

**UNIVERSIDADE DO VALE DO ITAJAÍ  
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS DA TERRA E DO MAR  
CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

**SERIOUS GAME PARA A ÁREA DE NUTRIÇÃO INFANTIL**

**Leandro Amaral**

Alessandro Mueller, M. Eng.

São José, Novembro/2012

**UNIVERSIDADE DO VALE DO ITAJAÍ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS DA TERRA E DO MAR**  
**CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

**SERIOUS GAME PARA A ÁREA DE NUTRIÇÃO INFANTIL**

**Leandro Amaral**

São José, Novembro/2012

Orientador: Alessandro Mueller, M. Eng.

Área de Concentração: Jogos Digitais

Linha de Pesquisa: Jogos Digitais Educacionais

Palavras-chave: Jogos digitais. Educação. Nutrição.

Número de páginas: 79

## **RESUMO**

Com a popularização dos jogos digitais nas últimas décadas e a sua utilização cada vez mais precoce pelas crianças, os jogos passaram a ser considerados uma alternativa para promover o ensino e a aprendizagem em escolas. Percebe-se que o número de crianças acima do peso tem aumentado de maneira preocupante, sendo este problema uma combinação de erros que está relacionado à falta de exercícios físicos, alimentação inadequada e à alimentação em períodos incorretos. O presente trabalho construiu um jogo digital com fins educacionais na área de nutrição infantil com o intuito de auxiliar o maior consumo de alimentos saudáveis e, desse modo, a reduzir o problema. A fim de alcançar este objetivo, foi realizada a pesquisa bibliográfica sobre jogos, jogos digitais e jogos digitais educacionais. Foram também abordadas algumas técnicas de Inteligência Artificial aplicadas na construção de jogos digitais e alguns jogos digitais educacionais foram estudados. Na sequência foi elaborado o documento que estabelece as regras do jogo e que serviu de orientação para a implementação do aplicativo. O desenvolvimento do jogo digital foi feito em Java e disponibilizado para acesso pela Internet. O jogo está dividido em três fases, sendo que cada fase há um cenário diferente. Com a progressão do jogador dentre as fases, o nível de dificuldade cresce a partir do aumento do número de oponentes do personagem principal.

## **ABSTRACT**

With the popularity of digital games in recent decades and its use increasingly early by children, the games became regarded an alternative to promote the teaching and learning. It is noticed that the number of overweight children has increased ominously, this problem is a combination of errors, being related to lack of exercise, inadequate diet and nutrition in incorrect periods. This work built a digital game for educational purposes in the field of child nutrition. Thus, the availability of this game can assist in a greater consumption of healthy foods, and thereby to reduce this problem. To achieve this goal, we performed a literature search on games, digital games and digital serious games. Were also discussed some techniques of Artificial Intelligence applied in the construction of digital games and some digital serious games were studied. Following the document was prepared which establishes the rules proposed which guided the implementation of the digital game. The document was prepared establishing the rules of the game and served as a guideline for application implementation. The digital game development was done in Java and available for access on the Internet. The game is divided into three phases, with each phase there is a different scenario. With player progression among phases, the difficulty level increases from the increased number of opponents of the main character.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela força espiritual para a realização desse trabalho.

Aos meus pais Jucélio Amaral e Vilma Salete Joench Amaral, pelo total apoio, compreensão, carinho e ajuda ao longo deste percurso.

Aos meus irmãos Eduardo Amaral e Maria Eduarda Amaral.

A toda minha família pelo carinho e compreensão em especial a minha tia Cláudia Regina Joenck Rodrigues.

A minha namorada, Fernanda Bortolotto Correa, por todo o amor, carinho, compreensão e apoio nas horas difíceis.

Ao meu orientador, Alessandro Mueller, por sua disposição, auxílio, dedicação e compreensão.

A Lucas Veloso Rovaris e Felipe Pinto da Silva, que me auxiliaram na construção do projeto.

A todos aqueles que de alguma forma contribuíram ou torceram pela concretização deste trabalho.

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1. Alimentos recomendados para crianças .....	38
Tabela 2. Alimentos Benefícios .....	39
Tabela 2. Análise comparativa do estado da arte .....	48

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

2D	Duas Dimensões
3D	Três Dimensões
ESA	Entertainment Software Association
FINEP	Financiadora de Projetos e Estudos
FSMs	Finite State Machines
FSA	Autômatos Finitos
GBL	Game based Learning
GDD	Game Document Design
IA	Inteligência Artificial
LaRV	Laboratório de Realidade Virtual
MIT	Massachusetts Institute of Technology
NPCs	Non-Playable Character
RNA	Rede Neural Artificial
RPG	Role Player Game
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
TGE	Torque Game Engine
UDK	Unreal Development Kit
UNIVALI	Universidade do Vale do Itajaí

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....</b>	<b>6</b>
<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>1.1 PROBLEMA DE PESQUISA.....</b>	<b>10</b>
1.1.1 Solução Proposta .....	11
1.1.2 Delimitação de Escopo .....	11
1.1.3 Justificativa.....	12
<b>1.2 OBJETIVOS .....</b>	<b>12</b>
1.2.1 Objetivo Geral .....	12
1.2.2 Objetivos Específicos .....	12
<b>1.3 METODOLOGIA.....</b>	<b>13</b>
1.3.1 Metodologia da Pesquisa .....	13
1.3.2 Procedimentos Metodológicos.....	13
<b>1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO.....</b>	<b>14</b>
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>15</b>
<b>2.1 JOGOS.....</b>	<b>15</b>
<b>2.2 JOGOS DIGITAIS .....</b>	<b>16</b>
2.2.1 Origem.....	17
2.2.2 Mercado .....	20
2.2.3 Gênero .....	22
2.2.4 Ferramenta de apoio no desenvolvimento .....	23
<b>2.3 JOGOS DIGITAIS EDUCACIONAIS.....</b>	<b>25</b>
2.3.1 Vantagens de Jogos Educacionais .....	27
<b>2.4 JOGOS DIGITAIS E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL .....</b>	<b>29</b>
2.4.1 Máquina de estados finitos .....	29
2.4.2 Sistema Baseado em Regras .....	31
2.4.3 Algoritmo de Busca.....	32
2.4.4 Redes Neurais Artificiais.....	36
<b>2.5 NUTRIÇÃO.....</b>	<b>37</b>
<b>3 TRABALHOS RELACIONADOS .....</b>	<b>41</b>
3.1 TRÍADE – REVOLUÇÃO FRANCESA.....	41
3.2 KINBLE - EM BUSCA DO CONHECIMENTO .....	42
3.3 REVOLTA DA CABANAGEM.....	43
3.4 CALANGOS ENSINO ECOLOGIA E EVOLUÇÃO .....	45
3.5 JOKENPO .....	47
3.6 ANÁLISE COMPARATIVA.....	48
3.7 CONSIDERAÇÕES .....	48
<b>4 DESENVOLVIMENTO.....</b>	<b>50</b>

<b>4.1 VISÃO GERAL DO SISTEMA .....</b>	<b>50</b>
<b>4.2 DOCUMENT DESIGN .....</b>	<b>50</b>
4.2.1 Visão geral do jogo .....	50
4.2.2 Gameplay e mecânica do jogo.....	52
4.2.3 Níveis .....	54
4.2.4 Interface .....	54
4.2.5 Inteligência Artificial .....	54
4.2.6 Técnico .....	54
<b>4.3 DETALHAMENTO DO DESENVOLVIMENTO.....</b>	<b>55</b>
<b>4.4 DESCRIÇÃO DOS EXPERIMENTOS .....</b>	<b>72</b>
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>73</b>
<b>5.1 TRABALHOS FUTUROS .....</b>	<b>74</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>76</b>



## INTRODUÇÃO

Na era da informação, os jogos digitais ganharam espaço importante na vida de crianças, jovens e adultos, pois, além de consistirem em uma forma de entretenimento, passaram a ser percebidos como um modo de promover a aprendizagem. Neste sentido, os jogos são uma fonte importante de desenvolvimento, visto que possibilitam à criança satisfazer os seus desejos, interesses e emoções através da fantasia e da imaginação, gerando aprendizado, o qual, adequadamente organizado, resulta em desenvolvimento mental (VIGOTSKY, 1984).

Logo, ao fazer uso de jogos, intuitivamente, as crianças expandem a criatividade, adquirem habilidades e aprendem conceitos que as ajudarão na resolução de problemas, no raciocínio dedutivo e na memorização. Batlori (2004) assegura que “especialmente nos primeiros anos de vida, tudo é jogo e é por meio de jogos que a criança vai aprendendo muitas coisas”.

Nas últimas décadas, psicólogos e pedagogos descobriram as mais variadas formas com que as pessoas adquirem conhecimento e tratam do assunto aprendizagem. Conforme Giusta (1985, p. 26):

O conceito de aprendizagem emergiu das investigações empiristas em Psicologia, ou seja, de investigações levadas a termo com base no pressuposto de que todo conhecimento provém da experiência. Isso significa afirmar o primado absoluto do objeto e considerar o sujeito como uma tabula rasa, uma cera mole, cujas impressões do mundo, formadas pelos órgãos dos sentidos, são associadas umas às outras, dando lugar ao conhecimento. O conhecimento é, portanto, uma cadeia de idéias atomisticamente formada a partir do registro dos fatos e se reduz a uma simples cópia do real.

Assim, o potencial dos jogos pode ser explorado com propósito educacional e em muitas áreas do conhecimento, no desenvolvimento de diversas competências, afirmando James Paul Gee (2004, p. 33):

Os jogos podem ser muito eficientes na aprendizagem, devem, portanto, ser também explorados nas atividades educativas, pois baseados em uma tecnologia divertida, atraente e interativa, devem gerar melhores resultados que muitas atividades escolares tradicionais descontextualizadas, fundamentadas na repetição e na memorização excessivas e pouco significativas para as crianças.

Ao exercitarem as funções mentais e intelectuais do jogador, os jogos podem constituir ferramentas instrucionais eficientes, visto que representam uma maneira divertida de aprender – divertem enquanto motivam, facilitando o aprendizado e aumentando a capacidade de retenção daquilo que foi ensinado (TAROUÇO *et. al*, 2004). Ainda, a autonomia, a originalidade e a possibilidade de simular e experimentar situações perigosas ou proibidas no cotidiano podem ser vivenciadas através dos jogos.

Quando motivadores do processo de aprendizagem, os jogos podem ser definidos como jogos educacionais, correspondendo a importantes instrumentos de difusão do conhecimento e contribuindo para melhorar a vinculação afetiva do aprendiz com as situações do processo de ensino-aprendizagem.

Deste modo, os jogos digitais educacionais, ao incorporarem recursos visuais e auditivos, podem ser empregados como instrumentos do processo de ensino-aprendizagem, catalisando o aprendizado de conceitos, conteúdos e habilidades do jogo (DALL’ASTA 2004 *apud* GRIMM; CALOMENO, 2009).

Neste norte, os jogos educacionais contribuem para o desenvolvimento cognitivo e social da criança, caracterizando um recurso pedagógico importante para a educação infantil. Entretanto, para que o aprendiz seja estimulado a utilizar o jogo é necessário que os desenvolvedores tornem os jogos atrativos, o que pode ser alcançado com utilização da Inteligência artificial.

Por essa razão, a Inteligência Artificial vem se tornando uma necessidade – e até mesmo indispensável –, para certos jogos digitais. De acordo com Osório *et al.* (2007), técnicas de Inteligência Artificial encontram aplicação no desenvolvimento de jogos para tarefas como resolução de problemas, planejamento de trajetórias, controle de agentes autônomos, entre outras.

Dentro deste contexto, este trabalho procura trazer uma contribuição para a área de jogos digitais, com o desenvolvimento de um jogo digital para internet com fins educacionais para crianças de 6 a 10 anos, em razão do aumento de crianças acima do peso, envolvendo o processo pedagógico de nutrição.

## **1.1 PROBLEMA DE PESQUISA**

A quantidade de crianças acima do peso tem aumentado de maneira alarmante. Dois fatores principais que contribuem para esta questão são a combinação da falta de exercícios físicos e a alimentação inadequada.

Neste sentido, a Pesquisa de Orçamentos Familiares (2008-2009), realizada pelo Instituto de Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), aponta que a sociedade:

[...] apresentou um aumento importante no número de crianças acima do peso no país, principalmente na faixa etária entre 5 e 9 anos de idade. O número de meninos acima do peso mais que dobrou entre 1989 e 2009, passando de 15% para 34,8%, respectivamente. Já o número de obesos teve um aumento de mais de 300% nesse mesmo grupo etário, indo de 4,1% em 1989 para 16,6% em 2008-2009. Entre as meninas esta variação foi ainda maior (MELO, 2010, p.1)

Para melhorar o peso na balança, a saída é incorporar uma rotina saudável na vida da criança, estimulando uma boa alimentação como frutas, legumes e verduras, aliando à prática de exercícios físicos. A formação de hábitos alimentares saudáveis deve ser iniciada tão logo as crianças sejam apresentadas aos alimentos. Assim, faz-se necessário a elaboração de um cardápio rico em nutrientes – obtidos a partir de alimentos adequados à faixa etária da criança – e a realização de refeições em horas certas e sem exageros (NUNES & BREDAS, 2000).

Tendo em vista que os jogos digitais se apresentam como uma ferramenta de promoção do aprendizado, a aplicação de um jogo digital educacional pode ser uma alternativa divertida para possibilitar que crianças adquiram hábitos alimentares mais saudáveis.

### **1.1.1 Solução Proposta**

O trabalho proposto teve como foco a criação de um jogo digital educacional para crianças de 6 a 10 anos. A perspectiva é que a aplicação desenvolvida contribua para que crianças aprendam a ter hábitos alimentares saudáveis, a partir das situações apresentadas na história do jogo.

Assim, o trabalho proposto teve como foco a criação de um jogo educacional para área de nutrição, com a execução na Internet, que utiliza a técnica de busca do Algoritmo A\*, tornando o aplicativo atrativo para o público alvo.

### **1.1.2 Delimitação de Escopo**

O cenário e os personagens foram construídos em uma abordagem 2D e o jogo digital deve ser utilizado por um usuário de cada vez, na modalidade *single player*.

A meta do projeto foi desenvolver um jogo digital educacional que utilizasse a técnica de busca A\* para a movimentação de personagens e sua disponibilização na Internet, não sendo a arte do jogo digital o aspecto de maior relevância da pesquisa.

Não faz parte do escopo do trabalho a aplicação concreta e tampouco o acompanhamento e tratamento estatístico dos efeitos da utilização do jogo digital pelo público alvo.

### **1.1.3 Justificativa**

Este trabalho se coloca como uma alternativa para auxiliar crianças a terem uma vida mais saudável por meio do desenvolvimento de hábitos alimentares adequados a sua idade, prevenindo doenças associadas à má alimentação.

O diferencial em relação a outros trabalhos é o campo de atuação. Na área de nutrição foram identificados poucos jogos digitais que tratam deste conteúdo, sendo que aqueles que se propõem a abordar aspectos alimentares não fazem uso de informações científicas nutricionais, o que não proporciona a aquisição de hábitos alimentares saudáveis e a (re)educação alimentar, limitando-se a explorar o tema tão somente em seu aspecto lúdico.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 Objetivo Geral**

Desenvolver um jogo digital para Internet com fins nutricionais, de modo a promover a prática de hábitos alimentares saudáveis, para crianças de 6 a 10 anos.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

1. Pesquisar sobre jogos digitais educacionais;
2. Estudar técnicas de Inteligência Artificial no desenvolvimento de jogos educacionais;
3. Elaborar o *game design document*;
4. Elaborar a arte do jogo digital;
5. Implementar o jogo digital;
6. Realizar testes de verificação lógica do jogo digital; e
7. Documentar o Trabalho de Conclusão de Curso.

## 1.3 METODOLOGIA

### 1.3.1 Metodologia da Pesquisa

O método da pesquisa adotado segue os princípios do Método Estruturalista, tendo em vista que se partirá do estudo e identificação dos hábitos alimentares recomendados para o público alvo, a construção de um aplicativo que modele essa prática e a consequente disponibilização do jogo digital educacional para sua concreta aplicação, nos seguintes termos:

O método parte da investigação de um fenômeno concreto, eleva-se, a seguir, ao nível abstrato, por intermédio da constituição de um modelo que represente o objeto de estudo, retornando, por fim, ao concreto, dessa vez como uma realidade estruturada e relacionada com a experiência do sujeito social (LAKATOS; MARCONI, 2000, p. 95).

A pesquisa se caracteriza como uma pesquisa aplicada e qualitativa, posto que trata da representação de uma situação da realidade vivenciada pelas crianças da faixa etária considerada no estudo e não envolverá a quantificação de dados, tampouco o seu tratamento estatístico.

Ainda, a pesquisa corresponde a uma pesquisa exploratória, porquanto se realizou um estudo preliminar do objeto de estudo – jogos digitais, em particular os jogos digitais educacionais –, com o intuito de familiarizar-se com o fenômeno investigado e possibilitar o subsequente desenvolvimento do aplicativo proposto.

### 1.3.2 Procedimentos Metodológicos

A metodologia utilizada no desenvolvimento do trabalho teve seu início a partir da definição do problema e da solução proposta.

Definido o problema, realizou-se a coleta do referencial bibliográfico relacionado à pesquisa em livros, periódicos, artigos científicos e sítios da Internet, sendo apresentados o conceito, histórico e características dos jogos digitais e dos jogos digitais educacionais. Foram abordados aspectos relacionados ao uso de técnicas de Inteligência Artificial na construção de jogos digitais educacionais.

Ainda, buscou-se aplicações que têm o propósito de ensinar enquanto divertem, principalmente por aplicações que faziam o uso de alguma técnica de Inteligência Artificial.

A partir do conhecimento adquirido por meio das pesquisas, foram definidas as regras do jogo por meio do *document design*, o qual serviu para a implementação do jogo.

Por fim foram feitos testes para avaliar a implementação da aplicação.

## **1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO**

Este trabalho de conclusão de curso foi dividido em 5 capítulos.

No Capítulo 1, o trabalho foi introduzido e problematizado, sendo apresentados os objetivos gerais e específicos, o escopo e a metodologia da pesquisa.

