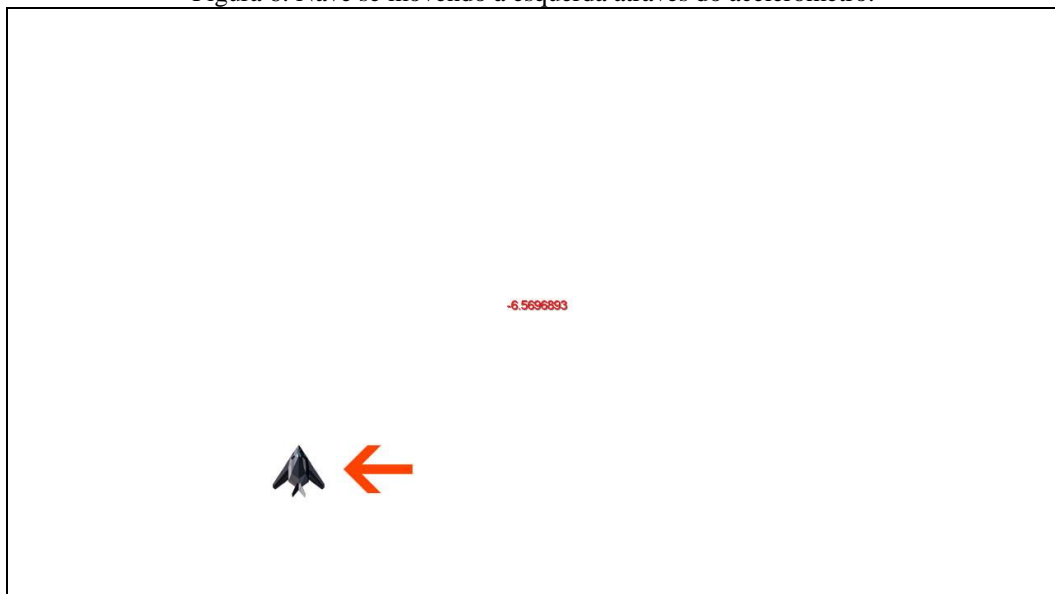
Figura 5: Nave se movendo à direita através do acelerômetro.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Já a figura a seguir (Figura 6), apresenta o valor (aproximadamente  $-6.5\text{m/s}^2$ ) do acelerômetro quando o dispositivo esteve inclinado mais à esquerda:

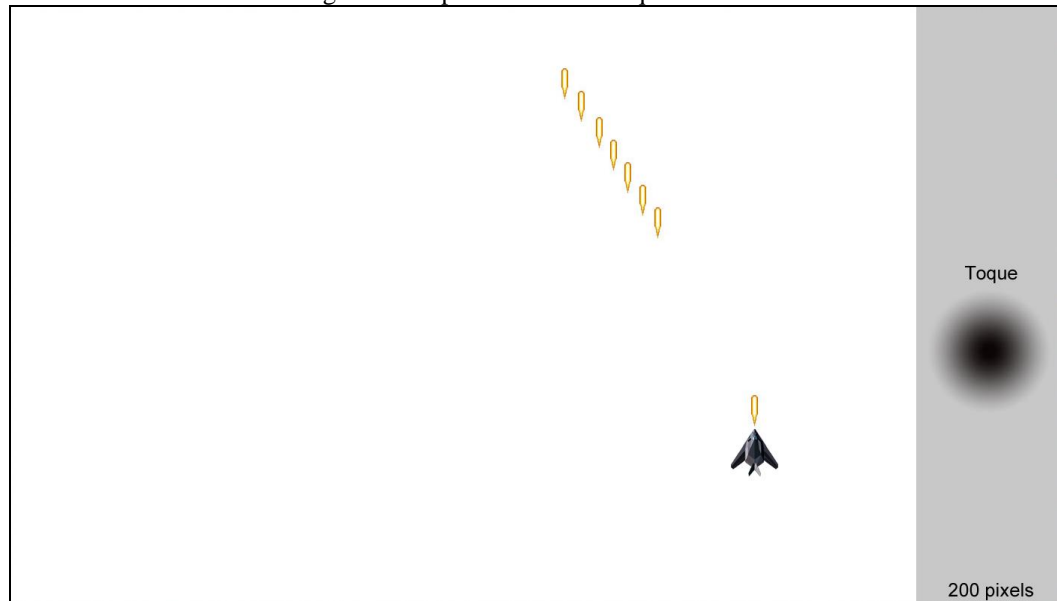
Figura 6: Nave se movendo à esquerda através do acelerômetro.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Após a implementação do acelerômetro foi adicionado o sistema de disparo em que consistia em duas áreas sensíveis ao toque de 200 pixels cada posicionadas uma em cada canto extremo da tela, sendo que cada lado ao ser tocado um tipo diferente de projétil saía da nave. Na Figura 7 é possível ver o disparo sendo realizado através do toque no canto direito da tela.

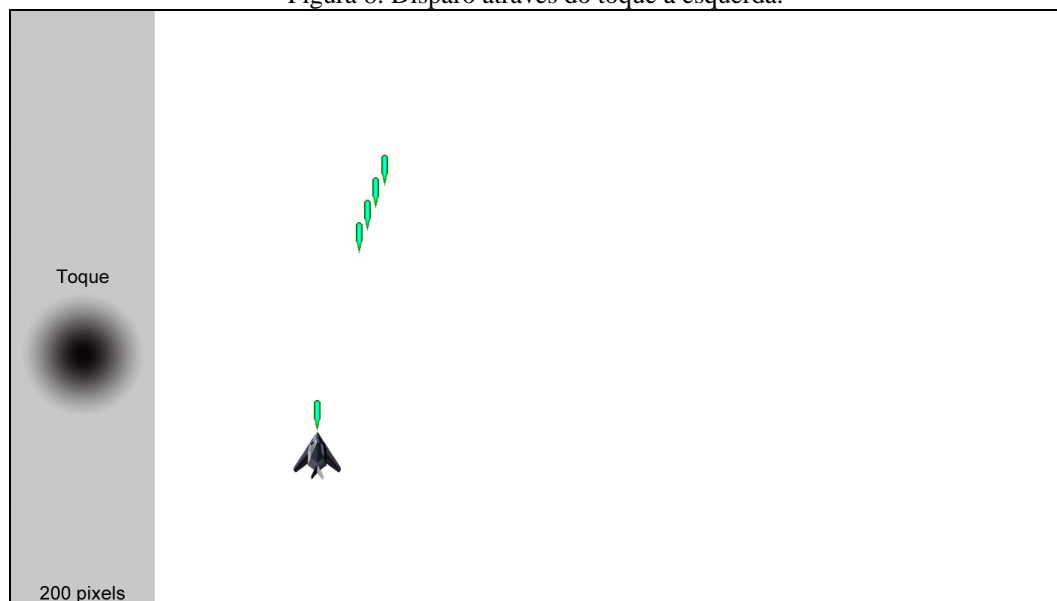
Figura 7: Disparo através do toque à direita.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Já a Figura 8, é possível ver o disparo sendo realizado quando há um toque no canto esquerdo da tela.

Figura 8: Disparo através do toque à esquerda.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Terminada a etapa do protótipo se iniciou a etapa da criação do jogo onde todos os outros recursos que o constituem foram criados.

### 7.3.2 ETAPA 02 – CRIAÇÃO DO JOGO

Nesta etapa foi criado primeiramente as telas que o jogo possui, sendo a tela de menu (Figura 9) a tela inicial, que apresenta três botões: “Jogar”, “Log”, “Créditos” e “Sair”. Cada botão ao ser pressionado resulta em uma ação diferente:

- Jogar: redireciona e cria a tela de níveis;
- Log: redireciona e cria a tela de log;
- Créditos: redireciona e cria a tela de créditos;
- Sair: encerra o aplicativo.

Figura 9: Tela inicial: Menu.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A tela de log (Figura 10) foi desenvolvida para mostrar ao jogador ou ao educador o arquivo de log. Este arquivo é um arquivo de texto (“log.txt”) que contém todas as ações realizadas pelo jogador e as informações do cenário durante uma partida:

- Data e hora do início da partida;
- Nível jogado;
- Elementos em tela e suas coordenadas;
- Disparos realizados pelo jogador;
- Colisões efetivas.

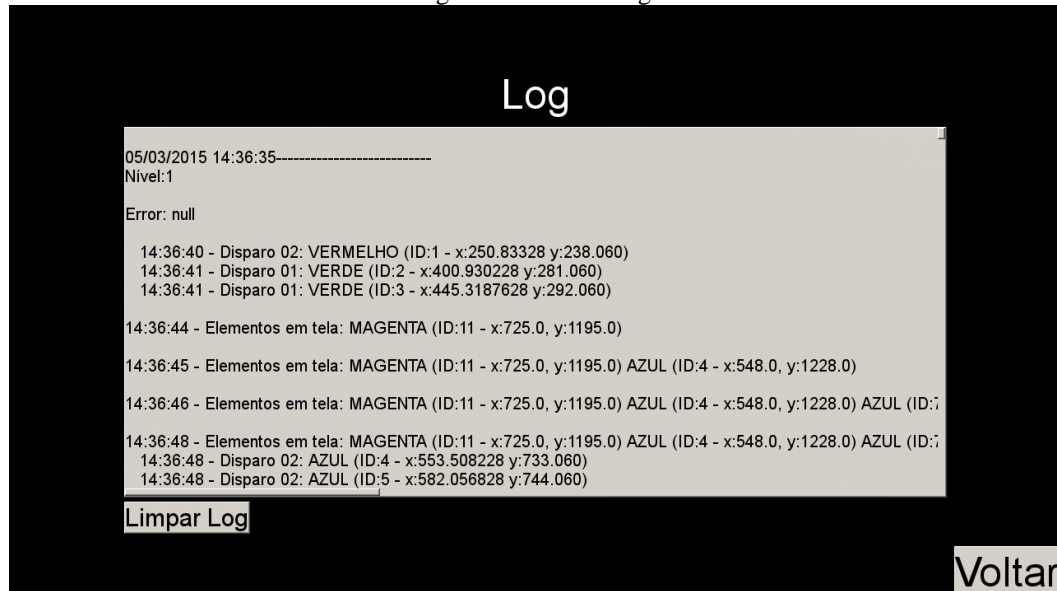
Através deste arquivo é possível ver aonde o jogador obteve maiores dificuldades ao longo do jogo. Um recurso ideal principalmente para o educador (professor), pois é preciso sempre analisar se o aluno compreendeu o conteúdo a ser ensinado.

Neste trabalho, o arquivo de log se encontra dentro do aplicativo no caso dos dispositivos Android, ou na pasta onde se encontra o executável, caso esteja sendo utilizado em um computador.

Além do arquivo exibido, a tela de log foi criada com mais dois botões:

- “Voltar”: redireciona para a tela inicial;
- “Limpar Log”: apaga o conteúdo que se encontra no arquivo de log.

Figura 10: Tela de log.



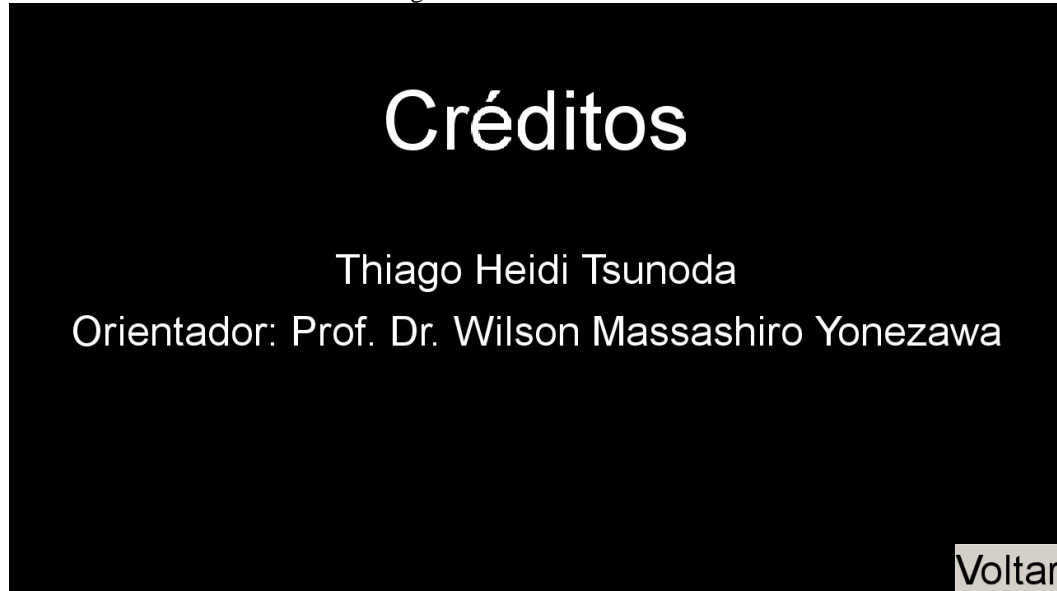
Fonte: Elaborado pelo autor.

Devido as várias informações que este arquivo de log apresenta, como é possível ver na imagem acima (Figura 10), e para facilitar a sua visualização e compreensão por parte dos educadores, é possível desenvolver futuramente um interpretador para este arquivo que converteria todo o seu conteúdo em animações, o que resultaria em uma espécie de vídeo *replay* de todas as jogadas realizadas pelo jogador.



A tela de créditos (Figura 11) foi criada apenas com os nomes dos participantes deste projeto e um botão que volta para a tela inicial, como pode ser visto na imagem abaixo:

Figura 11: Tela de créditos.