O Capítulo 2 apresenta a fundamentação teórica que serve de base para o desenvolvimento do projeto. Nele foram estudados os jogos, jogos digitais, demonstrando o conceito, a história, o mercado dos jogos digitais, os gêneros existentes e as ferramentas de apoio para o desenvolvimento de jogos. Ainda também foram apresentados conceitos de jogos educacionais e as vantagens destes. Também foram abordadas técnicas de inteligência artificial e conceitos de nutrição.

O Capítulo 3 examina algumas ferramentas que têm foco no ensino e aprendizagem e uma comparação com a ferramenta proposta.

O Capítulo 4 apresenta o projeto do jogo proposto com a elaboração do *game design*, onde são expostas as regras do jogos digital e algumas definições relacionadas ao tema da pesquisa. Além disso também foi documentada a implementação da aplicação.

O Capítulo 5 destina-se às considerações finais.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta a fundamentação teórica do trabalho. Na fundamentação teórica serão abordados assuntos relativos a jogos, jogos digitais de propósito geral e educacionais, assim como técnicas de Inteligência Artificial utilizadas no desenvolvimento de jogos digitais.

### 2.1 JOGOS

Em uma visão mais geral do termo, jogo é uma atividade complexa devido a grandeza do campo de estudo o qual o mesmo se insere. Neste sentido Huizinga (2000) caracteriza o jogo como uma atividade lúdica e alheia ao cotidiano, como a capacidade de envolver o jogador na fantasia criada:

Numa tentativa de resumir as características formais do jogo, poderíamos considerá-lo uma atividade livre, conscientemente tomada como "não-séria" e exterior à vida habitual, mas ao mesmo tempo capaz de absorver o jogador de maneira intensa e total. É uma atividade desligada de todo e qualquer interesse material, com a qual não se pode obter qualquer lucro, praticada dentro de limites espaciais e temporais próprios, segundo uma certa ordem e certas regras. Promove a formação de grupos sociais com tendência a rodearem-se de segredo e a sublinharem sua diferença em relação ao resto do mundo por meio de disfarces ou outros meios semelhantes. (Huizinga, 2000, p.16)

Crawford (1984) vincula a ideia de arte na definição de um jogo, sendo a arte algo projetado para evocar emoção através da fantasia, gerando emoções e influenciando a mente das pessoas. Este tipo de vínculo é bem natural, uma vez que o ato de jogar geralmente produz emoção no jogador. Neste contexto, o jogo pode ser caracterizado como forma de arte.

Já Clark (2002) entende o jogo como uma atividade entre dois ou mais decisores que procuram atingir determinados objetivos, em uma mesma limitação de contexto. A definição convencional é de que o jogo é um contexto com regras entre adversários que tentam conquistar objetivos.

Uma definição mais atual pode ser encontrada no dicionário Michaelis (2012), “onde o jogo seria uma brincadeira, divertimento, folguedo. Passatempo, em que de ordinário se arrisca dinheiro, ou outra coisa. Divertimento ou exercício de crianças, em que elas fazem prova da sua habilidade, destreza ou astúcia.”.

Apesar das diversas definições de jogos, estes apresentam características comuns, nos quais sejam Santaella e Feitoza (2009):

- Um jogo é uma atividade livre;

- O jogador tem consciência de que é um ambiente fictício;
- Há um espaço de tempo definido;
- Espera-se a imersão e seriedade na execução da atividade por parte do jogador;
- Os jogos têm objetivos, metas e finalidades; e
- Os jogos têm regras e uma certa ordem.

## 2.2 JOGOS DIGITAIS

Os jogos construídos com suporte tecnológico ou computacional são conhecidos como jogos eletrônicos, jogos digitais ou *games*.

Nesta era da informação, os jogos digitais ganharam espaço importante na vida de crianças, jovens e adultos, pois o desenvolvimento de novas tecnologias faz com que modifiquem as estruturas sociais e a maneira de agir dos seres humanos. Dentro deste cenário, os vídeo-games possuem um destaque, pois englobam vários eixos teóricos de pesquisa, sendo assim analisado, por exemplo, como um fenômeno de cultura, arte, estética, linguagem. (SANTAELLA; FEITOZA, 2009).

Sob a ótica de Schuytema (2008), um jogo eletrônico é uma atividade lúdica formada por decisões e ações que resultam em um estado final. Estas decisões e ações estão limitadas por um conjunto de regras e por um ambiente, que no mundo dos jogos digitais, são executadas por um programa de computador. O ambiente contextualiza as ações e decisões do jogador, fornecendo a ambientação adequada à narrativa do jogo, enquanto as regras definem o que pode e o que não pode ser realizado, bem como as consequências das ações e decisões do jogador. Além disso, as regras fornecem dificuldades a fim de desafiar ou impedir o jogador de alcançar os objetivos estabelecidos.

Ainda, de acordo com Battaiolla (2000), o jogo eletrônico é formado de três partes: trama, motor e interface interativa. A trama define o enredo, o tema, os objetivos do jogo e a ordem no qual os acontecimentos aparecem. O motor do jogo é o mecanismo que controla a reação do ambiente, às ações e decisões do jogador, efetuando as alterações de estado neste ambiente. Já a interface interativa permite a comunicação entre o jogador e o motor do jogo, prove um caminho de entrada para as ações do jogador e um caminho de saída para as respostas audiovisuais referentes às mudanças do estado do ambiente.



Gee (2004) define que jogo digital é um tipo de jogo baseado na relação do indivíduo (jogador) com a máquina por meio de comandos, onde a máquina pode ser um console (como videogame), computador, celular ou outro tipo de tecnologia.

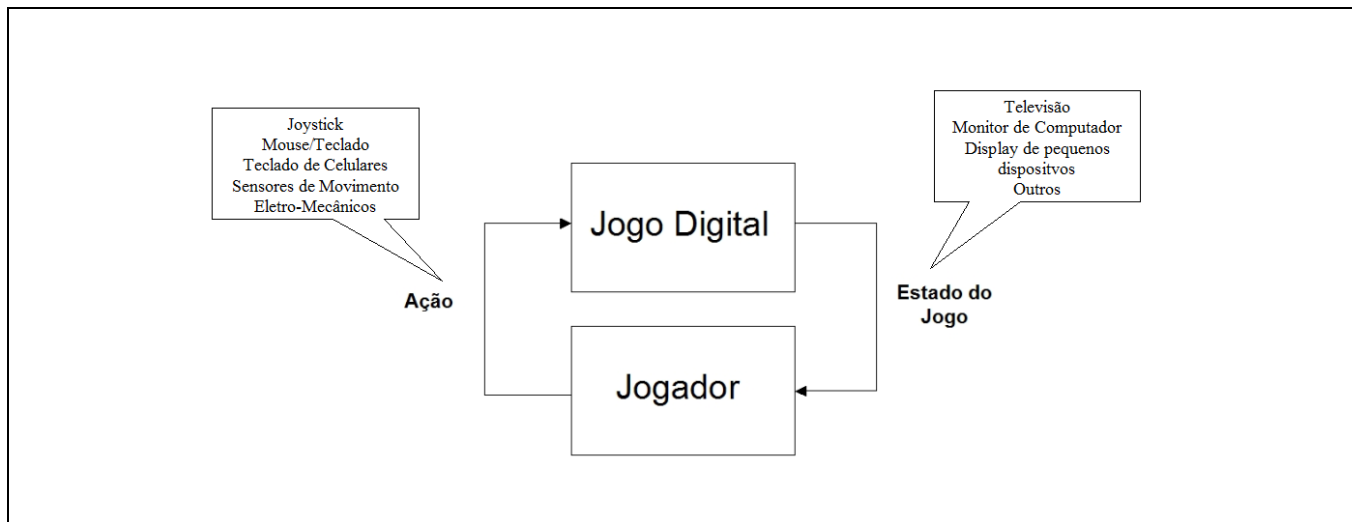


Figura 1. Entrada e saída de um sistema que caracteriza um jogo digital.

Fonte: Adaptado de Gee (2004).

A Figura 1 demonstra a interação do jogador com a máquina, sendo que a ação aplicada pelo jogador pode ser realizada através de *mouse*, teclado, teclado de celulares, sensores de movimento eletromecânicos ou outros tipos de controles, enquanto que o estado do jogo é apresentado em dispositivos visuais, como o monitor de computador, o *display* de pequenos dispositivos e a televisão (GEE, 2004).

### 2.2.1 Origem

A origem dos jogos eletrônicos é recente, sendo decorrente dos constantes avanços tecnológico das últimas décadas.

O precursor dos jogos digitais na história foi o “*Spacewar!*”, um jogo onde duas pessoas controlavam dois tipos diferentes de espaço-nave que deveriam se enfrentar. Esse jogo foi desenvolvido por um estudante do MIT (*Massachusetts Institute of Technology*), Steve Russell, em um computador PDP-1 em 1961 (DEMARIA & WILSON, 2004). A Figura 2 ilustra a interface do *Spacewar!* e o computador utilizado em sua execução.

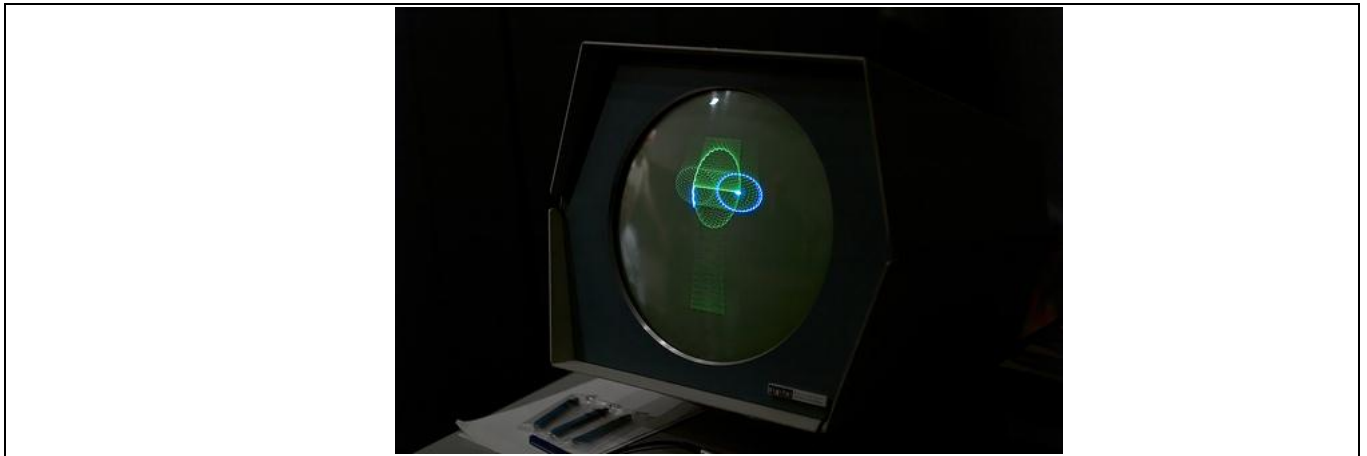


Figura 2. Spacewar! sendo processado no computador PDP-1

Fonte: Spacewar (2012).

A história dos jogos eletrônicos teve seu início no final da década de 40, nas universidades, laboratórios e instalações militares. Nos ambientes militares os *games* eram oferecidos aos recrutas para distrai-los dos rigores de seus treinamentos. No ambiente acadêmico ajudava no relaxamento dos pesquisadores entre suas tarefas tradicionais de pesquisa (NOVAK, 2010).

Na década de 50 dois segmentos surgiram no setor de *games* eletrônicos e que se desenvolveram em paralelo, destaca Novak (2010). Uma vertente iniciou-se quando Marty Bromley, que cuidava das salas de *games* em bases militares, comprou máquinas eletromecânicas e lançou a SEGA (iniciais de *Service Games*). Este segmento transformou-se no setor de máquinas de game operadas por moedas. A versão eletrônica desses *games* de fliperama mais popular transformou-se posteriormente na atual indústria de console de videogame. O outro setor, liderado por professores e alunos de universidades, era voltado para os *games* de computadores executados em *mainframes* (NOVAK, 2010).

Por outro lado, o primeiro contato do público com os jogos eletrônicos não se deu por meio dos consoles de *games* domésticos ou com os computadores pessoais, mas por meio das casas de fliperama. A Figura 3 demonstra este ambiente, onde eram convenientemente posicionadas pertos das escolas e áreas residenciais, as quais ficavam lotadas repletas de adolescentes (NOVAK, 2010).



Figura 3. Casas de fliperama.

Fonte: Rotheblog (2012).

A massificação dos *games* nos ambientes residenciais começou a partir da década de 70. Na época, os jogos de fliperama foram portados para videogames domésticos, assim como adaptados para os computadores pessoais. A expansão do uso de computadores domésticos contribuiu para o declínio das casas de fliperama e ameaçou o segmento de consoles. Assim como hoje, eram desenvolvidos computadores com recursos específicos para jogos, como o Apple II e o Commodore 64 (Figura 4), ainda comercializado (NOVAK, 2010).



Figura 4. Computador doméstico lançado pela Commodore.

Fonte: Commodore (2012).

Em 1980 a empresa Namco, por meio de Toru Iwatani, lançou o jogo *Pac-Man* (Figura 5), atraindo um mercado muito mais diversificado e eliminando, em parte, o tema dos “tiros” que predominavam na maiorias dos *games*. Com mais de 300 mil unidades vendidas tornou-se o mais popular de todos os tempos (NOVAK, 2010).



Figura 5. O *Pac-Man* é um dos *games* mais populares de todos os tempos.

Fonte: Novak (2010).

Atualmente, os jogos eletrônicos podem ser encontrados nos lares, lojas de entretenimento, em *cyber* cafés, etc. Na sua maioria, compreendem um fenômeno da cultura digital, do tempo atual, pois podem causar sensações como medo, apreensão, dúvida fascínio, prazer e êxtase. São assim caracterizados por serem empregados nas mais diversas formas nos treinamento de habilidades motoras, na reabilitação física ou com fins educacionais pedagógico (MENDES, 2006).

### 2.2.2 Mercado

Atualmente a indústria dos jogos eletrônicos e dos vídeos *games*, ultrapassou o faturamento do mercado de cinema, sendo considerada a maior indústria de entretenimento do mundo. Segundo InfoEscola (2011):

No final do ano de 2009, o setor de videogames e jogos registraram faturamento de US\$ 5,29 bilhões no mês de dezembro nos EUA. A menos de dez anos antes, esse número era equivalente ao faturamento num único ano. A partir desses dados, o mercado de games passou a ser visto mais atrativo do que a indústria do cinema.

Segundo Novak (2010), em uma pesquisa realizada pela ESA (*Entertainment Software Association*) em uma pesquisa anual em 2006, os fatores levantados na pesquisa foram as vendas, fatores demográficos e padrões de uso, de onde se obtêm:

- 69% dos chefes de família nos Estados Unidos jogam *games* eletrônicos regularmente.
- Os jogadores adultos começam a jogar com aproximadamente 12 anos.
- Um usuário gasta em torno de 6,5 horas semanais jogando.
- Quase um terço dos consumidores de jogos eletrônicos joga pelo menos três gêneros distintos de *games*.

Um ponto interessante a destacar é que, ao contrário do que se costumava pensar, jogo eletrônico não é mais diversão somente para criança. Uma pesquisa realizada pela Associação de Consumo de Eletrônicos, dos Estados Unidos, revelou que os adultos jogam mais que os adolescentes (KOPPE, 2007).

No mesmo sentido, uma pesquisa realizada por Lee (2006) identificou que, no ano de 2006, a idade média dos jogadores era de 33 anos. Esta estatística mostra que o videogame, anteriormente era considerado entretenimento apenas de crianças e adolescentes, e está atingindo um público cada vez mais amplo e que é, portanto, um importante instrumento de lazer para diversas faixas etárias.

O desenvolvimento deste setor faz com que estes investimentos sejam cada vez mais altos, e, conseqüentemente a disputa comercial dessas indústrias, deixam mais acirradas. Afinal, a expectativa é que o público interessado nestes produtos aumente ainda mais e que surjam novas pessoas aficionadas por este tipo de divertimento. No Brasil, apesar de existir um forte mercado para esta indústria, o desenvolvimento do setor é barrado principalmente por questões tributárias, diferente de países como Estados Unidos, Japão e Reino Unido, cujas populações representam os grandes mercados consumidores deste entretenimento (RAHAL, 2006, p. 3).

De acordo Costa (2012), em uma pesquisa feita pela revista *Época Negócios*, em maio de 2011, estima-se que no Brasil haja 35 milhões de jogadores. Isso lhe garantiria o quinto lugar do ranking mundial em numero de jogadores.

Empresas do setor afirmam que o mercado brasileiro movimenta cerca de dois bilhões de dólares ao ano. É possível que mais de 80% do público brasileiro ainda consuma jogos piratas. Contudo o mercado nacional fidelizou seu público de tal forma, que há quem diga que mesmo com os prejuízos que a pirataria causa, não são suficientes para fechar os caminhos de lucros neste segmento. (COSTA, 2012)

Para 2014 prevê-se um crescimento de 25% sobre a receita planejada de 750 milhões de 2011, ou seja, 1 bilhão. A expectativa de crescimento nos próximos três anos é baseada na cifra de 22% que o setor viu desde 2008, quando movimentou 550 milhões (COSTA, 2012).

### 2.2.3 Gênero

Não há um consenso na literatura quanto à classificação dos jogos em categorias, de modo que os autores não consideram, necessariamente, os mesmos critérios. De uma maneira mais generalizada, a classificação dos jogos digitais é realizada através do agrupamento dos tipos de jogos que apresentam ou obedecem, respectivamente, a características e critérios similares (RIBEIRO *et al*, 2008).

Já para Novak (2010), os gêneros dos *games* são categorias baseadas em uma combinação de características, como tema, ambiente, apresentação/formato na tela, perspectiva do jogador e estratégia do jogo.

Crawford (*apud* RIBEIRO *et al*, 2008) propõe a divisão dos tipos de jogos em dois grandes grupos, ação e estratégia. Os jogos de ação seriam aqueles que na maior parte do tempo desafiam as habilidades motoras do jogador, fazendo o usuário reagir a partir de estímulos áudio visuais. Por outro lado, nos jogos de estratégia podem ser encontrados naqueles que enfatizam o uso de habilidades cognitivas, demandando maior tempo e esforço para serem completados.