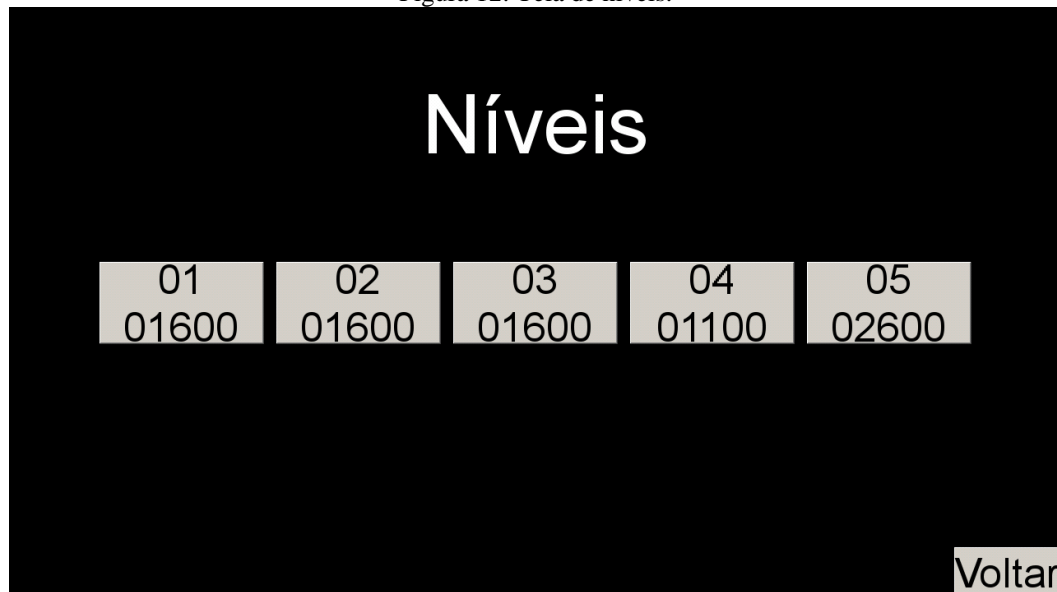


Fonte: Elaborado pelo autor.

Já a tela de níveis (Figura 12) foi criada com três botões que redireciona para o nível do jogo correspondente, além de um botão que faz voltar para a tela inicial.

A pontuação máxima que o jogador obteve de um determinado nível também é mostrada nesta tela embaixo de cada nível.

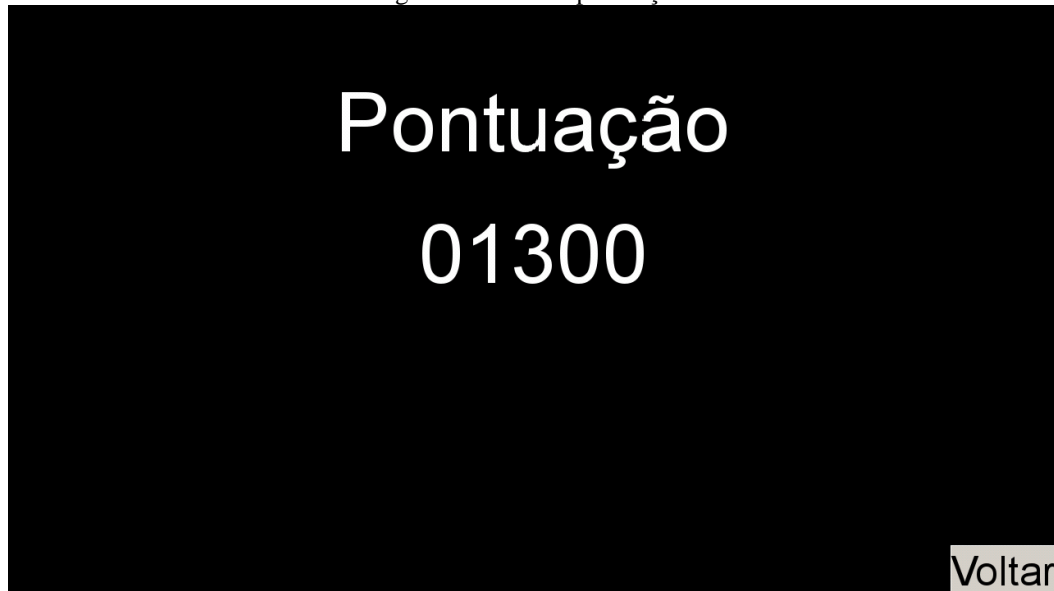
Figura 12: Tela de níveis.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Após cada nível completado pelo jogador é preciso lhe informar a pontuação obtida, para isso foi desenvolvido uma tela de pontuação (Figura 13).

Figura 13: Tela de pontuação.



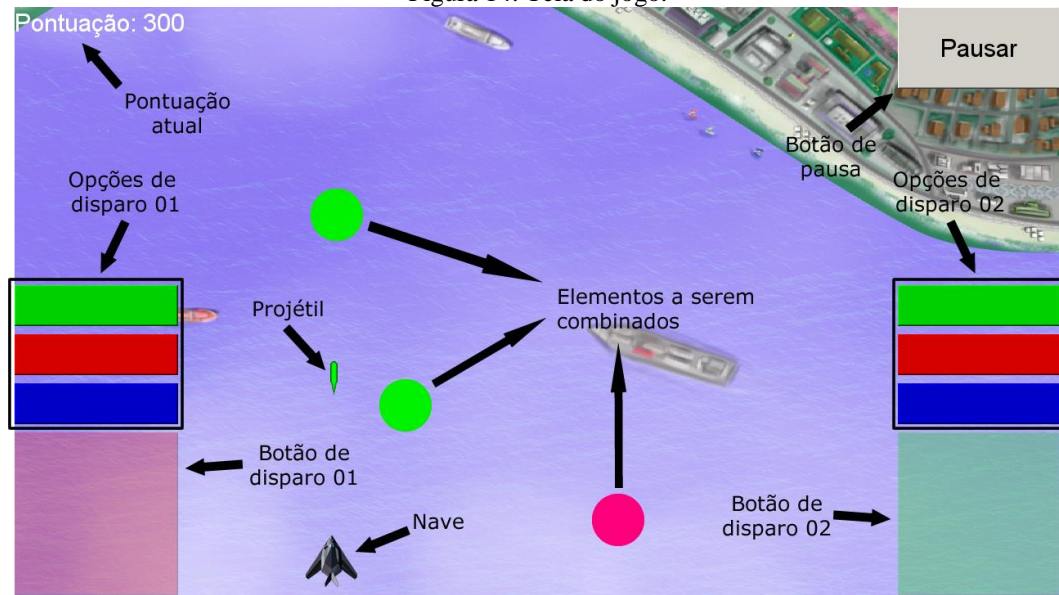
Fonte: Elaborado pelo autor.

Todas as telas foram criadas através de classes que implementam a interface *Screen* (tela), assim todas elas possuem os seguintes métodos:

- `render()`: chamado quando a tela precisa ser renderizada;
- `resize()`: chamado quando há ajuste na tela;
- `show()`: chamado quando a tela se torna a tela atual;
- `hide()`: chamado quando a tela não é mais a tela atual;
- `pause()`: chamado quando há uma pausa;
- `resume()`: chamado quando há uma retomada vindo de um pause;
- `dispose()`: chamado quando a tela precisa liberar todos os recursos.

Após a criação das telas foi desenvolvido o jogo se utilizando do protótipo da etapa 01, juntamente com os princípios de *Game Design* estudados anteriormente. O resultado pode ser visto na figura a seguir (Figura 14):

Figura 14: Tela do jogo.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Como podemos ver na imagem acima (Figura 14), foram criados ao todo nove botões sendo seis deles destinados a troca do tipo de projétil (opções de disparo), dois para realizar o disparo e um para pausar o jogo caso o jogador necessite.

As opções de disparo, o botão de disparo e o projétil são todos relacionados, ou seja, se um botão das opções de disparo for selecionado, o botão de disparo mudará de cor de acordo com a opção escolhida, assim como o projétil que sairá da nave caso o botão de disparo for pressionado, por exemplo: caso o jogador escolha a cor vermelha na opção de disparo 01, então o botão de disparo 01 ficará na cor vermelha, e se o jogador apertar o botão de disparo 01, um projétil da cor vermelha sairá da nave (o mesmo acontece nas opções de disparo 02 com o botão de disparo 02).

A escolha de botões para a realizações das ações tornou a jogabilidade mais simples, não exigindo muita destreza do jogador em realizar atividades motoras enquanto o leva a pensar, balanceando assim, a questão “Cabeça vs. Mãos” (presente no Quadro 1) descrito por Schell (2008).

Observando ainda a Figura 14 é possível ver os elementos, círculos que possuem cores diferentes (vermelho, verde, azul, magenta, ciano ou amarelo), que são dispostos aleatoriamente ao longo do cenário e precisam ser atingidos por projéteis de mesma cor para serem eliminados e o jogador consiga pontuar. As cores magenta, ciano e amarelo são combinações entre as cores vermelho, verde e azul:

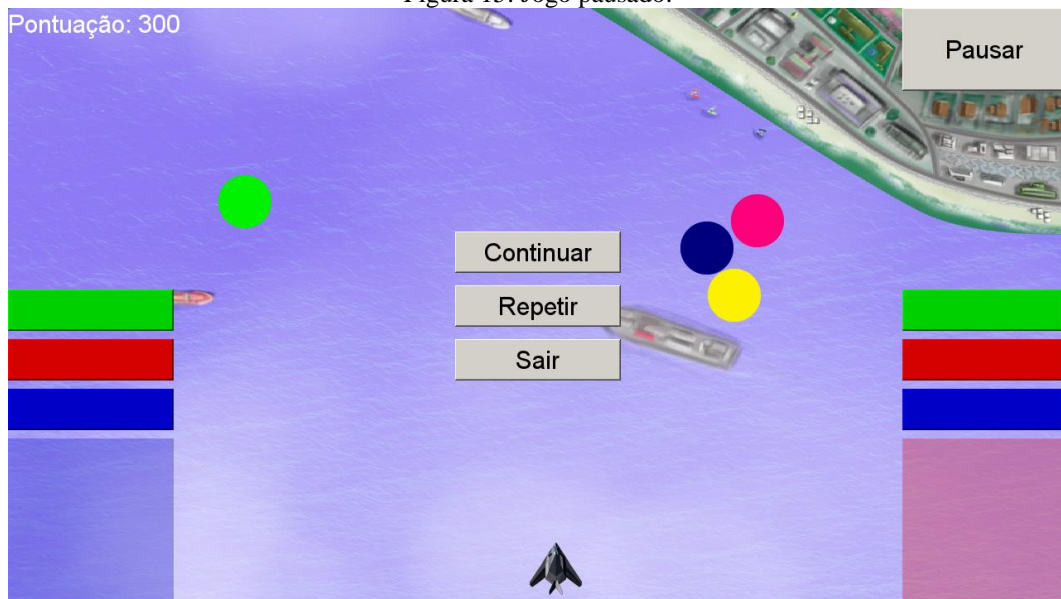
- Magenta: azul + vermelho;
- Ciano: azul + verde;

- Amarelo: verde + vermelho.

Assim, para se obter projéteis de alguma dessas cores é preciso combinar os botões de disparo 01 e 02 através das cores correspondentes e serem pressionados simultaneamente.

O botão “Pausar” foi criado e posicionado no canto superior direito e ao ser pressionado irá pausar o jogo, criando três botões centralizados na tela, como pode ser visto na figura a seguir (Figura 15):

Figura 15: Jogo pausado.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O botão “Continuar” foi criado para continuar o jogo de onde parou, enquanto que o botão “Repetir” para criar o cenário novamente e iniciar o jogo desde o começo. O botão “Sair” simplesmente redireciona para a tela inicial do jogo, a tela de “Menu”.

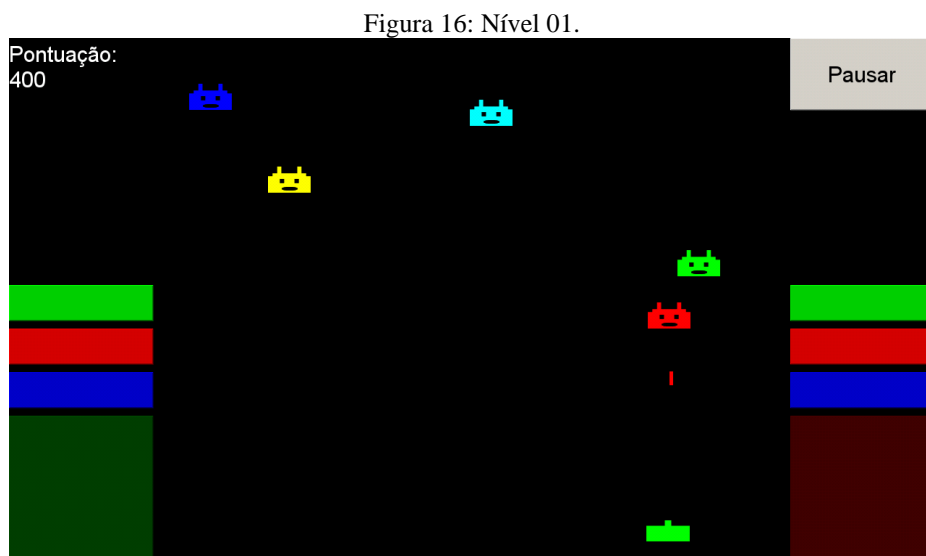
Todas as telas contam com pelo menos um *Stage* (gráfico de cena 2D) que é responsável pela janela de exibição e distribuição de eventos de entrada aos atores (elementos presentes no cenário - *Actors*). No jogo, para que as informações e botões fiquem sempre em um plano mais acima dos demais, foram adicionados em *Stages* diferentes.

Para a compreensão de todas as atividades que se encontram no jogo, foi construído o diagrama de atividades que se encontra em APÊNDICE B.