Battaiola (2000) defende uma ideia mais atualizada para a classificação dos jogos digitais distribuindo os em oito grupos, quais sejam os de estratégia, simuladores, aventura, infantil, passatempo, RPG, esporte educacional. Não exclui, no entanto, a possibilidade de um jogo digital estar incluído em mais de uma categoria.

Para Novak (2010), a classificação dos games não está relacionada com a história, ou enredo ou a ambientação, mais sim como o *game* é jogado, seu estilo, e apresenta os seguintes tipos: ação, aventura, ação-aventura, cassino, quebra-cabeça, RPG, simulação e estratégia.

#### **2.2.4 Ferramenta de apoio no desenvolvimento**

Em jogos digitais, as ferramentas que apoiam o seu desenvolvimento são conhecidas como motores ou *engines*, os quais são constituídos por módulos de softwares que contemplam computação gráfica, inteligência artificial, sonorização entre outras (BITTENCOURT & OSORIO, 2006).

Neste sentido, o motor de um jogo é integrado por diferentes componentes, que englobam gráficos 2D, modelos 3D e animações, áudio, interfaces com dispositivos de E/S, assim como recursos de rede, o que permite ao desenvolvedor um enorme ganho de tempo e reaproveitamento de código (BITTENCOURT & OSORIO, 2006).

A seguir serão apresentados algumas *engines* estão disponíveis no mercado atual de desenvolvimento de jogos.

##### **Jmonkey**

É uma *engine* para o desenvolvimento de jogos, segundo o *site* oficial (<http://www.jmonkeyengine.com/>) feita especialmente para criar jogos em 3D com os padrões tecnológicos modernos. O software é programado inteiramente e desenvolvido em Java, destinado à ampla acessibilidade e implantação rápida.

Trata-se de uma biblioteca – que está na versão 3.0 –, e que disponibiliza código de forma livre, sendo dirigida por uma comunidade de desenvolvedores. É utilizada por alguns estúdios de jogos, assim como por universidades.

##### **UDK**

O *Unreal Development Kit* (UDK) (<http://www.udk.com/>) é uma ferramenta para a criação de jogos 3D, produzida pela Epic Games. A UDK usa o UnrealScript, linguagem de programação orientada a objeto com características especiais para o desenvolvimento do jogos.

A *engine* permite uso gratuito, desde que o jogo não seja comercializado. Para a comercialização de jogos, a Epic Games possui um contrato de licença comercial baseado no tamanho da empresa.

### ***Tiled Map Editor***

Outra uma ferramenta capaz de auxiliar na criação de um jogo é o *Tiled Map Editor*. De acordo com o *site* oficial (<http://www.mapeditor.org>), a ferramenta é um editor de mapa de propósito geral que utiliza a técnica de *tile*, correspondendo a um software livre desenvolvido na linguagem C++ para trabalhar com diversos motores de jogo.

O *site* informa a possibilidade de utilização de formas ortogonais (formas que simulam a posição perpendicular com o cenário) e isométricas (formas que são representadas diagonalmente, fazendo que a proporção do *tile* seja mantida), além de aplicação de camadas. As opções de saída dos arquivos que a ferramenta gera são para motores de *games* no formato JSON, TMX, LUA, MAP e WLK. A ferramenta ainda possibilita a geração da imagem do cenário.

A Figura 6 demonstra a criação de um cenário de um jogo utilizando a ferramenta.

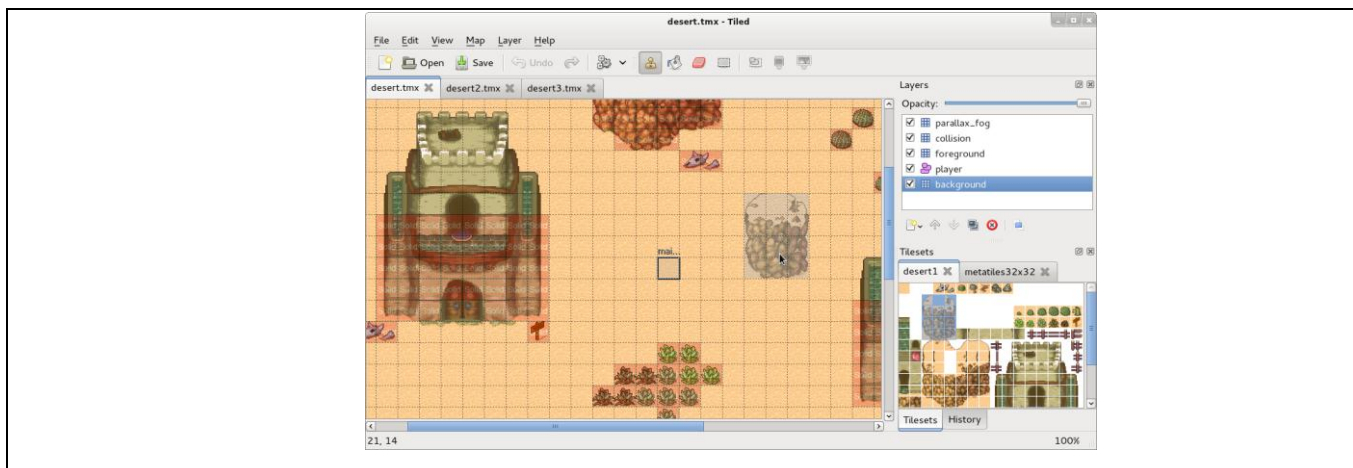


Figura 6. Demonstração do uso da ferramenta.

Fonte: Tiledmap (2012).



## 2.3 JOGOS DIGITAIS EDUCACIONAIS

Há poucos anos os jogos digitais tinham como principal objetivo o entretenimento das pessoas. Entretanto essa visão já está sofrendo alterações. Neste sentido, os jogos educacionais (do inglês, *Game Based Learning* ou GBL), também conhecidos como *serious games* ou jogos sérios, têm como objetivo instruir e educar os jogadores sobre algum tema ou conceito, além de proporcionar entretenimento e diversão (GOULART, 2011).

Segundo Silveira(1999, p.15):

Os jogos educativos computadorizados são elaborados para divertir os alunos e aumentar a chance na aprendizagem de conceito, conteúdos e habilidades embutidos no jogo. Um jogo computadorizado pode proporcionar ao aluno um ambiente de aprendizagem rico e complexo. As características que tornaram os jogos educativos computadorizados intrinsecamente motivadores são o desafio, a fantasia e a curiosidade.

De acordo com Novak (2010), os jogos educativos são aqueles criados para ensinar enquanto distraem, baseando-se na aquisição de conhecimento ao jogar, envolvendo geografia, matemática, leitura, enfim, uma infinidade de áreas do conhecimento podem ser aplicadas nos jogos digitais.

Conforme Silveira (1999, p.52):

[...] os jogos podem ser empregados em uma variedade de propósitos dentro do contexto de aprendizado. Um dos usos básicos e muito importantes é a possibilidade de construir-se a autoconfiança. Outro é o incremento da motivação. [...] um método eficaz que possibilita uma prática significativa daquilo que está sendo aprendido. Até mesmo o mais simplório dos jogos pode ser empregado para proporcionar informações factuais e praticar habilidades, conferindo destreza e competência.

De acordo com Wei (2010), a evolução dos jogos educacionais se inicia a partir da década de 60, quando os desenvolvedores voltam as suas atenções para os videogames comerciais. Até a década de 80, os pesquisadores começaram a prestar atenção no potencial educacional dos videogames, estudando como conseguiam motivar os jogadores. No final da década de 1990, com o desenvolvimento da tecnologia computacional e de rede, a pesquisa não se restringiu apenas aos videogames, mas foi estendida ao campo de jogos eletrônicos e de jogos online em grande escala.

Novak (2010) cita um exemplo de um jogo educacional para crianças desenvolvido na década de 90, o *Math Blaster*, que auxiliava no ensino da matemática para as crianças. Naquela época os jogos eram desenvolvidos especificamente para fins pedagógicos e tinham como público alvos as crianças. No *Math Blaster* (Figura 6), o cenário do jogo é o espaço sideral e sua proposta é trabalhar as operações elementares de matemática através de cálculo mental, sendo destinado para crianças da 1ª a 6ª série.

Para Battaiola (2000), os jogos educacionais e de treinamento podem envolver características de qualquer tipo de jogo (estratégia, simuladores, aventura, esportes e etc.). O que os diferencia é que levam em conta em seu desenvolvimento a jogabilidade, critérios didáticos e pedagógicos associados aos conceitos que buscam estudar, tentando, de todas as formas, criar o jogo com características e informações da vida real, fazendo que se possa simular, da melhor maneira possível, cenários e situações da realidade abordada.



Figura 7. O *Math Blaster* foi um dos primeiros *games* educativos da década de 90.

Fonte: Novak (2010).

Atualmente são encontrados diversos jogos educacionais computacionais destinados a ensinar conceitos difíceis de serem compreendidos pelo fato de não existirem atividades práticas possíveis de serem feitas em uma sala de aula, tais como radioatividade, energia elétrica, navegação, dentre outros (TAROUCO *et al.* 2004).

De acordo com Prensky (2007), para proporcionar um jogo educacional de qualidade, deve-se focar na ideia de dois mundos diferentes: o mundo sério e o mundo do entretenimento. O mundo do ensino sério é o que ocorre em escolas e treinamentos. Daí, a importância de que o projeto de um jogo

deva atender às necessidades educacionais para o qual foi projetado. Já o entretenimento se faz necessário para tornar o jogo prazeroso e, assim despertar o interesse do jogador.

Segundo Pádua (2008), existem diversas áreas nas quais, os jogos educacionais podem ser usados, tais como:

- Crianças podem aprender o alfabeto e a leitura utilizando o computador;
- Utilização de jogos on-line e multiusuários no ensino de política eleitoral, geografia, entre outros;
- Corretores de bolsas de valores podem aprimorar suas habilidades utilizando simuladores;
- Militares podem utilizar simuladores para treinar seus soldados em um campo de batalha virtual;
- Estudo de anatomia humana, possibilitando a revisão e inúmeras repetições até completa fixação dos detalhes; e
- Estudo da farmacologia por graduandos em todos os seus aspectos poderia deixar de ser monótona, se o conteúdo fosse apresentado em forma de jogos interativos.

Enfim, os jogos podem ser alinhados para produzir conhecimento para as pessoas. No próximo tópico serão demonstradas as vantagens, que estes tipos de jogos podem produzir.

### **2.3.1 Vantagens de Jogos Educacionais**

Segundo Prensky (2007), os jogos educacionais promovem diversas melhorias, como:

- Motivação para ensino e estudo de assuntos e conteúdos difíceis de ensinar ou treinar. Isso porque são extremamente tediosos, monótonos ou extremamente complicado, ou ambos;
- Grupos de professores experientes, aliados a desenvolvedores de jogos poderão trabalhar juntos para desenvolver e trocar experiências que mudarão o comportamento de pessoas através da utilização de jogos; e

- Diminuição dos custos e elevação do conhecimento das pessoas (adultos e crianças) de uma maneira nova e atrativa.

Já para Passerino (1998), os jogos podem propiciar, entre outros, os seguintes desenvolvimentos:

- Memória (visual, auditiva, cinestésica);
- Orientação temporal e espacial (em duas e três dimensões);
- Coordenação motora visiomaneira (ampla e fina);
- Percepção auditiva;
- Percepção visual (tamanho, cor, detalhes, forma, posição, lateralidade, complementação);
- Raciocínio lógico-matemático;
- Expressão linguística (oral e escrita); e
- Planejamento e organização

Brincando e jogando, a criança terá oportunidade de desenvolver capacidades indispensáveis a sua futura atuação profissional e social, tais como afetividade, o hábito de permanecer concentrada e outras habilidades perceptuais e/ou psicomotoras (AGUIAR, 1998).

Neste norte, os jogos educacionais contribuem para o desenvolvimento cognitivo e social da criança, caracterizando um recurso pedagógico importante para a educação infantil. Entretanto, para que o aprendiz seja estimulado a utilizar o jogo é necessário que os desenvolvedores tornem os jogos atrativos, o que pode ser alcançado com utilização da Inteligência artificial.

Entretanto Melo (2010) reforça que os jogos devem ser cuidadosamente escolhidos para que consigam de fato ser uma boa ferramenta no processo de ensino. Estas ferramentas devem abordar e focar as capacidades e habilidades que ajudam os alunos a absorverem melhor os conteúdos levando-os a um raciocínio superior (abstrato, lógico e crítico).

## 2.4 JOGOS DIGITAIS E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

A Inteligência Artificial vem se tornando uma realidade – e até mesmo indispensável –, em certos jogos digitais (PERUCIA, 2005). É um recurso muito aplicado em jogos eletrônicos, sendo que alguns elementos do jogo podem exibir certo nível de inteligência, impondo um desafio ao jogador.

De acordo com Osório *et al.* (2007), técnicas de Inteligência Artificial encontram aplicação no desenvolvimento de jogos para tarefas como resolução de problemas, planejamento de trajetórias, controle de agentes autônomos, entre outras.

Os jogos digitais podem usar em seus códigos, tanto algoritmos de alta complexidade quanto algoritmos mais simples, dependendo do tipo de problema que se pretende resolver (PERUCIA, 2005).

Atualmente existem diversas técnicas utilizadas para implementar Inteligência Artificial em jogos digitais, dentre as quais podem ser relacionadas a máquina de estados finitos, os sistemas baseados em regras, as redes neurais, e os algoritmos de busca. Essas técnicas serão apresentadas na sequência.

### 2.4.1 Máquina de estados finitos

Conforme Karlsson (2006), a máquina de estados finitos (*Finite State Machines* – FSMs) é uma das técnicas mais comuns e mais largamente utilizadas para representar comportamentos dos personagens em um jogo.

Uma máquina de estados finitos é basicamente composta por um conjunto de estados e um conjunto de regras de transição entre estes estados (que usualmente refletem algum evento no mundo do jogo). O uso deste modelo de representação e controle do comportamento de agentes consiste, basicamente, em representar, através dos estados, as ações possíveis ao agente, de forma que as regras de transição representem as condições que, ao serem satisfeitas, determinarão o estado do agente (KARLSSON, 2006).

Estes autômatos são capazes de representar o comportamento inteligente dos NPCs (*Non-Playable Character*), personagem não jogável, definindo uma sequência de estados e condições para a transição de um estado para outro e, simulando, com isso, a execução aparentemente coerente de ações (OSÓRIO *et al.*, 2007). A Figura 8 ilustra uma aplicação de FSA no jogo Pac-Man.

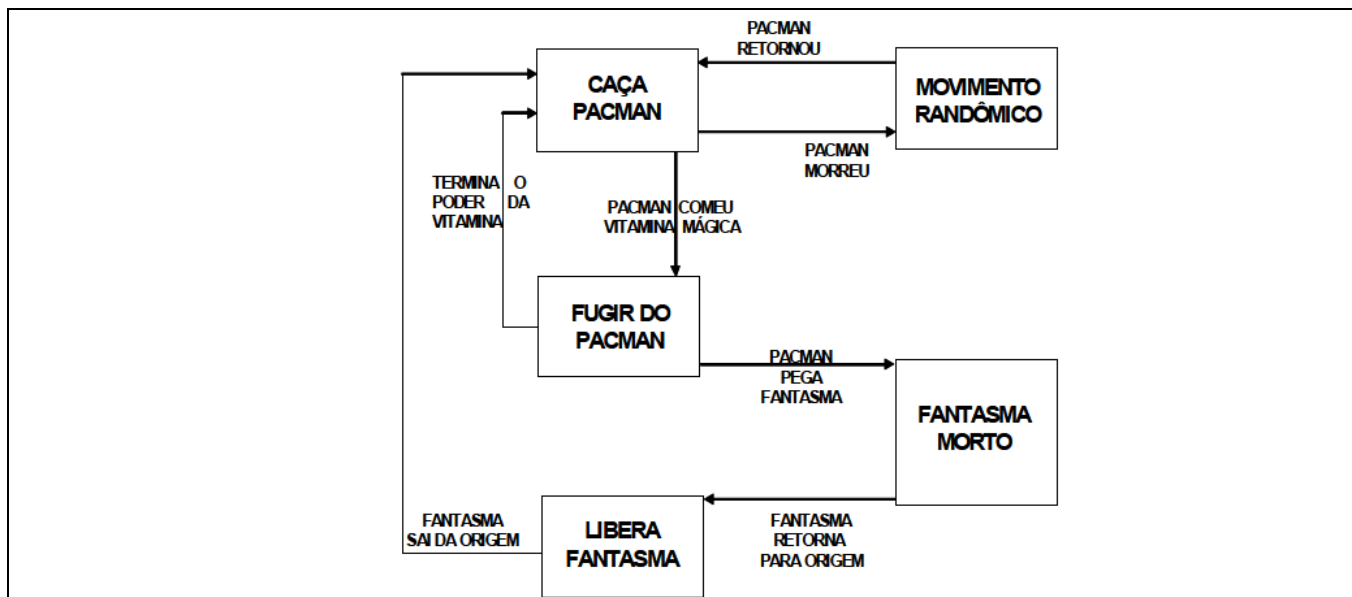


Figura 8. Exemplo de um autômato (FSA).

Fonte: Osório *et al.* (2007).

A Figura 8 demonstra o uso do autômato, que decompõe o comportamento do fantasma no jogo do Pac-Man. Cada retângulo representa os estados possíveis do jogo e as setas representam as ações do agente.

A execução do autômato encontra-se inicialmente em um estado inicial. Para cada interação, as regras de transição que deixam o estado corrente são verificadas. Se alguma ação for disparada, a transição é então realizada, e o estado de chegada passa a ser o estado corrente. As ações associadas ao estado serão, então, executadas pelo agente, e assim sucessivamente (KARLSSON, 2006).

Buckland (2005) aponta algumas vantagens de se utilizar esta técnica:

- **Facilidade e rapidez:** diversidade de formas para programar uma máquina finita de estados.
- **Facilidade de depurar:** se por um acaso um autômato estiver com um comportamento anormal, o código pode ser facilmente depurado, rastreando pelo seus estados.
- **Intuitivo:** os estados são interpretados de maneira similar ao pensamento humano.