### 7.3.2.1 NÍVEIS

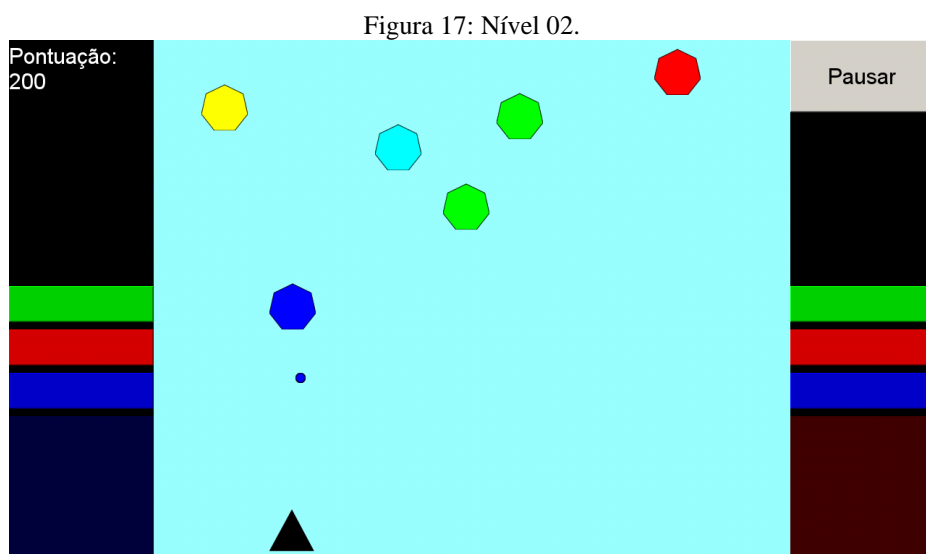
Os níveis, ambientes de um jogo em que há a interação do jogador (JOHNSTON, 2003), foram desenvolvidos utilizando-se do motor do jogo, da arte e da jogabilidade. Desta forma, o jogo conta com cinco níveis.

O primeiro nível é uma releitura do jogo *Space Invaders* e pode ser visto na figura a seguir (Figura 16):



Fonte: Elaborado pelo autor.

No segundo nível foram somente alteradas as imagens dos elementos, do projétil e da nave por formas geométricas diferentes e adicionado um fundo, o que resultou na figura a seguir (Figura 17):



Fonte: Elaborado pelo autor.

O terceiro nível também foram alteradas as suas imagens, como se pode ver na figura abaixo (Figura 18):

Figura 18: Nível 03.



Fonte: Elaborado pelo autor.

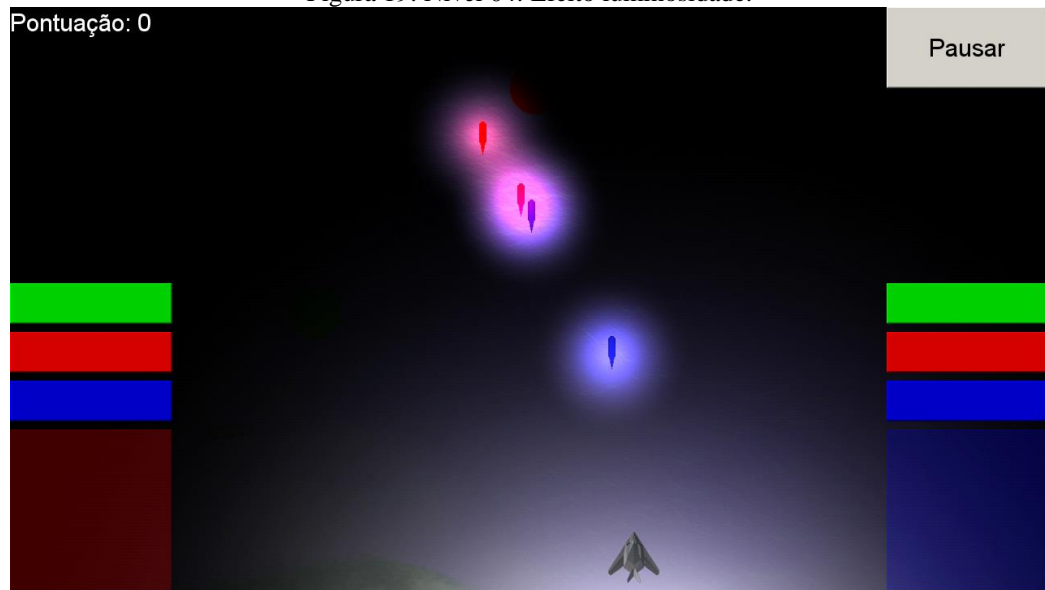
Deste modo, temos que os três primeiros níveis foram desenvolvidos para mostrar que o jogo pode ser utilizado em conjunto com diversas temáticas, simplesmente trocando as imagens dos objetos. A partir do nível quatro, foram adicionados efeitos que tornou o jogo mais difícil e desafiante para o jogador, contribuindo para não deixar o jogo entediante e frustrante.

No quarto nível, as imagens permaneceram e com a utilização da biblioteca *Box2DLights*<sup>24</sup> juntamente com o LibGDX, foi criado um efeito de luminosidade gerando luz e sombra (Figura 19):

<sup>24</sup> É uma biblioteca a ser usada com o LibGDX que tem como característica a iluminação em cenas 2D. Disponível em: <<https://github.com/libgdx/box2dlights>>. Acesso em: 26 jan. 2015.



Figura 19: Nível 04: Efeito luminosidade.



Fonte: Elaborado pelo autor.

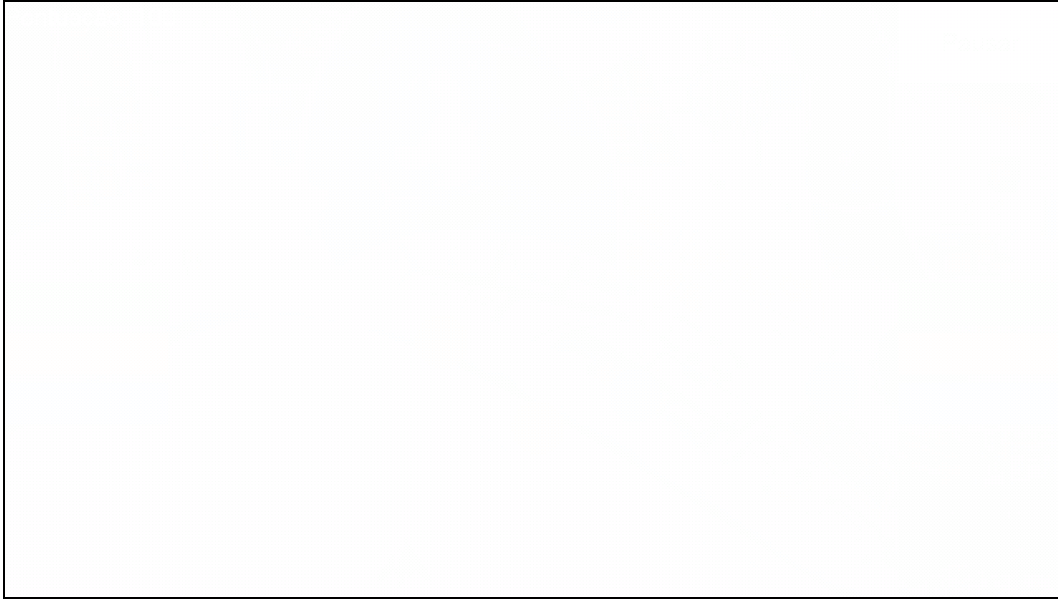
Já no nível cinco, o cenário permaneceu o mesmo como é possível ver na figura abaixo (Figura 20):

Figura 20: Nível 05: Sem efeito “flash” ativado.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Porém, no quinto nível o efeito de luminosidade foi substituído por um efeito de “flash”, que nada mais é que uma imagem de cor branca, gerada em tempos variados, que dificulta a visualização dos elementos em tela (Figura 21).

Figura 21: Nível 05: Com efeito “*flash*” ativado.

Fonte: Elaborado pelo autor.

O quadro a seguir compara cada nível do jogo de acordo com a quantidade de elementos:

**Quadro 4:** Comparação dos níveis.

Nível	Cores Primárias	Cores Secundárias	Total
01	10	02	12
02	07	03	10
03	07	03	10
04	10	02	12
05	10	05	15

### 7.3.2.2 COLISÃO E PONTUAÇÃO

Através do método “*collision()*”, presente na classe Jogo e chamada no método “*render()*”, é feita a verificação se um projétil colidiu com algum elemento. Essa verificação só é possível devido a cada projétil possuir um *Rectangle* (de mesmo tamanho) que o acompanha, e a cada elemento possuir um *Circle* de mesma dimensão, deste modo, é possível analisar se um projétil colidiu com um elemento utilizando do método “*Intersector.overlaps(Circle c, Rectangle r)*”. Como todo projétil e elemento se encontram em duas listas distintas (quando criados são adicionados nessas listas), é preciso percorrer as



duas, item por item, analisando se houve alguma colisão. Caso haja uma colisão é verificado as cores do projétil e do elemento colidido que são características de cada um deles ao serem criados, desta forma a colisão e a pontuação poderá ser:

- Colisão com cores iguais: destrói projétil e elemento, adiciona pontuação (100 pontos se forem cores primárias ou 300 se forem cores secundárias);
- Colisão entre azul e vermelho, azul e verde ou verde e vermelho: destrói projétil e altera a cor do elemento para uma cor correspondente (magenta, ciano, amarelo). O jogador não pontua.
- Colisão entre azul, vermelho ou verde e magenta, ciano ou amarelo: mantém projétil e elemento, e o jogador não pontua.

### 7.3.2.3 CONTROLES

Como o jogo pode ser executado em duas plataformas distintas (dispositivos Android e computadores), cada uma delas terá os controles diferenciados, porém as suas escolhas foram sempre planejadas para que a jogabilidade fosse a melhor possível, já que ela é extremamente importante no *level design* descrito por Rouse III (2005).

Deste modo, nos dispositivos Android por possuírem a tela sensível ao toque, todos os botões serão acionados através do toque, e a nave será deslocado horizontalmente com a ajuda do acelerômetro que o dispositivo possui.

Já nos computadores, todos os botões poderão ser acionados com o clique do *mouse*, porém para facilitar e melhorar a jogabilidade, alguns botões terão uma tecla do teclado correspondente a ação do botão, assim como a nave também terá teclas para o seu deslocamento, deste modo temos:

- Tecla “a”: aciona o botão de disparo 01;
- Tecla “s”: aciona o botão de disparo 02;
- Tecla “espaço”: disparo combinado;
- Tecla “q”: troca a opção de disparo do botão de disparo 01;
- Tecla “w”: troca a opção de disparo do botão de disparo 02;
- Setas direcionais esquerda e direita: movimentam a nave.

#### 7.3.2.4 CLASSES

Neste projeto ao todo foram criadas dez classes, que são:

- `Jogo_TCC`: classe inicial que herda `Game`;
- `MainMenu`: classe que implementa a interface `Screen`, responsável por criar a tela inicial, a tela de *Menu*.
- `Levels`: classe que implementa a interface `Screen`, responsável por criar a tela de níveis.
- `Creditos`: classe que implementa a interface `Screen`, responsável por criar a tela de créditos.
- `LogScreen`: classe que implementa a interface `Screen`, responsável por carregar o arquivo de log e exibi-la em sua tela.
- `ScreenLoading`: classe que implementa a interface `Screen`, responsável por carregar os recursos do jogo e criar a tela de carregamento.
- `Jogo`: classe que implementa a interface `Screen` e `InputProcessor`, responsável por todo o gerenciamento do jogo (criação dos níveis, colisão, atualização das imagens, manipulação de eventos externos como toques na tela, etc).
- `Score`: classe que implementa a interface `Screen`, responsável por salvar a maior pontuação e criar a tela após o fim de cada nível informando a pontuação do jogador.
- `Nave`: classe responsável pela criação da nave e gerenciamento e seus parâmetros.
- `Bullet`: classe responsável pela criação dos projéteis e gerenciamento e seus parâmetros.
- `Enemy`: classe responsável pela criação dos “inimigos” e gerenciamento e seus parâmetros.

### 7.3.2.2 CUSTOMIZAÇÃO

Um recurso adicionado ao jogo, na versão para computadores, é a possibilidade de customização, permitindo ao usuário trocar as imagens do elemento, do projétil, da nave e do plano de fundo, somente alterando o caminho do diretório em que elas se encontram. Para isso, o usuário deverá modificar o arquivo “imagens.xml”, presente no mesmo diretório onde se encontra o jogo. Na figura a seguir (Figura 22) é possível ver a estrutura e um trecho do arquivo, assim como os caminhos em que se encontram as imagens padrões:

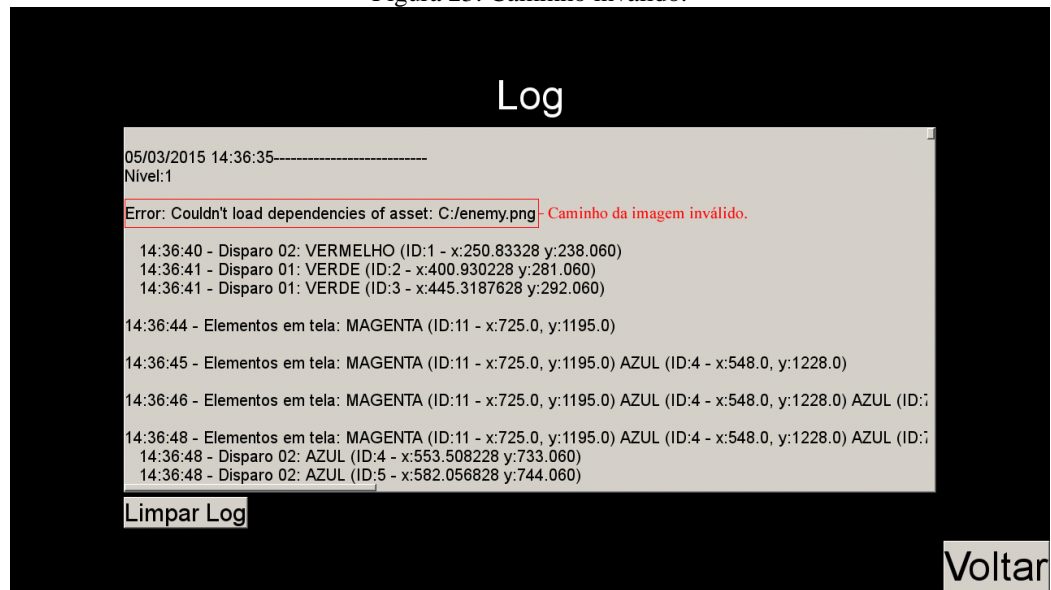
Figura 22: Trecho do arquivo “imagens.xml”.