- **Flexibilidade:** um agente pode ser facilmente ajustado e evoluído em um projeto de jogo digital, podendo receber novos estado e condições.

Uma desvantagem deste tipo de técnica inteligência artificial é de que as ações se tornam repetitivas quando uma determinada condição é atendida, o que torna as ações previsíveis. (KARLSSON, 2006).

## 2.4.2 Sistema Baseado em Regras

Alguns fenômenos não são fáceis de serem modelados em termos de estados e transições. Assim uma outra forma de representação de comportamento muito utilizada em jogos são os sistemas baseados em regras (*Rule Based Systems* - RBSs), também conhecidos por sistemas especialistas, pois são mais flexível que a abordagem puramente estímulo-resposta (KARLSSON, 2006).

Ribeiro *et al*, (2006) define um sistema baseado em regras como um conjunto de regras, geralmente estruturadas como cláusulas do tipo “se... então”, que, ao serem processadas uma a uma pelo motor de execução, procurarão reproduzir a forma natural como se dá o raciocínio de um ser humano detentor do conhecimento específico relevante ao problema.

Já Karlsson (2006) define um RBS como sendo um sistema baseado em regras onde a inteligência é definida de por meio de um conjunto de parâmetros (variáveis) e um conjunto de regras que trabalham sobre estes parâmetros, de modo que durante a tomada de decisão estas regras são processadas. Ainda, as regras têm um formato onde a condição da regra representa um conjunto de cláusulas condicionais sobre as variáveis e a conclusão representa uma ação a ser executada pelo agente. As condições são ligadas por conjunções lógicas (conectivos E e OU).

<p><b>SE</b> (distância do inimigo &lt; 50 <b>E</b> saúde do agente &gt; 50)  <b>ENTÃO</b> atacar o inimigo</p>
---

Figura 9. Sistema baseado em regras simples.

Fonte: Karlsson (2006).

A Figura 9 demonstra um exemplo de uma regra e uma hipótese de saída, que busca simular um jogo de guerra.

De acordo com Ribeiro *et al* (2006), embora RBSs apresentarem certas vantagens, podem necessitar de muito espaço em memória e muito poder de processamento. Ainda, em algumas situações, podem se tornar extremamente difíceis de depurar.

### **2.4.3 Algoritmo de Busca**

Segundo Perucia *et al.* (2005), o uso de Inteligência Artificial para resolver problemas de buscas, está bem difundido na área de jogos digitais. Alguns exemplos de uso destas técnicas são em jogos de damas, xadrez e paciência.

Esta técnica pode ser utilizada para jogos em que as entidades procuram os melhores caminhos para atingir os seus objetivos e definir as melhores soluções para uma jogada. Nestes tipos de jogos deve haver um algoritmo que gere caminhos de um ponto para outro (PERUCIA *et al.*, 2005).

#### **Algoritmo Minimax**

Este algoritmo é muito utilizado para resolver problemas de tabuleiro, e consiste em realizar uma busca em profundidade das possíveis jogadas no espaço de estados. Nos casos de jogos com adversários, deve-se considerar a participação do oponente (OSÓRIO *et al.* 2007).

Segundo Perucia *et al.*(2005), o algoritmo utiliza uma função para calcular as próximas possíveis jogadas do jogador, baseando-se nas possíveis entradas do computador. Para cada possível jogada, é atribuído um valor, que depois é utilizado para tomar a melhor jogada. Assim, o algoritmo consiste em varrer as possibilidades em profundidade de jogada para que se possa efetuar a melhor escolha, montando uma árvore de decisões. A cada interação, as árvores de decisões são atualizadas.



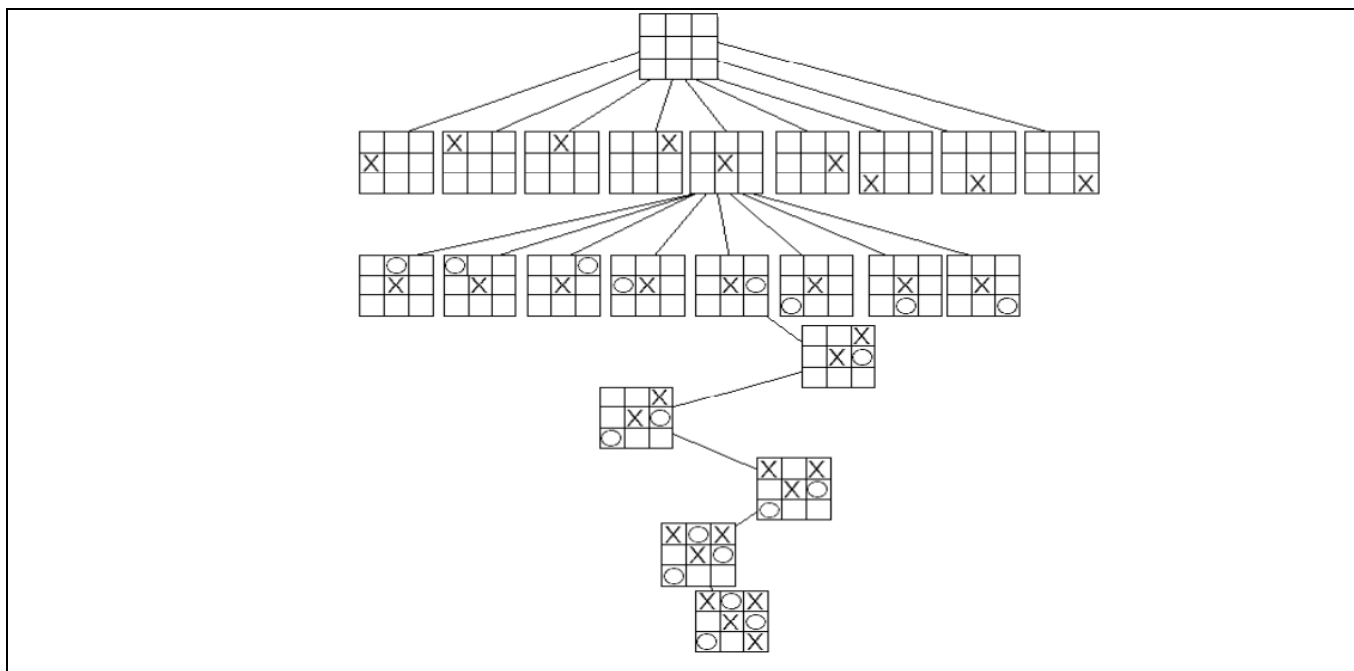


Figura 10. Algoritmo de busca de soluções.

Fonte: Osório *et al.* (2007).

A Figura 10 demonstra as possibilidades do jogo da velha. O algoritmo MiniMax calcula a decisão MiniMax a partir do estado corrente, utilizando computação recursiva simples dos valores MiniMax de cada estado sucessor (OSÓRIO *et al.*, 2007).

Outros tipos de jogos de tabuleiro, como o xadrez ou damas também podem utilizar este tipo de técnica de inteligência artificial.

### Algoritmo A-Star (A\*)

De acordo com Perucia *et al.* (2005), este tipo de técnica, também conhecido com *path finding*, é utilizado em jogos de estratégia nas situações em que os personagens devem procurar o melhor caminho para se deslocar no cenário.

O A-Star (A\*) é muito empregado no desenvolvimento de jogos digitais, utilizando uma função de heurística que determina a qualidade de cada um dos estados possíveis, também chamados de nodos, por meio de uma estimativa de custo da melhor rota para o destino. O custo determina a qualidade do nodo (PERUCIA *et al.*, 2005).

Conforme Osório *et al.* (2007), este algoritmo permite que um único agente defina sua trajetória de um ponto de origem até uma posição de destino, desviando dos obstáculos conhecidos (estáticos) que estão presentes no mapa do ambiente.

Assim, a ideia inicial do A\* é a soma de dois custos a fim de compor a heurística aplicada na restrição do espaço de busca (direcionamento da busca), compondo uma função  $f(x) = g(x) + h(x)$  (OSÓRIO *et al.*, 2007).

A primeira parte da função,  $g(x)$ , é custo do caminho a ser percorrido, ou seja, é quanto custa para o agente se mover para o nó em questão. Por exemplo, na Figura 11 o custo de caminho do nó S para o nó A é de três unidades. Este custo pode estar representando qualquer propriedade consumida pelo agente, como por exemplo tempo, equipamentos, distância, combustível gasto ou outros.

A segunda função que compõe a heurística,  $h(x)$  é o custo estimado até o destino, que no caso da Figura 12 está representado pela distância absoluta (em linha reta) de cada nó até o objetivo final (OSÓRIO *et al.*, 2007).

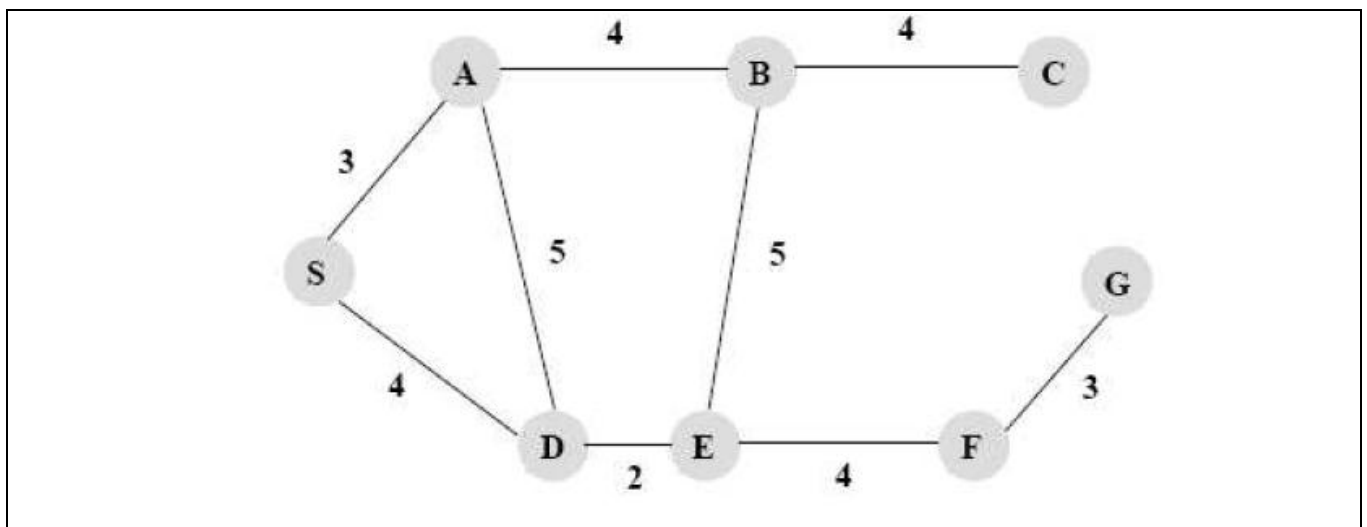


Figura 11. Custo do Caminho.

Fonte: Osório *et al.*, (2007).

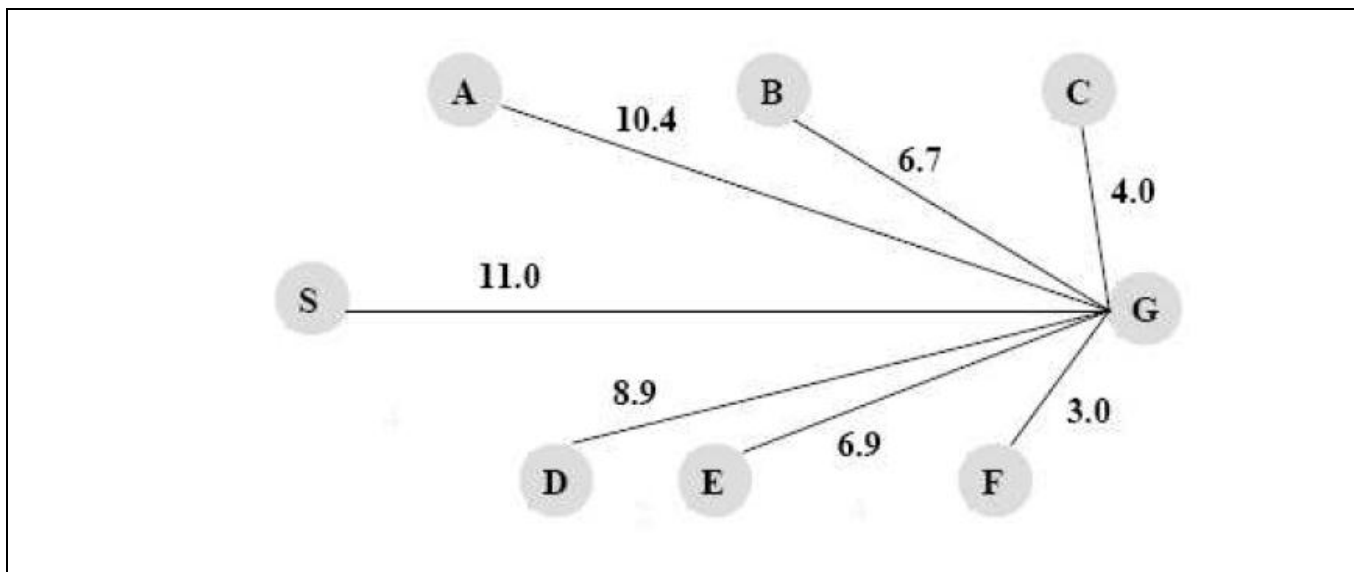


Figura 12. Custo estimado nós.

Fonte: Osório *et al.* (2007).

A heurística base do A\* é a soma do custo de caminho (já percorrido) com o custo estimado do caminho (que ainda falta percorrer), dando como resultado um custo total estimado para alcançar o nó em questão.

Segundo Fujita (2005), a utilização do A\* em jogos se faz com a divisão do terreno de um cenário ou mapa em pequenos quadrados (ladrilhos) de igual tamanho, sendo que cada ladrilho é considerado um nó no grafo. A distância total a ser percorrida no *pathfinding* corresponde ao número de ladrilhos percorridos pela unidade do ponto (estado) inicial ao final.

Ainda Fujita (2005) relata que alguns mapas possuem certas características como rampas, relevo acidentado, muros, armadilhas, entre outras. Pode-se adaptar o algoritmo para estes problemas, adicionando custos para atravessar tais empecilhos à função custo de um dado ladrilho.

Entretanto, apesar da possibilidade de operação no desenvolvimento de jogos digitais o A\* possui algumas limitações. Em geral, sua complexidade é exponencial, e o algoritmo pode consumir rapidamente grande volume de armazenamento, uma vez que precisa guardar todos os nós explorados (TATAI, 2003).

## 2.4.4 Redes Neurais Artificiais

As Redes Neurais Artificiais receberam essa denominação, pois possuem uma estrutura de nós ligados uns aos outros que tenta simular cérebros biológicos, como o do homem, que possui uma malha de ligações entre os bilhões de neurônios, dando origem a uma rede neural (SOUZA, 2010).

A Figura 13 demonstra um exemplo de um modelo de uma Rede Neural Artificial (RNA). Nesta rede neural artificial, conexões entre os neurônios fazem uso de uma variável chamada peso. A função de soma acumula os dados recebidos de outros neurônios e a função de transferência, também conhecida de função de ativação, processa a função soma e determina a sua ativação.

Segundo Ribeiro *et al.*, (2006), as redes neurais artificiais estão basicamente divididas em três camadas: a primeira camada é a de entrada, outra camada é a intermediária (que pode ser opcional) e a última é a camada de saída.

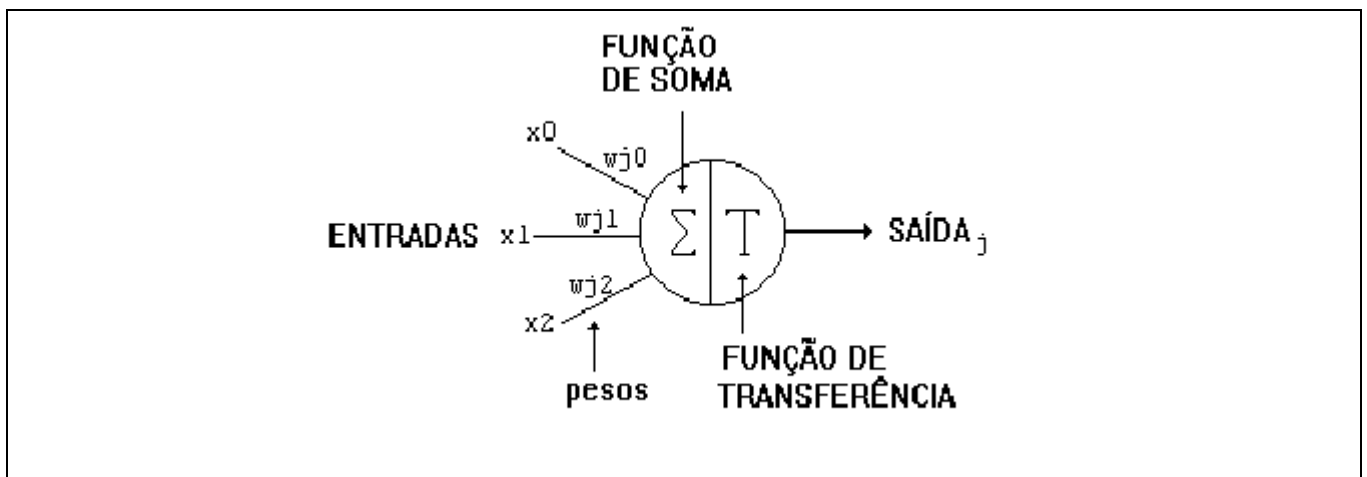


Figura 13. Rede Neural Artificial.

Fonte: Adaptado de Ribeiro *et al.* (2006).

Existem também três tipos de arquiteturas de RNAs (RIBEIRO *et al.*, 2006):

- Redes *feedforward* de uma única camada: consiste em uma camada de entrada e uma camada de saída, onde a propagação do sinal ocorre apenas da entrada para a saída.
- Rede *feedforward* de múltiplas camadas: possuem uma ou mais camadas intermediárias. A saída da camada intermediária é utilizada como entrada para a camada seguinte.