<code>&lt;nivel03</code>	<code>naveImg="data/nave.png"</code>	<code>]</code>	Caminho para a imagem da nave do nível 03
	<code>tiroAzulImg="data/tiro.png"</code>	<code>]</code>	Caminhos para as imagens dos projéteis do nível 03
	<code>tiroVermelhoImg="data/tiro.png"</code>		
	<code>tiroVerdeImg="data/tiro.png"</code>		
	<code>tiroAmareloImg="data/tiro.png"</code>		
	<code>tiroCianoImg="data/tiro.png"</code>		
	<code>tiroMagentaImg="data/tiro.png"</code>		
	<code>iniAzulImg="data/enemy.png"</code>	<code>]</code>	Caminhos para as imagens dos elementos do nível 03
	<code>iniVermelhoImg="data/enemy.png"</code>		
	<code>iniVerdeImg="data/enemy.png"</code>		
	<code>iniAmareloImg="data/enemy.png"</code>		
	<code>iniCianoImg="data/enemy.png"</code>		
	<code>iniMagentaImg="data/enemy.png"</code>		
	<code>bgImg="data/city.png"</code>	<code>&lt;/&gt;</code>	Caminho para a imagem de fundo do nível 03

Fonte: Elaborado pelo autor.

Caso exista algum caminho inválido fornecido pelo usuário, uma mensagem de erro será adicionada ao arquivo de log (ver Figura 23) e o jogo passará a usar a imagem padrão.

Figura 23: Caminho inválido.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A adição desse recurso contribui para a criação de novas temáticas e usos diferentes para um mesmo jogo. Professores poderão usá-lo para transformar o jogo em uma ferramenta de aprendizagem simplesmente alterando a suas imagens, por exemplo: trocar as imagens do projétil e dos elementos por compostos químicos, cabendo ao jogador fazer as combinações certas para que os mesmos se neutralizem.

Devido a manipulação de arquivos em dispositivos móveis que utilizam o sistema operacional Android ser um pouco complexo, exigindo do usuário um certo conhecimento, este recurso de customização não foi adicionado na versão para este sistema.

## 7.4 VALIDAÇÃO

A validação do jogo ocorreu através de testes que exploraram todas as funcionalidades (colisão, leitura e escrita em arquivos, sistema de disparo, controles, etc.) em busca de erros, defeitos ou falhas. No final da construção do jogo, todos os testes realizados apresentaram resultados positivos sem nenhum tipo de problema.

Na versão para Android, os testes foram realizados através do aparelho Samsung Galaxy S3 que tem por características principais a tela sensível ao toque de 4.8 polegadas, processador Quad-Core de 1.4 GHz e sistema operacional Android 4.3.

## 8 CONCLUSÃO

Este trabalho produziu-se um jogo digital para a plataforma Android e para computadores, capaz de servir como um jogo didático para o ensino de um determinado assunto através do uso da analogia. Analogia esta que também auxilia na aprendizagem de conteúdos complexos e de difícil entendimento por parte do aluno.

A criação do jogo exigiu o estudo de diversos assuntos como criação de jogos digitais, *game level design*, jogos didáticos, analogia em jogos, recursos suportados pelo sistema Android, entre outros, tudo isso para se criar um jogo que atingisse o objetivo proposto.

Deste modo, conclui-se que para se construir um jogo digital, independentemente se é para fins didáticos ou não, é uma tarefa difícil e requer um certo conhecimento sobre o assunto. Não é simplesmente criar um jogo que possua a interatividade como a característica mais importante, mas sim um jogo que possua todas as outras características muito bem planejadas e definidas, como a dificuldade de cada nível, a interface do usuário, o sistema de pontuação, o posicionamento dos objetos em tela, etc.

Além disso, uma outra conclusão é que todos os jogos didáticos são necessários que o educador/professor acompanhe as suas utilizações juntamente com o aluno, pois o mesmo poderá não compreender, ou interpretar de maneira errônea, o conteúdo (conceito alvo) caso esteja jogando sozinho. Em se tratando de um jogo que tem por objetivo ser utilizado como uma analogia para o aprendizado, é preciso ainda mais a atenção dos educadores, já que o jogo pode conter menos informações teóricas (ou até mesmo não conter), do que um jogo tradicional didático.

O jogo desenvolvido conseguiu atingir o objetivo proposto: utilizou-se da mecânica do jogo *Space Invaders* e pôde servir para a criação de novos jogos educacionais. Porém para se obter resultados precisos e uma comprovação de sua eficácia e eficiência, teria de ser aplicado em um ambiente com alunos e educadores juntamente com uma temática para o jogo e, através de pesquisas e opiniões, obter esses dados.

## **8.1 CONTRIBUIÇÕES E TRABALHOS FUTUROS**

Este trabalho apresentou vários assuntos sobre os jogos digitais, construção de jogos, jogos didáticos, entre outros, contribuindo para aqueles que desejam obter um conhecimento sobre esses temas. Além disso, o próprio jogo construído poderá contribuir como uma ferramenta que o educador poderá se utilizar para construir o seu próprio jogo educativo, abordando o assunto de seu interesse.

Como trabalho futuro, este jogo poderá ter o seu design modificado e ser especializado em uma determinada área didática, como a química, a matemática, a física, a biologia, entre outras, somente modificando os seus elementos e projéteis de acordo com o assunto escolhido. Além disso, a customização para Android poderá ser trabalhada e adicionada de uma maneira a torná-la simples para que todos os usuários possam utilizá-la, e o arquivo de log, utilizado para armazenar todas as ações do jogador, poderá ser enviado para algum servidor através da internet para facilitar a sua visualização por parte do educador que terá acesso a ele. Deste modo, o educador ficará sabendo aonde o aluno encontrou maiores dificuldades e poderá auxiliá-lo em seu desenvolvimento.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Gustavo Martins Alves de. **Jogo digital como analogia: construção de um jogo digital didático sobre cinética química**. Dissertação de Mestrado. Bauru: UNESP, 2014.
- ANJOS, Anna. **Os primeiros jogos de tabuleiro da história**. 2013. Disponível em: <[http://lounge.obviousmag.org/anna\\_anjos/2013/01/a-origem-dos-jogos-de-tabuleiro.html](http://lounge.obviousmag.org/anna_anjos/2013/01/a-origem-dos-jogos-de-tabuleiro.html)>. Acesso em: 03 jun. 2014.
- ARAÚJO, Nukácia Meyre Silva; RIBEIRO, Fernanda Rodrigues; SANTOS, Suellen Fernandes dos. **Jogos pedagógicos e responsividade: ludicidade, compreensão leitora e aprendizagem**. Bakhtiniana, Rev. Estud. Discurso [online]. 2012, vol.7, n.1, pp. 4-23. ISSN 2176-4573.
- ASTRAL CASTLE. **A History of Board Games**. 2003. Disponível em: <<http://www.ccg.com/games/index.htm>>. Acesso em: 03 jun. 2014.
- BOYLE, Alan. **10 Most Important Board Games In History**. 2013. Disponível em: <<http://listverse.com/2013/01/20/10-most-important-board-games-in-history/>>. Acesso em: 03 jun. 2014.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC/SEB, 2006.
- BRASIL. **Parâmetros curriculares nacionais para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/SEF, 1999.
- CAMPOS, Luciana Maria Lunardi; BORTOLOTO, T. M.; FELÍCIO, A. K. C. A produção de jogos didáticos para o ensino de ciências e biologia: uma proposta para favorecer a aprendizagem. **Cadernos dos Núcleos de Ensino**, p. 35-48, 2003.
- CARDOSO, Hayla Abnassiff; AMORIM, Cleber de Oliveira. Jogos eletrônicos como tecnologia pedagógica nas escolas de Belém/Pa. **Sistemas de Informação & Gestão de Tecnologia**, 2010.
- CLASSIC GAMING. **SPACE INVADERS**. [s.d.]. Disponível em: <<http://www.classicgaming.cc/classics/spaceinvaders/index.php>>. Acesso em: 02 dez. 2014.
- CONTI, Fátima. **Primeiros jogos digitais**. 2011. Disponível em: <<http://www.ufpa.br/dicas/net1/int-h-jo.htm>>. Acesso em: 03 jun. 2014.
- DEVELOPER ANDROID. **Sensors Overview**. [s.d.]. Disponível em: <[http://developer.android.com/guide/topics/sensors/sensors\\_overview.html](http://developer.android.com/guide/topics/sensors/sensors_overview.html)>. Acesso em: 12 dez. 2014.
- FROSI, Felipe O.; MARSON, Fernando. **Tapamática: Uma aplicação de Realidade Aumentada com Enfoque Educacional para Estudantes das Series Iniciais**. São Leopoldo: UNISINOS, 2009.

FROSI, Felipe O.; SCHLEMMER, Eliane. **Jogos Digitais no Contexto Escolar: desafios e possibilidades para a Prática Docente**. São Leopoldo: UNISINOS, 2010.

GARTNER. **Gartner says worldwide video game market to total \$93 billion in 2013**. Stamford: Gartner. 2013. Disponível em: <<http://www.gartner.com/newsroom/id/2614915>>. Acesso em: 28 abr. 2014.

GUIMARÃES, Gleyser. **A história do Sistema operacional Android**. 2013. Disponível em: <[http://www.dsc.ufcg.edu.br/~pet/jornal/agosto2013/materias/historia\\_da\\_computacao.html](http://www.dsc.ufcg.edu.br/~pet/jornal/agosto2013/materias/historia_da_computacao.html)>. Acesso em: 03 dez. 2014.

HARRISON, Allan G.; COLL, Richard K. **Using Analogies in Middle and Secondary Science Classrooms: The FAR Guide – An Interesting Way to Teach With Analogies**. Califórnia: Corwin Press, 2008.

HATFIELD, Daemon. **IGN'S TOP 10 MOST INFLUENTIAL GAMES**. 2007. Disponível em: < <http://www.ign.com/articles/2007/12/11/igns-top-10-most-influential-games>>. Acesso em: 02 dez. 2014.

JOHNSTON, David. **What is Level Design?** 2003. Disponível em: < [http://www.johnsto.co.uk/design/level\\_design](http://www.johnsto.co.uk/design/level_design)>. Acesso em: 03 jun. 2014.

KISHIMOTO, T. M. **Jogo, Brinquedo, Brincadeira e a Educação**. São Paulo: Cortez, 1996.

LIMA, E. C.; MARIANO, D.G.; PAVAN, F. M.; LIMA, A. A.; ARÇARI, D. P. O uso de jogos lúdicos como auxílio para o ensino de química. **Revista Eletrônica Educação em Foco**, 2011.

MASSARANI, Sandro. **Space Invaders – A Invasão Oriental**. [s.d.]. Disponível em: < [http://www.massarani.com.br/FGHQ\\_SpaceInvaders.html](http://www.massarani.com.br/FGHQ_SpaceInvaders.html)>. Acesso em: 02 dez. 2014.

MAZIVIERO, H. F. G. **Jogos digitais no ensino de matemática – um instrumento de diagnóstico das concepções dos alunos sobre diferentes representações dos números racionais**. Dissertação de Mestrado. Bauru: UNESP, 2014.

MERCATO, Mattia. **A doce história do Android**. 2014. Disponível em: <http://www.androidpit.com.br/historia-do-android>>. Acesso em: 03 dez. 2014.

MITCHELL, Briar Lee. **Game Design Essentials**. Indianapolis: John Wiley & Sons, 2012.

OPEN HANDSET ALLIANCE. **FAQ**. 2014. Disponível em: <[http://www.openhandsetalliance.com/oha\\_faq.html](http://www.openhandsetalliance.com/oha_faq.html)>. Acesso em: 03 dez. 2014.

RABIN, Steve (Ed.). **Introduction to game development**. Cengage Learning, 2010.

REISINGER, Don. **Android by numbers: 1B monthly active users**. 2014. Disponível em: <<http://www.cnet.com/news/android-by-the-numbers-1-billion-monthly-active-users/>>. Acesso em: 03 dez. 2014.



RODRIGUES, Pedro Augusto Rezende. **Rota da Seda**. [20--]. Disponível em: <<http://www.infoescola.com/historia/rota-da-seda/>>. Acesso em: 03 jun. 2014.

ROUSE III, Richard. **Game Design: Theory and Practice**. Jones & Bartlett Learning, 2004.

SCHELL, Jesse. **The Art of Game Design - A Book of Lenses**. Califórnia: Morgan Kaufmann, 2008.

TAROUCO, L. M. R.; ROLAND, L. C.; FABRE, M. J. M.; KONRATH, M. L. P. Jogos educacionais. **CINTED, UFRGS**, 2004.

TAYLOR, Dan. **Ten Principles of Good Level Design**. 2013. Disponível em: <[http://www.gamasutra.com/blogs/DanTaylor/20130929/196791/Ten\\_Principles\\_of\\_Good\\_Level\\_Design\\_Part\\_1.php](http://www.gamasutra.com/blogs/DanTaylor/20130929/196791/Ten_Principles_of_Good_Level_Design_Part_1.php)>. Acesso em: 03 jun. 2014.

TURINI, Daniel Antonio. **O uso de um game interativo para o ensino do conceito de ligação iônica – uma abordagem vigotskiana**. Dissertação de Mestrado. Bauru: UNESP, 2012.

ZANON, Dulcimeire Aparecida Volante; GUERREIRO, Manoel Augusto da Silva; OLIVEIRA, Robson Caldas de. Jogo didático Ludo Químico para o ensino de nomenclatura dos compostos orgânicos: projeto, produção, aplicação e avaliação. **Ciências e Cognição / Science and Cognition**, [S.l.], v. 13, n. 1, Mar. 2008. ISSN 1806-5821. Disponível em: <<http://www.cienciasecognicao.org/revista/index.php/cec/article/view/690>>. Acesso em: 02 mai. 2014.

## APÊNDICES

### APÊNDICE A – Diagrama de atividades do jogo *Space Invaders*.