- Redes recorrentes: são os tipos de rede que possuem pelo menos um laço realimentando a saída de neurônios para outros neurônios da rede (conexão cíclica).

A aprendizagem das RNAs é uma das importantes qualidades dessas estruturas, sendo a camada com o processo de ajuste de parâmetros livres da rede através de um mecanismo de apresentação de estímulos ambientais, conhecidos como padrões (ou dados) de entrada ou treinamento (RIBEIRO *et al.*, 2006).

De acordo com Bourg e Seeman (2004), as redes neurais artificiais conferem vantagens aos desenvolvedores de jogos, simplificando as ligações de uma máquina de estado ou diminuindo as condições de um sistema baseado em regras.

Embora as redes neurais possuam vantagens, pode-se destacar problemas para o uso destas técnicas. Um deles é que, apesar de serem eficientes comparativamente na resolução de problemas complexos, não apresentam o mesmo desempenho para resolver problemas simples. Outro problema é a dificuldade de prever as situações que uma rede neural artificial irá gerar como saída, especialmente se estiver configurada para aprender ou se adaptar dentro do jogo (BOURG; SEEMAN, 2004).

## 2.5 NUTRIÇÃO

A nutrição corresponde a um conjunto de processos por meio dos quais o organismo capta e transforma os alimentos de que precisa para assegurar sua manutenção, desenvolvimento orgânico normal e produção de energia. É um processo involuntário e inconsciente e uma das propriedades fundamentais dos seres vivos (PORTAL DA EDUCAÇÃO, 2012).

Já World Health Organization (2012, n.p.1) define nutrição como sendo:

Nutrição é a ingestão de alimentos, tendo em conta as necessidades alimentares do corpo. Uma boa nutrição - uma dieta adequada e equilibrada combinada com atividade física regular - é a "pedra fundamental" de uma boa saúde. A má nutrição pode levar à redução da imunidade, aumento da suscetibilidade a doenças, prejudicando o desenvolvimento físico e mental e redução da produtividade.

Segundo o *site* Info Escola (2012), as crianças necessitam de todos os nutrientes presentes em uma pirâmide alimentar – carboidratos, lipídios, proteínas, vitaminas e minerais – de modo que cada um deles possui uma função específica para o desenvolvimento do organismo.

Ainda, para uma alimentação adequada faz-se necessário refeições regulares. O *site* Alimentação Saudável (2012) demonstra os tipos de alimentos recomendados para crianças (Tabela 1).

Já o *site* Info Escola (2012) destaca alguns alimentos que devem ser evitados de maneira exagerada e aumentar o consumo de certos tipos de alimentos:

- Evitar o consumo de alimentos industrializados;
- Evitar o consumo de refrigerantes e sucos artificiais;
- Aumente o consumo de frutas, verduras e legumes;
- No horário do recreio dê preferência aos sanduíches naturais, salada de frutas, iogurte, barra de cereal e sucos naturais; e
- Substitua doce e guloseimas por frutas, bolachas sem recheio ou mesmo uma barrinha de cereal.

Tabela 1. Alimentos recomendados para crianças

<b>Grupo de alimentos</b>	<b>Importante para</b>	<b>Exemplos</b>
<b>Hidratos de Carbono Amiláceos</b>	Energia, fibras, vitaminas e minerais	Pão (de todos os tipos), cereais, bolos e bolachas, massas, arroz e batatas.
<b>Frutas e Legumes (5 doses diárias)</b>	Vitaminas e minerais, incluindo vitamina C, vitamina A e fibras	Todos os frutos e legumes em todas as formas (purés, sumos, crus e cozinhados)
<b>Leite e Produtos Lácteos</b>	Proteínas, hidratos de carbono, cacão, vitaminas e outros minerais	Uma variedade de lactícínios - leite, queijos curados e amanteigados, iogurtes
<b>Carne, Peixe e outras alternativas</b>	Proteínas, ferro, vitaminas e outros minerais	Carnes vermelhas, aves, fígado, carnes transformadas, peixe, ovos, feijão e leguminosas

Fonte: Adaptado de ALIMENTAÇÃO SAUDÁVEL (2012).

Os nutricionistas lembram que as crianças podem consumir doces, salgadinhos e alimentos industrializados. Contudo, estes alimentos devem ser consumidos com moderação e nunca substituir as refeições (INFO ESCOLA, 2012).

A Tabela 2 demonstra os alimentos, selecionados por uma nutricionista, que foram inseridos no jogo e os benefícios destes tipos de alimentos no desenvolvimento de crianças de 6 a 10 anos.

Tabela 2. Alimentos Benefícios.

<b>Alimento</b>	<b>Características</b>	<b>Benefício</b>
Morango	Carboidratos	fonte de energia, fornece energia para células e cérebro
Maça	Carboidratos	fonte de energia, fornece energia para células e cérebro
Pera	Carboidratos	fonte de energia, fornece energia para células e cérebro
Banana	Carboidratos	fonte de energia, fornece energia para células e cérebro
Laranja	Carboidratos	fonte de energia, fornece energia para células e cérebro
Macarrão	Carboidratos	fonte de energia, fornece energia para células e cérebro
Cenoura	Vitamina A	melhora o sistema imunológico
Salada	Vitamina A	melhora o sistema imunológico
Frango	Proteínas	melhora o sistema imunológico
Pão	Carboidratos	fonte de energia, fornece energia para células e cérebro
Melancia	Carboidratos	fonte de energia, fornece energia para células e cérebro
Pimentão	Vitamina C, vitamina A, cálcio, fósforo e ferro.	fonte de energia, fornece energia para células e cérebro
Suco	Carboidratos	fonte de energia, fornece energia para células e cérebro
Tomate	Zinco	crescimento e formação do sistema imunológico
Uva	Carboidratos	fonte de energia, fornece energia para células e cérebro

Já os alimentos não saudáveis, também foram selecionados por uma nutricionista e estão relacionados ao ganho de peso e prejudiciais para o coração, cérebro, estômago, dentre outras partes do corpo.

Os alimentos foram incluídos no jogo como sendo ruins foram o sorvete, o refrigerante, o refrigerante *diet*, o hambúrguer, o chocolate, a batata frita, o cachorro quente, as tortas doces e a pizza.

Conforme Nunes e Breda (2000), os objetivos da educação alimentar destinada às crianças são as seguintes:

- Criar atitudes positivas face aos alimentos e à alimentação;
- Encorajar a aceitação da necessidade de uma alimentação saudável e diversificada;
- Promover a compreensão da relação entre a alimentação e a saúde; e
- Promover o desenvolvimento de hábitos alimentares saudáveis.

De acordo com Oliveira, Fietz e Carvalho (2010), a nutrição balanceada é de essencial importância para o desenvolvimento físico e intelectual de uma criança, sendo imprescindível para o bom funcionamento do organismo.



### 3 TRABALHOS RELACIONADOS

Nesta seção serão apresentados jogos correlatos com o trabalho proposto no capítulo anterior, demonstrando algumas características das ferramentas como, área de atuação, público alvo, técnicas de inteligência artificial, entre outras.

#### 3.1 TRÍADE – REVOLUÇÃO FRANCESA

O Tríade é um jogo de Aventura com traços de *Role Playing Game* (RPG), no modo single player, que tem o objetivo de envolver alunos e professores de História no universo da Revolução Francesa (MATTAR, 2010).

O cenário do jogo se passa no século XVIII, em meio a Revolução Francesa abrangendo o período de 1774 a 1793. O jogo apresenta uma história fictícia de Jeanne de Valois, filha de um revolucionário Henri de Valois. O jogo tem um estilo *adventure* com elementos de RPG e apresenta bifurcações, entre os papéis do conde Henri Valois e, principalmente, de Jeanne Valois, a qual terá que decidir entre o apoio aos jacobinos ou aos girondinos (MATTAR, 2010).

Segundo Mattar (2010), o jogo intercala a exploração do ambiente da Revolução Francesa e a realização de missões com escolhas que determinam o fluxo da história.

O jogo possui algumas características que demonstram alguns traços marcantes. Uma delas é que o jogo exige por parte do jogador bastante leitura; outra característica é de que os cenários do jogo procuram reproduzir o ambiente da época, como roupas e objetos. A Figura 14 demonstra o cenário do jogo, com objetos do século XVIII.

O público alvo do jogo foi estipulado para os alunos do oitavo ano até a segunda série do ensino médio, sendo que a sua plataforma de execução é em desktop para Linux e Windows, com somente um único usuário *single player*. Dentro de suas nove fases não há uma variação das dificuldades (BASTOS, 2009).



Figura 14. Demonstra o cenário do jogo.

Fonte: Bastos (2009).

Para o desenvolvimento do jogo, o grupo de desenvolvedores optou pela *engine* Torque Game Engine (TGE), um motor em linguagem C++ de baixo custo direcionado para desenvolvimento de jogos de pequeno e médio porte e para entidades educacionais, mas que não permite o desenvolvimento de jogos *open source* (BASTOS, 2009).

### 3.2 KINBLE - EM BUSCA DO CONHECIMENTO

De acordo com Oliveira *et al.* (2011), Kinble é um ambiente educativo que visa promover o conhecimento aos estudantes nas matérias lecionadas no ensino médio. Seu objetivo é ensinar de forma muito mais atraente e divertida as matérias da prova de vestibular.

O personagem principal do jogo é um robô – que também leva o nome de Kinble – o qual decidiu voltar ao planeta terra, pois era o último robô de seu modelo no satélite em que vivia. O ambiente em que Kinble aterrissa é uma ilha e, para sobreviver na ilha, precisa buscar conhecimentos para sobreviver, através de questões que lhe são submetidas. A cada acerto ele tem a chance de pegar um número considerável de moedas, para acumular riquezas (OLIVEIRA *et al.*, 2011).

A pontuação adquirida através das moedas é mostrada ao final do aplicativo, o que classifica os jogadores quanto ao desempenho no jogo. Quanto às perguntas, quando elas são respondidas corretamente, os pontos são contabilizados em um ranking, que é ordenado pela pontuação de cada usuário (OLIVEIRA *et al.*, 2011).

O jogo foi desenvolvido em 3D, o que faz com que a ferramenta desperte o entusiasmo e o interesse dos jogadores envolvidos, visto que o seu público alvo envolve jovens e crianças, as quais se divertem, em sua maioria, em jogos eletrônicos com este tipo de requinte visual (OLIVEIRA *et al.*, 2011).

O sistema possui três módulos, os quais têm funções distintas. Os módulos são classificados em aluno, professor e administrador. A Figura 15 demonstra a arquitetura do sistema.

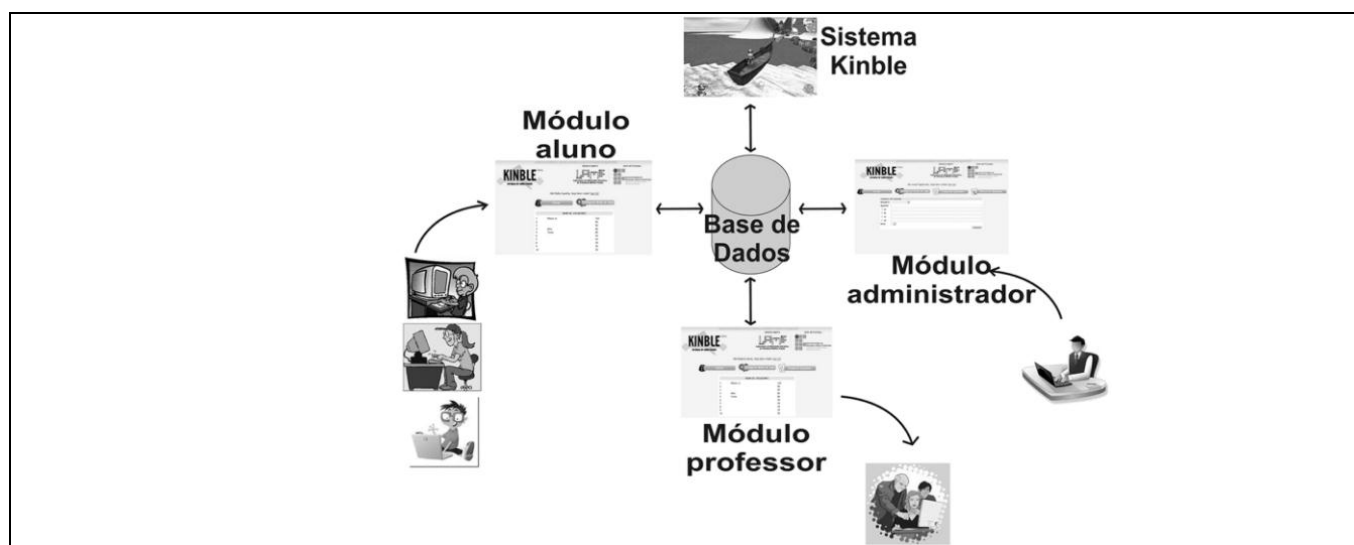


Figura 15. Arquitetura do game Kinble.

Fonte: Oliveira *et al.* (2011).

No **módulo aluno** primeiramente é necessário fazer um cadastro no jogo e selecionar as disciplinas na qual se deseja responder as perguntas do quiz.

Já o **módulo professor** tem acesso a toda a parte de cadastro das questões e a visualização do ranking dos alunos. Esta classificação é baseada na pontuação das questões respondidas pelos alunos.

Ainda, o **módulo administrador** monitora todos os dados inseridos pelos outros módulos, de forma a organizar e controlar os mesmos.

### 3.3 REVOLTA DA CABANAGEM

Outro exemplo de *game* educacional é o jogo da Cabanagem, que foi desenvolvido pelo laboratório de Realidade Virtual (LaRV) da Universidade Federal do Pará.

Segundo Mattar (2010), o *game* explora a Revolta da Cabanagem, movimento da história do Brasil que pôs o povo no poder do estado do Pará, na década de 1830. O jogador assume diversos personagens que foram líderes do movimento, tomando decisões em relação a seus soldados, equipamentos, instalações e estratégias para alcançar suas metas.



Figura 16. Tela inicial do *game*.

Fonte: Mattar (2010).

A Figura 16 apresenta a tela inicial do jogo, o qual possibilita a imersão do aluno em um ambiente similar ao qual ocorreu a revolta da cabanagem.

O jogo está dividido em três fases vinculadas com os acontecimentos ocorridos na revolução (MATTAR, 2010):

- Período pré-revolucionário (1821 a 1823): abrange as missões conhecer Belém, fundar jornal O Paraense e promover a fuga de Batista Campos.
- Explosão do Conflito Armado (outubro de 1834): abrange o início da luta armada e a Batalha de Arcará com a intercalação de diversos personagens e a variação entre a ação e a estratégia.
- Tomada do Poder (7 de janeiro de 1835): abrange a missão da tomada do poder em Belém, em que o jogador assume o papel de Angelim.

O fim do jogo acontece após a morte do Governador Lobo de Souza.



Figura 17. Ilustra o mapa do jogo.

Fonte: Mattar (2010).

A composição do jogo é rica em recursos como inventários, orientações e objetivos, mostrados em um mini mapa como pode ser visualizado na Figura 17, e que também mostra a direção em que o jogador se move. O jogo tem uma narração em voz, acompanhada por texto (RIBEIRO *et al.*, 2008).

Para o desenvolvimento do jogo foi escolhida a plataforma Windows. Foi criado a sua própria *engine*, chamada de CabanEngine, motor compilado em C++ com o apoio da *engine* Ogre3D e de outras bibliotecas de áudio, como FMOD e OpenAL (MATTAR, 2010).

### 3.4 CALANGOS ENSINO ECOLOGIA E EVOLUÇÃO

O jogo Calangos simula um ambiente ecológico real relativo às Dunas do rio São Francisco. O objetivo final do jogo é possibilitar ao estudante um ambiente com realismo, permitindo uma compreensão adequada dos processos ecológicos e evolutivos (OLIVEIRA *et al.*, 2010).

Trata-se de um jogo de simulação e ação com visualização 3D em primeira ou terceira pessoa, desenvolvido com base na *engine* Panda3D, no qual o jogador controla um lagarto de uma entre três das espécies endêmicas da região: *Tropidurus psammonastes*, *Cnemidophorus*, e *Eurolophosaurus divaricatus* (OLIVEIRA *et al.*, 2010).



Figura 18. Cenário do jogo.

Fonte: Oliveira *et al.* (2010).

A Figura 18 demonstra o cenário do jogo onde os estudantes podem viver as experiências de um lagarto em um cenário que simula as Dunas do Rio São Francisco.

De acordo com Oliveira *et al.* (2010), o Calangos é um jogo eletrônico educativo que funciona como ferramenta de apoio ao ensino e aprendizagem de ecologia e evolução, para crianças do ensino médio. Assim, o jogo não trata da exposição direta de conteúdos a serem aprendidos pelo estudante-jogador, mas de aprendizagem decorrente da experiência na tentativa de resolver situações de possíveis problema.

O jogo educacional foi desenvolvido em quatro fases (OLIVEIRA *et al.*, 2010):

- Primeira fase, o estudante-jogador atuará como o personagem principal, um lagarto, cujo objetivo é sobreviver, desenvolver-se e reproduzir-se com sucesso.
- Segunda fase o estudante-jogador deverá construir um lagarto a partir de um gerador de características, podendo trabalhar, assim, a relação entre morfologia, biomecânica e sucesso na sobrevivência e reprodução.
- A terceira fase passa-se do nível do organismo individual para o nível das populações, colocando o estudante-jogador na condição de atuar como uma população inteira de uma das espécies de lagartos. O problema colocado será, então, o de manter a população num tamanho em equilíbrio dinâmico, após um processo inicial de crescimento populacional.

- A quarta e última fase envolve uma passagem do tempo ecológico para o tempo evolutivo, sendo colocado para o estudante-jogador não somente o desafio de manter os números de uma população de lagartos, mas de lidar com sua evolução ao longo de várias gerações.

O jogo é disponibilizado nas plataformas Windows e Linux (OLIVEIRA *et al.*, 2010).

De acordo com Oliveira *et al.* (2010), os resultados obtidos com o jogo permitem concluir que o jogo é capaz de motivar os estudantes, engajando-os ativamente na compreensão dos conteúdos trabalhados.

### 3.5 JOKENPO

JoKenPo é um jogo de ação, que utiliza a brincadeira conhecida como pedra-papel-tesoura. O jogador assume um destes papéis e o seu objetivo é percorrer por um labirinto e eliminar todos os seus oponentes, seguindo as regras de que a pedra elimina tesoura, a tesoura elimina papel e o papel elimina pedra. A Figura 19 demonstra o cenário do jogo (PERUCIA *et al.*, 2005).



Figura 19. JoKenPo.

Fonte: Perucia *et al.* (2005).

No jogo existem dois tipos de personagens: aqueles que são controlados pelo jogador e os que são controlados pela aplicação da técnica de inteligência artificial (PERUCIA *et al.*, 2005).



Uma característica do agente é a capacidade de encontrar rotas no labirinto. Independente da sua posição, sempre estará procurando o melhor caminho para alcançar o seu objetivo que é destruir o seu oponente, utilizando, para tanto, o algoritmo A\* (PERUCIA *et al.*, 2005).

### 3.6 ANÁLISE COMPARATIVA

Nesta seção, apresenta-se a análise comparativa dos trabalhos selecionados na Tabela 3, caracterizando-os a partir das seguintes regras: finalidade, gráfico, jogabilidade, utilização de Inteligência Artificial, público alvo e tecnologia.

Tabela 3. Análise comparativa do estado da arte

Característica	Tríade	Kinble	Revolta da Cabanagem	Calangos	JoKenPo	Jogo Proposto
<b>Finalidade do Jogo</b>	Educacional	Educacional	Educacional	Educacional	Diversão	Educacional
<b>Gráfico</b>	Detalhado	Detalhado	Detalhado	Detalhado	Simples	Simples
<b>Utiliza IA</b>	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim
<b>Público Alvo</b>	13 – 16 anos	15 – 18 anos	13 – 16 anos	15 – 17 anos	Geral	6 – 10 anos
<b>Tecnologia</b>	C++	WEB	Ogre3D, Cegui, Fmod, PhysX	Panda3D e C++	Não Encontrado	Java
<b>Referência</b>	<a href="http://www.comunidadevirtuais.pro.br/triade/">http://www.comunidadevirtuais.pro.br/triade/</a>	<a href="http://www.iopomba.ifsudestemg.edu.br/dcc/lamif/publicacoes/kimble.pdf">http://www.iopomba.ifsudestemg.edu.br/dcc/lamif/publicacoes/kimble.pdf</a>	<a href="http://www.lavr.ufpa.br/index.php?r=jogo_cabanagem">http://www.lavr.ufpa.br/index.php?r=jogo_cabanagem</a>	<a href="http://calangos.sourceforge.net/">http://calangos.sourceforge.net/</a>	<a href="https://sites.google.com/site/nologygames/jokenpo">https://sites.google.com/site/nologygames/jokenpo</a>	

### 3.7 CONSIDERAÇÕES

A comparação dos jogos ajudou para a melhor compreensão dos jogos digitais educacionais e suas aplicações.

A Tabela 2 apresentou uma comparação entre as ferramentas estudadas, relacionando algumas características observadas. Percebeu-se que os jogos digitais têm, em sua maioria, o propósito de promover o ensino e a aprendizagem. Os gráficos são bem detalhados e possuem, em geral, crianças e jovens como público alvo. No que tange ao uso de técnicas de Inteligência Artificial, somente as ferramentas Jokenpo e o jogo proposto utilizam(rão).



A principal linguagem de programação para o desenvolvimento dos jogos, considerando as ferramentas estudadas, foi o C++. O motivo para a escolha do Java para implementar o jogo proposto ocorreu em razão do maior domínio desta linguagem de programação.

## 4 DESENVOLVIMENTO

Neste capítulo é exposto o projeto do desenvolvimento do trabalho, apresentando-se a visão geral do sistema, o *Document Design* do jogo digital e o detalhamento da implementação.

### 4.1 VISÃO GERAL DO SISTEMA

Este trabalho propôs o desenvolvimento de um jogo digital educacional, na área de nutrição, para crianças de 6 a 10 anos de idade. Para implementar a ferramenta, foi utilizada a linguagem de programação Java 7 e a IDE eclipse, na versão Juno. Não foram utilizadas bibliotecas de terceiros.

O jogo proposto tem como objetivo o ensino nutricional e se enquadra como um jogo de ação, para a WEB.

### 4.2 DOCUMENT DESIGN

Nesta sessão será apresentada a documentação de todas as características que formam este projeto deste jogo, tanto do ponto de vista conceitual quanto tecnológico, sendo o documento também conhecido de GDD (*Game Document Design*).

#### 4.2.1 Visão geral do jogo

##### Conceito de Jogo

O jogo proposto foi desenvolvido como resultado parcial do Trabalho de Conclusão do Curso de Ciência da Computação. O jogo teve como foco o aprendizado do jogador, que irá controlar um personagem a procura de alimentos recomendados para a faixa etária proposta, fugindo do oponente maldoso. O teclado é utilizado para controlar o personagem. O jogador passa de fase quando captura todos os alimentos recomendados dispostos no cenário.

##### Características do jogo

- Controle da direção do personagem é através do teclado;

- Em cada fase do jogo, os alimentos ocupam posições diferentes no cenário e foram selecionados de acordo com a faixa etária proposta;
- A movimentação do oponente é realizada por meio de técnicas de Inteligência Artificial, com o algoritmo A\*;<sup>6</sup> e
- Os inimigos não possuem posição fixa e no decorrer das fases as suas posições serão aleatoriamente geradas

### **Gênero**

O gênero do jogo é ação.

### **Público alvo**

O público alvo do jogo digital educacional são crianças de 6 a 10 anos de idade.

### **Resumo do fluxo do jogo**

O jogo apresenta um menu inicial e o jogador seleciona as opções com as setas do teclado ou do mouse.

O controle do personagem é por meio do teclado com o uso das teclas direcionais, sendo que o jogador pode se movimentar horizontalmente e verticalmente. O jogador avança para a próxima fase se capturar todos os alimentos recomendados.

### **Visual e estilo do Jogo**

O jogo ocorre em um cenário, que lembra o clássico jogo Pac-Man.

### **Quantidade de fases**

O jogo desenvolvido possui 3 fases.

### **Número de níveis**

O jogo contém apenas três níveis: fácil, intermediário e difícil. Cada nível é caracterizada pelo diferente número de oponentes.

## **Objetos do Jogo**

No cenário do jogo há dois personagens e alimentos. Os personagens são o personagem principal, controlado pelo usuário, e outro, o oponente maldoso, que tem sua movimentação controlada pelo Algoritmo A\*.

Já os alimentos estão separados em dois tipos distintos: os alimentos saudáveis e os alimentos considerados não saudáveis.

## **Quantidade de NPC's**

Dependendo do nível de dificuldade e da fase do jogo, o número de oponentes aumentará ou diminuirá no cenário (1, 2 ou 3 oponentes, nas fases 1, 2 e 3 respectivamente).

### **4.2.2 Gameplay e mecânica do jogo**

#### **Como o jogo flui**

O jogo foi dividido em três fases. No início de cada fase, o personagem ocupa a posição central do cenário e os inimigos têm suas posições iniciais determinadas de forma aleatória.

Para se chegar ao final de cada fase é necessário que todos os alimentos recomendados sejam consumidos pelo personagem.

Sempre que um alimento não recomendado for capturado o personagem perde dez pontos por alimento consumido. Se for alcançado pelo oponente maldoso, o mesmo perde uma vida por alcance (personagem inicia com três vidas). Assim, perdendo as três vidas o jogo reinicia da fase atual.

#### **Objetivos**

O objetivo do jogo é conduzir o personagem para consumir todos os alimentos saudáveis espalhados pelo cenário, por todas as três fases do jogo. Os alimentos recomendados terão pontuação positiva e os alimentos não recomendados, pontuações negativas. Em cada fase do jogo os alimentos considerados essenciais para a faixa etária do público alvo foram indicados por uma nutricionista.

Para o usuário conseguir a pontuação máxima na fase é necessário que o personagem consuma somente os alimentos recomendados.

### **Física**

- O jogo foi implementado em duas dimensões;
- O personagem perde vida quando os oponentes maldosos o alcança.

### **Movimentação**

O jogador pode se mover pelo cenário em 4 direções (cima, baixo, esquerda e direita). A velocidade de movimentação dos personagens é constante, tanto para o personagem principal quanto dos oponentes. Os alimentos ficam estáticos no cenário.

### **Outras Movimentações**

O usuário navega nos menus através das setas do teclado e também por meio do mouse.

### **Interrupções de botões**

Não se aplica ao jogo.

### **Falando**

Não aplica ao jogo.

### **Lendo**

Não se aplica ao jogo.

### **Combate**

O personagem principal deve desviar dos inimigos maldosos enquanto pega os alimentos saudáveis, pois possuem pontuação positiva no jogo. Para isso, pode ser necessário que o jogador analise certos padrões de comportamentos dos inimigos.

### **Opções do jogo**

O nível de dificuldade (fácil, médio, difícil) selecionado influencia no número de inimigos dentro do cenário.

### **Progressão do Jogo**

Cada fase do jogo é caracterizada por um cenário diferente. Ao final de cada fase, a pontuação anterior segue para a fase seguinte, assim, mostrando o total geral dos pontos.

#### **4.2.3 Níveis**

O jogo tem três níveis de dificuldade: fácil, médio, difícil. A diferença entre os níveis é a quantidade de inimigos no cenário, que cresce com o aumento da dificuldade da fase.

#### **4.2.4 Interface**

O jogo tem uma interface simples e colorida, em razão da faixa etária do público alvo.

#### **4.2.5 Inteligência Artificial**

O jogo utiliza a técnica de busca do Algoritmo A\* para a movimentação dos inimigos dentro do cenário, apresentado no Capítulo 2.

#### **4.2.6 Técnico**

O jogo foi desenvolvido em linguagem Java Web 7, utilizando *applet*, em perspectiva ortogonal 2D. Não foram usadas bibliotecas externas para o desenvolvimento do jogo, ou seja, todos os recursos utilizados no jogo digital foram implementados no desenvolvimento do trabalho de conclusão de curso.

### **Mapa**

A criação do mapa e dos alimentos de cada fase do jogo foi realizada com o auxílio da ferramenta *Tiled Map Editor*, disponível em <http://www.mapeditor.org/>. A ferramenta é um editor de

mapa de propósito geral, que utiliza a técnica de *tile*, correspondendo a um software livre desenvolvido na linguagem C++.

### 4.3 DETALHAMENTO DO DESENVOLVIMENTO

Nesta sessão serão apresentados os detalhes do desenvolvimento do jogo digital educacional para a área nutricional, bem como os problemas e as respectivas soluções encontradas no decorrer do projeto.

#### Interface

O jogo se apresenta visualmente com cores vivas, com o objetivo de chamar a atenção do seu público alvo, em uma área de 1024 píxeis de largura e 640 píxeis de altura, no qual toda esta área é utilizada para a apresentação dos cenários, personagens e objetos do jogo. A tela contendo as informações do jogo está demonstrada na Figura 20.



Figura 20. Interface informações do jogo.

A Figura 20 apresenta a interface inicial, destacando informações que explicam o objetivo e o funcionamento do jogo digital educacional.



Figura 21. Menu do jogo.

Na Figura 21, é possível perceber os botões sobre a imagem de fundo, os quais determinam as ações básicas: O usuário terá de escolher entre uma delas.

O botão verde **Jogar** representa a ação do jogador de iniciar o jogo com as características padrão, o qual conduzirá o jogador para a primeira fase do jogo, no nível fácil.

Já o botão amarelo **Opções** representa que usuário quer personalizar o fluxo padrão do jogo, podendo escolher em qual nível de dificuldade quer jogar. O jogo possui três opções, sendo elas, fácil, média e difícil.

O botão vermelho **Sair** representa a ação abandonar o jogo.

A tela de menu de opções do jogo está demonstrada na Figura 21. Este menu de opções pode ser alcançado no jogo por meio da Figura 20, partindo da seleção do botão **Opções**.





Figura 22. Menu de opções do jogo.

A Figura 22 demonstra o menu de opções, onde é possível definir o nível de dificuldade do jogo. A partir desta escolha, o jogo flui para a primeira fase de acordo com o nível de dificuldade selecionado.

## Fases

O jogo está dividido em três fases, sendo que cada fase há um cenário diferente. Com a progressão do jogador dentre as fases, o nível de dificuldade do jogo vai aumentando, a partir do aumento do número de oponentes do personagem principal. As fases do jogo foram criadas com o apoio da ferramenta *Tiled Map Editor*, a qual teve a função ajudar na criação de cenários do jogos 2D (<http://www.mapeditor.org/>). As fases e as telas de menus do jogo foram elaboradas a partir da classe “GameCanvas”, a qual disponibiliza recursos para a manipulação de jogos digitais.

Em cada fase o número de personagens aumenta de acordo com a progressão no jogo. No nível fácil do jogo começa com um oponente no cenário da primeira fase; já na segunda fase o número de oponentes fica em dois e para a terceira fase são três oponentes.

No nível médio do jogo, na primeira fase começa com dois oponentes, na segunda fase o número de oponentes é três e na terceira fase, quatro oponentes.

Assim, no nível mais difícil do jogo, a primeira fase do jogo começa com três oponentes, a segunda com quatro e por fim, na última fase, cinco oponentes no cenário.

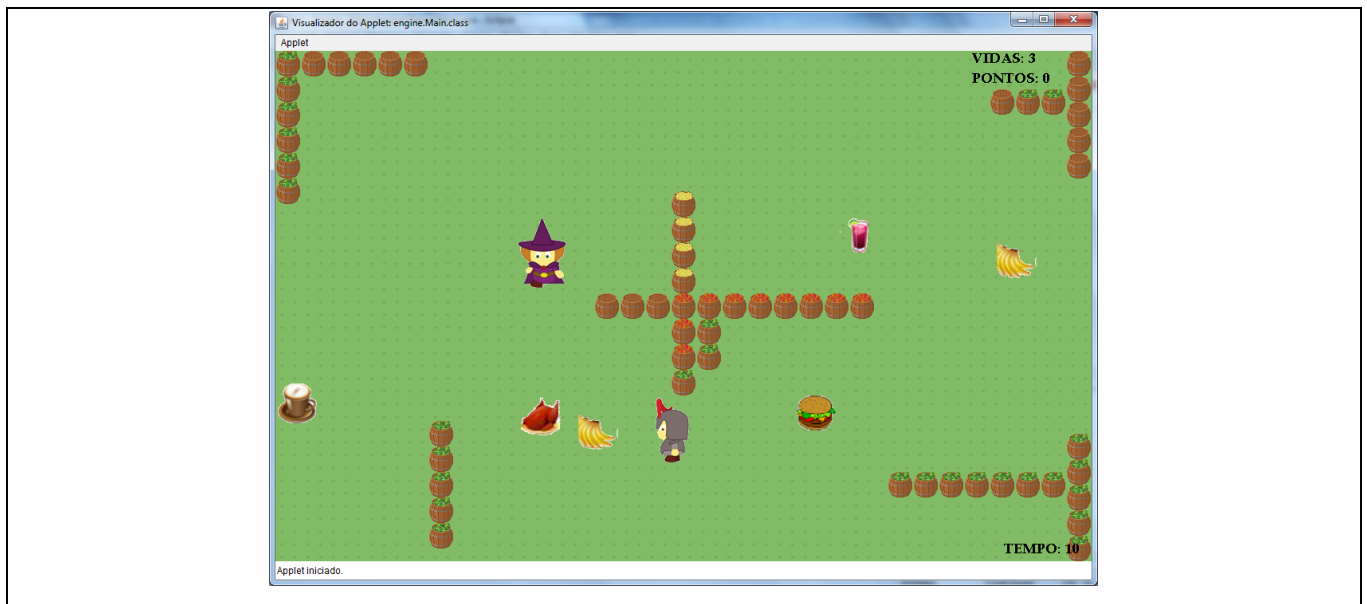


Figura 23. Primeira fase do jogo.

A Figura 23 apresenta o cenário da fase inicial do jogo, o personagem principal e o personagem oponente. Esta fase possui barris como obstáculos, os quais dificultam e impedem certas movimentações dos personagens.

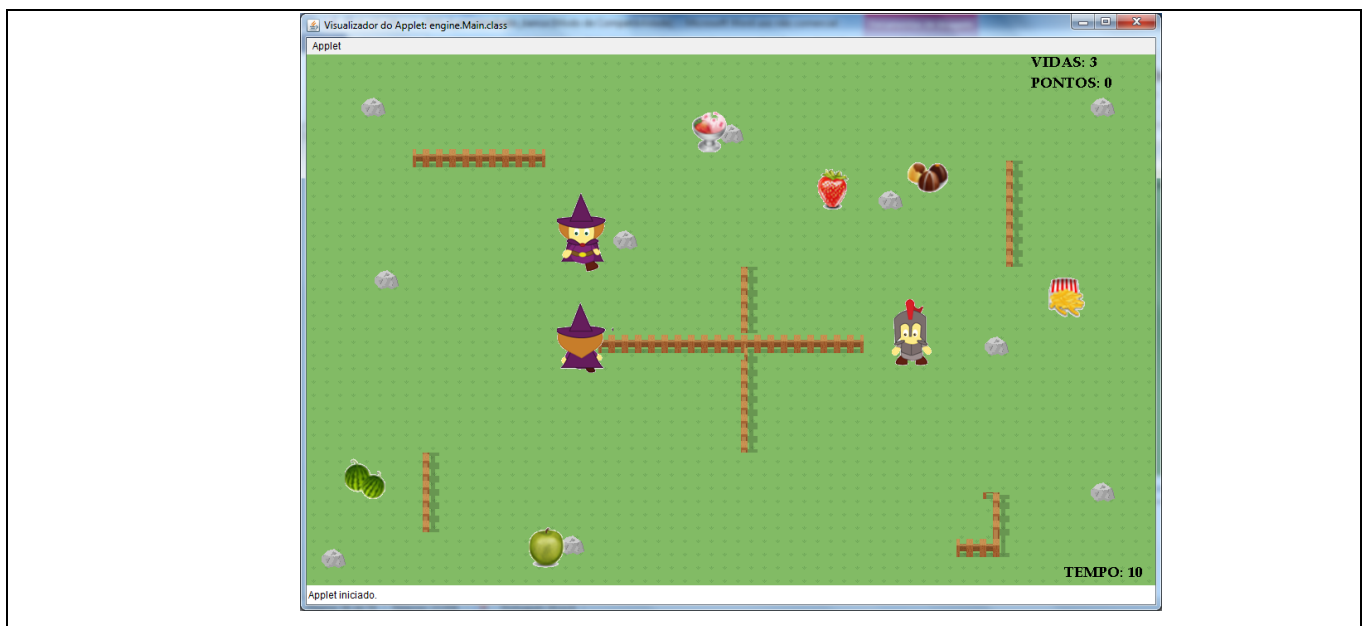


Figura 24. Segunda fase do jogo.

A Figura 24 demonstra o cenário da segunda fase do jogo. É possível observar que houve um aumento do número de oponentes do personagem principal, determinando o avanço para a segunda fase do jogo.

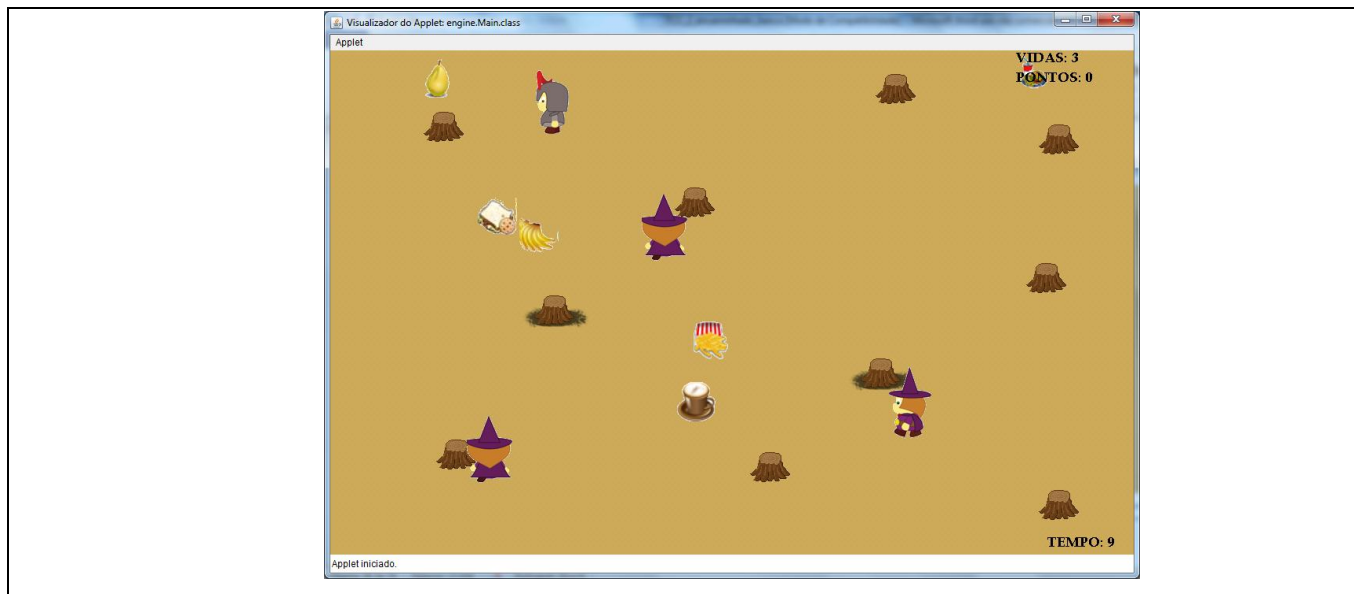


Figura 25. Terceira fase do jogo.

Já a Figura 25 apresenta a terceira fase do jogo, com um aumento ainda maior no número de oponentes em relação a fase anterior. O cenário reproduz um ambiente de seca, onde árvores desmatadas dificultam a livre movimentação dos personagens.

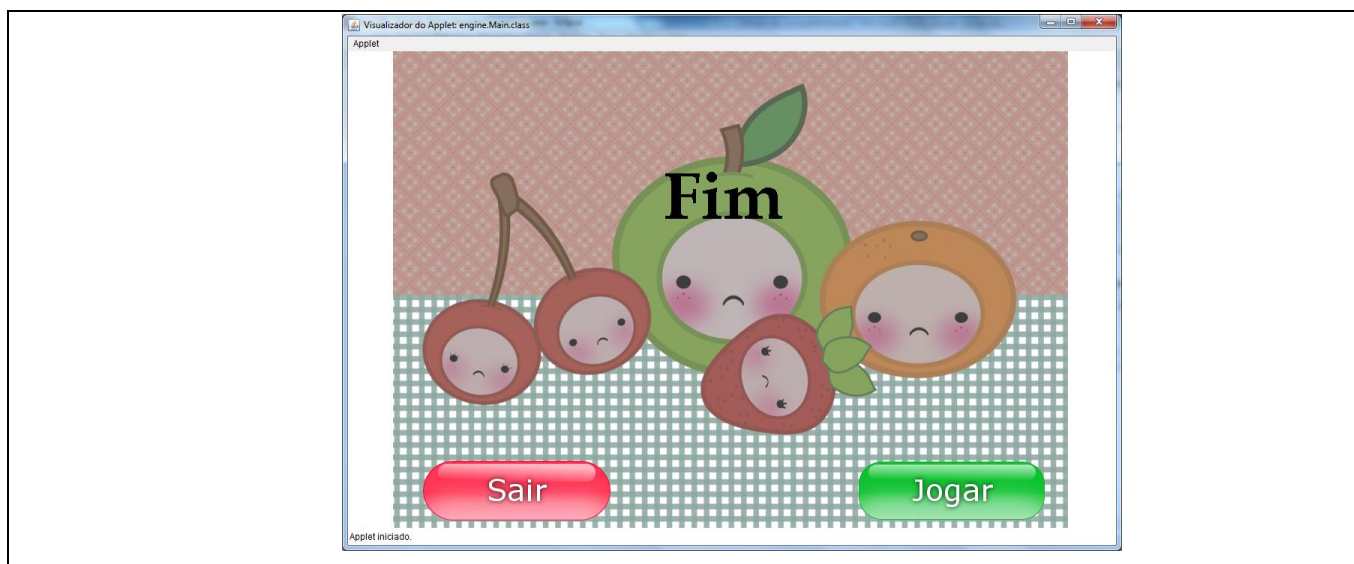


Figura 26. Fim do jogo.

Sempre que o personagem principal tiver sido alcançado pelo oponente, perderá uma vida. Quando não restar nenhuma das três vidas, o jogo será encerrado (Figura 26). O botão de **Sair** desta tela permite o jogador abandonar o jogo, enquanto que o botão de **Jogar** possibilita de o jogador reinicie o jogo, a partir da mesma fase.

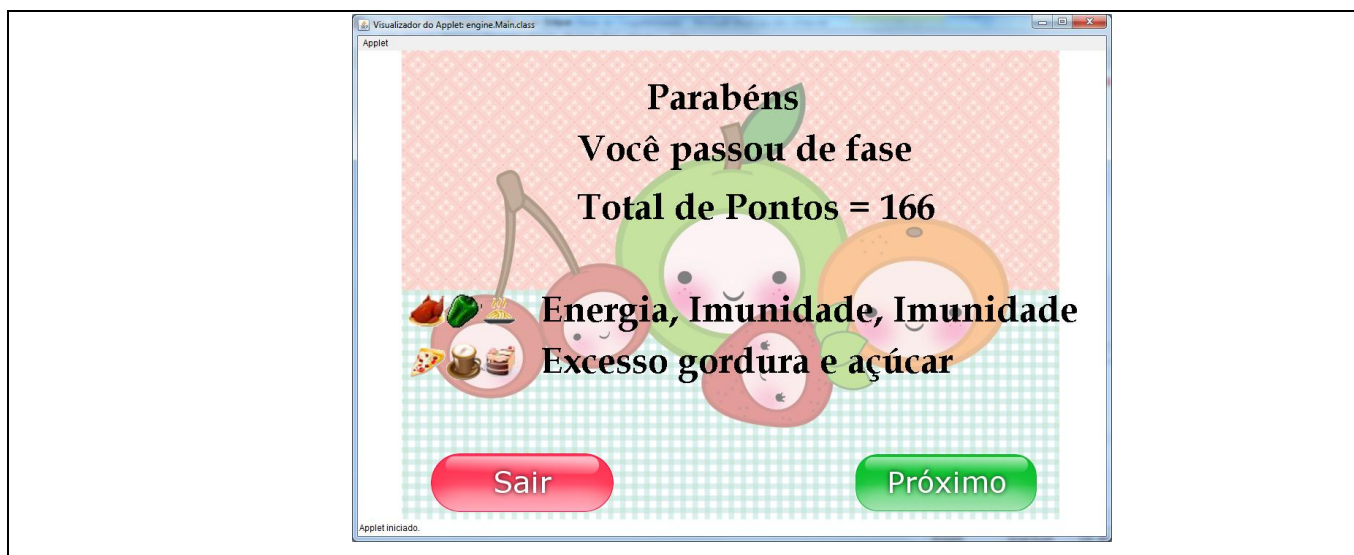


Figura 27. Troca de fase.

A Figura 27 apresenta a tela de finalização de fase do jogo, o que simboliza que o jogador conseguiu alcançar o objetivo de consumir os três alimentos saudáveis do jogo. O botão de **Sair** dessa interface permite o jogador sair do jogo; já o botão de próximo, possibilita que o jogador prossiga para a próxima fase do jogo.



Figura 28. Informações de fim do jogo.

A Figura 28 exibe a interface de conclusão do jogo e a pontuação total alcançada. Assim o jogador conseguiu passar pelas fases do jogo, consumindo todos os alimentos saudáveis. Esta interface ainda possui dois botões que permitem o jogador sair do jogo e ou reiniciar o jogo.

## Personagem

No jogo, os personagens estão divididos em duas categorias: o personagem principal, que é controlado pelo usuário, e o personagem maldoso, o qual se movimenta por meio da aplicação do Algoritmo A\*. Os dois personagens foram retirados do *site* (<http://kate-weir.squarespace.com/project-gallery/the-curse-of-malgamar-an-online-multiplayer-rpg-for-the-pc/4921654>), porém precisaram ser editados em razão de que a distância entre os *sprites* não se mantinha a mesma.

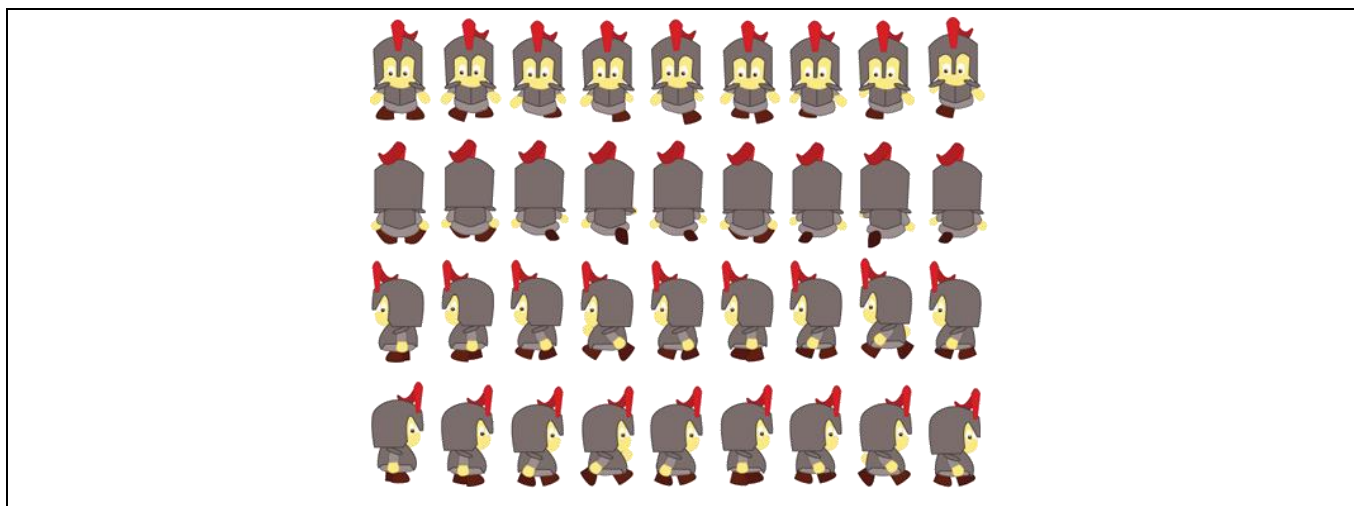


Figura 29. Personagem principal.

Fonte: Wei (2010).

A Figura 29 apresenta o *sprite* de movimentação do personagem principal do *game*, onde cada linha desta matriz representa uma direção de movimentação. O personagem somente se movimenta em quatro direções, sendo acionado por meio do teclado pelas teclas de direção: subir, descer, direita e esquerda.

A posição inicial desse personagem sempre iniciar no centro do cenário em cada fase do jogo.

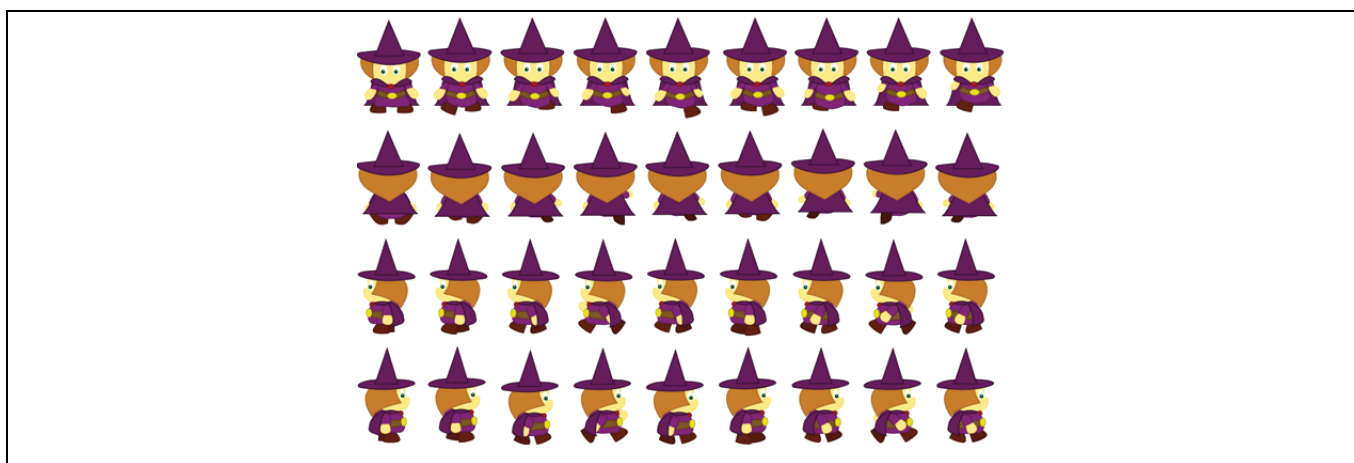


Figura 30. Personagem maldoso do jogo.

Fonte: Wei (2010).

A Figura 30 representa o *sprite* de movimentação do personagem maldoso do *game*, onde cada linha desta matriz representa uma direção de movimentação. As opções de movimentação deste personagem são quatro: subir, descer, direita e esquerda.

A movimentação deste personagem é orientada pelo Algoritmo A\*, o qual buscará sempre o melhor caminho até o personagem principal. O ponto de destino para a aplicação do algoritmo é a posição atual do personagem principal, sempre que há uma movimentação deste personagem este ponto de destino é atualizado.

A Figura 30 ilustra trecho da implementação do Algoritmo A\* discutido no Capítulo 2.

```
40      public ArrayList<Nodo> calculaPath(int _x, int _y, int objx, int objy) {
41          x = _x;
42          y = _y;
43          objetivox = objx;
44          objetivoy = objy;
45
46          selecionado = new Nodo(null, (short) x, (short) y, 0);
47
48          while (abreNodo(selecionado) == false) {
49              double menor = 99999999;
50              int menoridx = -1;
51
52              for (int z = 0; z < nodosAbertos.size(); z++) {
53                  Nodo nodo2 = nodosAbertos.get(z);
54                  double soma = nodo2.euristica;
55
56                  if (soma < menor) {
57                      menor = soma;
58                      menoridx = z;
59                  }
60              }
61              selecionado = nodosAbertos.get(menoridx);
62              nodosAbertos.remove(menoridx);
63          }
64
65          Nodo onodo = nodosFechados.get(nodosFechados.size() - 1);
66
67          caminho.add(onodo);
68          while (onodo.pai != null) {
69              onodo = onodo.pai;
70              caminho.add(onodo);
71          }
72          return caminho;
73      }
74  }
```

Figura 31. Implementação do Algoritmo A\*

A posição inicial de cada personagem é selecionada de forma aleatória, sendo que foi tomado o devido cuidado para que este personagem não esteja sobre nenhum obstáculo do cenário. Se a posição gerada colidir com a posição de algum objeto, será selecionada outra posição, até que se encontre uma posição válida.



## Objetos Alimento

Os alimentos do jogo são considerados como objetos, sendo espalhados por todas as posições. Estes objetos somente desaparecem quando houver uma colisão por retângulos com o personagem principal.

A posição inicial de cada alimento é selecionada de forma aleatória, tendo sido tomado o devido cuidado para que o alimento não esteja sobre de nenhum obstáculo do cenário. Se a posição gerada colidir com a posição de algum objeto, será selecionada outra posição, até que se encontre uma posição válida.

A Figura 32 demonstra uma região de código da classe “GerenciadorDeParticulas”, onde são geradas duas posições aleatórias. É verificado se nestas posições não houve colisão com os objetos apresentados no cenário, para, então, dispor o alimento naquela posição.

```
32
33     public void criaAlimentoBom(BufferedImage image) {
34
35         while (true) {
36             int x = rnd.nextInt(GamePanel.GAME_WIDTH - 40);
37             int y = rnd.nextInt(GamePanel.GAME_HEIGHT - 40);
38             int tmpx = ((x + 12) / 16);
39             int tmpy = ((y + 12) / 16);
40
41             if (tmpx >= 0 && tmpy >= 0) {
42                 int valor = tmpx + (((tmpy * 64) / 64) * 64);
43
44                 int[][] matrizDoMapa;
45
46                 if (GamePanel.fase == 1) {
47                     matrizDoMapa = engine.mapa.Fase1.matrizDoMapa;
48                 } else if (GamePanel.fase == 2) {
49                     matrizDoMapa = engine.mapa.Fase2.matrizDoMapa;
50                 } else {
51                     matrizDoMapa = engine.mapa.Fase3.matrizDoMapa;
52                 }
53
54                 if (matrizDoMapa[1][valor] == 0) {
55
56                     LISTA_DE_ALIMENTOS_BOM.add(new Sprite(image, x, y,
57                                                         Color.black) {
58
59                     });
60                     return;
61                 }
62             }
63         }
64     }
```

Figura 32. Código que gera os alimentos saudáveis.

Os alimentos foram selecionados por uma nutricionista, através de alguns critérios apresentados na seção 2.5 deste trabalho.





Figura 33. Alimentos saudáveis.

A Figura 33 ilustra os alimentos saudáveis, que são colocados nas fases do jogo. Cada fase do jogo terá três destes alimentos, gerados de forma aleatória.



Figura 34. Alimentos ruins do jogo.

A Figura 34 apresenta os alimentos não saudáveis do jogo. Geralmente para cada fase do jogo, são selecionados três alimentos de forma aleatória, dentre os 13 alimentos não saudáveis.

## Mapa

Um mapa 2D é construído normalmente de duas matrizes, onde a primeira matriz representa o fundo do cenário e a outra matriz os objetos do cenário. Cada elemento desta matriz possui um valor que corresponde ao *tiled* na imagem do mapa.

O cenário do jogo foi desenvolvido com o auxílio da ferramenta *tiled map*, (<http://www.mapeditor.org/>). Sua função é carregar as imagens e definir o tamanho dos *tiles* do mapa; após esta sequência, é construído o mapa com a imagem carregada anteriormente.

A ferramenta permite a exportação deste mapa por meio de duas matrizes numéricas: na primeira matriz estão os valores dos *tiles* da imagem de fundo do cenário, e a segunda, corresponde aos objetos e suas respectivas posições no mapa.

## Pontuação

A pontuação do jogo se dá por meio da separação dos alimentos saudáveis e não saudáveis. Se um alimento saudável é consumido, este alimento possui uma pontuação de 20 pontos, mas se um alimento não saudável for consumido esta pontuação é negativa de -10 pontos.

Assim os alimentos consumidos pelo personagem recebem um retorno positivo ou negativo, de acordo com o tipo de alimento consumido. Esta implementação traz ao usuário um alerta imediato para o consumo adequado ou inadequado feito por ele.

O término de cada fase ocorre com o consumo dos três alimentos saudáveis, alcançando a pontuação máxima de 60 pontos. Quanto menor o tempo de consumo destes alimentos, maior será a pontuação ao final da fase. Assim, cada alimento saudável consumido será multiplicado por 20 e a soma resultante dessa multiplicação será dividida pelo tempo (em segundos) gasto para concluir a fase.

## Níveis de dificuldade

Os níveis de dificuldades podem variar entre três: fácil, médio e difícil. O que altera nestes níveis é o numero personagens maldosos. Com a progressão do jogo no decorrer das fases, este nível de dificuldade vai aumentado gradativamente.

```
103     }
104
105     /* criando os personagens Maldoso */
106
107     for (int i = 0; i < nivel + 1; i++) {
108         BufferedImage image3 = Constantes.LoadImage("bruxa.png");
109         meuGerenciador.criaPersonagemDoenca(image3);
110     }
111
112 }
```

Figura 35. Níveis de dificuldade.

A Figura 35 demonstra a implementação da classe “*GameLevell*”, que apresenta o código que implementa o nível de dificuldade da primeira fase do jogo. Na linha 107 desta classe, a variável nível determina o número de personagens que serão criados na primeira fase do jogo.

## Colisão

Para o tratamento da colisão entre os personagens e os alimentos foi utilizada a técnica de colisão por retângulos e toda essa implementação está definida na classe “*Constantes*”.

```

93
94     public static boolean colideRetangulo(PersonagemPrincipal entidadeum,
95         PersonagemDoenca entidadedois) {
96
97         if (entidadeum.efeito == false) {
98             if ((entidadeum.x + (entidadeum.sizeX - 15)) > entidadedois.x
99                 && entidadeum.x < (entidadedois.x + (entidadedois.sizeX - 15))
100                 && (entidadeum.y + (entidadeum.sizeY - 15)) > entidadedois.y
101                 && entidadeum.y < (entidadedois.y + (entidadedois.sizeY - 15))) {
102
103                 entidadeum.efeito = true;
104                 return true;
105
106             } else {
107                 return false;
108             }
109         } else {
110             return false;
111         }
112     }
113
114 }

```

Figura 36. Código colisão por retângulo.

A Figura 36 apresenta o método utilizado para detectar a colisão do personagem controlado pelo usuário e o personagem maldoso do jogo. Esta função verifica todas as extremidades dos personagens, pois se houver uma colisão a função retorna *true*, caso contrário, *false*.

Na verificação da colisão dos personagens com o cenário, utilizou-se a matriz de objetos gerada pela ferramenta *tiled map*, verificando a posição do *tiled*, se existem ou não objetos naquela posição do mapa correspondente ao cenário do jogo.

A Figura 37 apresenta um trecho de código da classe personagem principal, onde na linha 144 é feita uma comparação para verificar se houve ou não colisão com algum objeto.

```

127     public void check_colidiu_mapa() {
128         int coeficienteX = (int) (this.x + (this.sizeX / 2)) / 16;
129         int coeficientey = (int) (this.y + (this.sizeY / 2)) / 16;
130
131         if (coeficienteX >= 0 && coeficientey >= 0) {
132             int valor = coeficienteX + (coeficientey * 64);
133
134             int[][] matrizDoMapa;
135
136             if (GamePanel.fase == 1) {
137                 matrizDoMapa = engine.mapa.Fase1.matrizDoMapa;
138             } else if (GamePanel.fase == 2) {
139                 matrizDoMapa = engine.mapa.Fase2.matrizDoMapa;
140             } else {
141                 matrizDoMapa = engine.mapa.Fase1.matrizDoMapa;
142             }
143
144             if (matrizDoMapa[1][valor] != 0) {
145                 this.colidiu();
146                 return;
147             }
148         }
149     }
150
151     public void colidiu() {
152         x = oldx;
153         y = oldy;
154     }
155 }

```

Figura 37. Trecho de código da classe “PersonagemPrincipal”.

## Histórico do desenvolvimento

O início do desenvolvimento do jogo digital ocorreu a partir da realização de um curso de extensão da UNIVALI, o qual abordou a construção de uma *engine* própria, em Java, para a implementação de jogos digitais em 2D. Assim, toda a base deste jogo foi desenvolvida no curso.

Neste sentido, a classe “GameCanvas” (Figura 38), classe genérica que abstrai os métodos que uma janela pode desempenhar, serviu para fazer a representação das telas, fases e personagens.

```

1 package engine;
2
3 import java.awt.Graphics2D;
4 import java.awt.event.KeyEvent;
5 import java.awt.event.MouseEvent;
6 import java.util.ArrayList;
7
8 public abstract class GameCanvas {
9
10     public ArrayList<GameObject> listaDeObjetos;
11     public int score;
12
13     public GameCanvas() {
14         listaDeObjetos = new ArrayList<GameObject>();
15         score = 0;
16     }
17
18     public abstract void gameUpdate(long diffTime);
19
20     public abstract void draw(Graphics2D dbg);
21
22     public abstract void keyPressed(KeyEvent tecla);
23
24     public abstract void keyreleased(KeyEvent tecla);
25
26     public abstract void mousePressed(MouseEvent mouse);
27
28     public abstract void mouseReleased(MouseEvent e);
29
30     public abstract void mouseClicked(MouseEvent mouse);
31
32     public abstract void mouseMoved(MouseEvent mouse);
33
34     public abstract void mouseDragged(MouseEvent mouse);
35
36 }

```

Figura 38. Classe “GameCanvas”.

As classes de menu e as de fases são especializações da classe “GameCanvas” e, desta forma, todos os métodos abstratos da classe ascendente precisaram ser codificados nas classes descendentes, implementados de maneiras diferente dependendo do tipo de evento que podem ser tratados por estas classes. Nas classes de menu, os eventos são os de mouse; já a classes de fases, utiliza métodos de teclado.

Outra classe importante para o jogo é a “GamePanel”. Umas das suas principais funções é a de controlar as fases e telas do jogo. Esta classe possui um atributo que contém todas as classes que herdam de “GameCanvas”, trazendo uma maior facilidade para o gerenciamento das fases e dos menus do jogo.

```

20 public class GamePanel extends Canvas implements Runnable
21
22     private static final long serialVersionUID = 1L;
23
24     // Variaveis para calcular FPS
25     long Fps, Sfps;
26
27     // Variaveis de Sistema
28     public static final int GAME_WIDTH = 1024;
29     public static final int GAME_HEIGHT = 640;
30     private Thread animator;
31     private boolean running = false;
32     public static GamePanel instance = null;
33     public static Random rnd = new Random();
34     public static int fase = 0;
35     public static int total_pontos = 0;
36     public static int nivelDificuldade = 0;
37
38     //Fases do jogo
39     public static final short GAME_MENU = 0;
40     public static final short GAME_OPcoes = 1;
41     public static final short GAME_VENCEDOR = 2;
42     public static final short GAME_OVER = 3;
43     public static final short GAME_LEVEL_1 = 4;
44     public static final short GAME_LEVEL_2 = 5;
45     public static final short GAME_LEVEL_3 = 6;
46     public static final short GAME_FINISH = 7;
47
48     public static long diffTime;
49
50     // Variaveis da Engine
51     ArrayList<GameCanvas> listaDeGameCanvas;
52     GameCanvas gameCanvasAtual;
53     static int indiceGameCanvas;

```

Figura 39. Classe “GamePanel”.

A Figura 39 é possível observar que na linha 51 o atributo desta classe possui uma lista de “GameCanvas”, onde são armazenados todas as fases e os menus no jogo.

Outra classe fundamental para o desenvolvimento é a classe “Personagem”, classe abstrata que possui as características de um personagem. Para o jogo foram criadas duas classes, a classe “PersonagemMaldoso” e a “PersonagemPrincipal”, como especializações da classe “Personagem”.

```

7 public abstract class Personagem extends Sprite {
8
9     public int frame;
10    public int timeranimacao;
11    public int animacao;
12    public int tempoentreframes;
13    public int velocidade = 0;
14    public double ang = 0;
15    public boolean segueobjetivo = false;
16    public int sizeX;
17    public int sizeY;
18    public int velx, vely;
19    public int oldx, oldy;
20
21    public Personagem(BufferedImage _imagem, int _x, int _y, Color _Cor) {
22        super(_imagem, _x, _y, _Cor);
23
24        frame = 0;
25        animacao = 0;
26        timeranimacao = 0;
27
28        velx = 0;
29        vely = 0;
30
31        tempoentreframes = 150;
32    }
33
34    @Override
35    public abstract void simula(long diffTime);
36
37    @Override
38    public abstract void draw(Graphics2D dbg);
39
40 }

```

Figura 40. Classe "Personagem".

A Figura 40 demonstra a classe “Personagem”, onde é possível fazer o uso de *sprite* de uma imagem, simulam a movimentação do personagem. Os atributos desta classe (da linha 9 até a linha 12), são responsáveis por alterar os *sprites* e a frequência em que cada *sprite* é desenhado.

## Dificuldades

No decorrer do desenvolvimento do jogo digital foram encontradas algumas dificuldades com relação ao *design* do jogo, quanto à confecção dos mapas de cada fase e dos *sprites* de movimentação dos personagens. Assim as imagens que foram utilizadas no jogo ainda precisaram ser reeditadas para que fosse melhorada a qualidade final do jogo.

Também encontrou-se dificuldade na localização de imagens adequadas para a representação dos personagens e alimentos, tendo em vista que muitas delas estão protegidas por direitos autorais.

## 4.4 DESCRIÇÃO DOS EXPERIMENTOS

A verificação da funcionalidade do jogo digital foi feita a partir da análise do código fonte produzido.

Também foram feitos testes com duas crianças, as quais se propuseram a utilizar o jogo digital. Inicialmente foi explicado o objetivo do jogo e o fluxo do *game*.

A partir desse teste algumas melhorias foram identificadas e realizadas, como o aumento de tamanho dos personagens e dos alimentos dispostos no cenário. Ainda, analisando as reações que as crianças tiveram, percebeu-se que interface do jogo conseguiu prender a atenção dos jogadores. Eles se intercalaram no jogo, havendo certa competição para quem alcançaria a maior pontuação.



## 5 CONCLUSÕES

Este capítulo apresenta algumas considerações sobre o desenvolvimento do trabalho, destacando os objetivos firmados e alcançados, assim como as alterações sofridas durante o desenvolvimento e oportunidades de trabalhos futuros.

O desenvolvimento de jogos digitais é um mercado lucrativo e com muitas oportunidades. Dentre as áreas de aplicação dos jogos digitais destaca-se a educação. No entanto, sobretudo pra que os jogos possam ser empregados no processo de ensino-aprendizagem, se faz necessário, muitas vezes, o uso de cálculos matemáticos e de recursos da física, exigindo diversos conhecimentos especializados para que, ao final, se possa ter um jogo educacional que venha ser utilizado como ferramenta de ensino de crianças e adolescentes e promova, assim, o aprendizado do tema abordado no jogo.

Uma análise sobre os números do aumento de crianças acima do peso levanta um alerta de que as crianças não estão consumindo os alimentos que são considerados essenciais por nutricionistas, aliadas também a um exagero no consumo de alimentos não saudáveis.

Nesta perspectiva, o trabalho elaborado buscou o desenvolvimento de um jogo digital para Internet com fins educacionais para promover a aquisição de hábitos alimentares saudáveis, tendo crianças de 6 a 10 anos como público alvo.

Durante a pesquisa foram abordadas algumas ferramentas que se propõem a atuar como apoio educacional e que buscam tornar o aprendizado mais atraente, despertando o interesse do jogador. Entretanto, a maioria delas não tinha o foco na área nutricional e, para as que tinham o âmbito nesta área, não foram encontradas documentações que detalhassem o seu desenvolvimento.

Neste trabalho foram estudados conceitos e técnicas que aliam o aprendizado com a diversão e que estão sendo aplicados nos jogos digitais. Os estudos realizados sugerem benefícios com o uso de jogos na educação, desde que os jogos educacionais contribuam para o desenvolvimento cognitivo e social da criança, caracterizando-os como um recurso pedagógico importante para a educação infantil.

Entretanto, para que o aprendiz seja estimulado a utilizar o jogo, é necessário que os jogos se tornem mais atrativos. Uma maneira de permitir que este objetivo seja alcançado é a utilização de

técnicas de Inteligência Artificial, o que foi aplicado neste jogo para guiar a movimentação do oponente até o personagem principal.

No desenvolvimento do *game design*, a análise de ferramentas semelhantes foi importante, pois a partir dessa análise as ideias de como que funcionaria o jogo surgiram e foram definidas e documentadas. Desse processo foram elaboradas algumas definições importantes e que deram um norte de como seria desenvolvido o jogo.

Já na fase de implementação foi utilizado uma base de uma *engine* criada em um curso de extensão realizado na UNIVALI e que foi de extrema importância para o desenvolvimento do jogo. Todo o código da *engine* foi construído no curso, não sendo feito o uso de nenhuma biblioteca externa.

Na fase de desenvolvimento foram encontrados alguns desafios com relação ao *design* do jogo, quando houve dificuldade de encontrar os *sprites* dos personagens com a clareza e o tamanho adequados ao objetivo do jogo e à faixa etária do público alvo.

Buscando prender a atenção dos jogadores, uma estratégia adotada foi a utilização de interface com cores vivas. Outra característica neste desenvolvimento foi que no uso de animações empregou-se o algoritmo de busca A\*, o que representa um diferencial em relação aos jogos de natureza similares analisados.

Por fim, pode-se afirmar que o objetivo do Trabalho de Conclusão de Curso foi alcançado diante da execução de todos os objetivos específicos traçados.

## 5.1 TRABALHOS FUTUROS

Um aspecto a ser trabalhado futuramente, com vistas ao aperfeiçoamento da aplicação desenvolvida, está relacionado com a interface, cenário e personagens do jogo digital que podem ser melhoradas com o auxílio de um *designer* de jogos.

Outro aspecto é o aumento no número de fases, que atualmente está limitado a somente três fases. O número de fases poderia ser ampliado para tornar o jogo mais completo.

Ainda, seria interessante que o jogo pudesse ter um *ranking* com o nome dos melhores jogadores e os seus respectivos pontos, o que iria aumentar a competitividade entre os jogadores, fazendo com o que os mesmos fiquem um maior tempo utilizando o jogo educacional.

Um possível trabalho futuro, seria a implementação de uma interface, onde a criança pudesse entrar com a sua altura e peso, o jogo indicaria se está criança esta ou não acima do peso ideal. Outro item que pode ser desenvolvido é incluir calorias nos alimentos consumidos, justificando a partir destes alimentos ingeridos se a criança pode estar ganhando ou perdendo peso.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, J.S. **Jogos para o ensino de conceitos**. Papirus, 1998.

ALIMENTAÇÃO SAUDÁVEL. Disponível em: <<http://www.alimentacaosaudavel.org/Alimentacao-Saudavel-Crianca-08.html>>. Acessado em: Acesso em: 01 jul. 2012.

BITTENCOURT, J. R.; OSORIO, F.S. **Motores para Criação de Jogos Digitais**: Gráficos, Áudio, Interação, Rede, Inteligência Artificial e Física. 2006. UNISINOS. Disponível em: <<http://osorio.wait4.org/oldsite/iajogos/artigos/bittencourt-osorio-eri-mg2006.pdf>>. Acesso em: 01 jul. 2012.

BATLORI, J. **Jogos para treinar o cérebro**. Madras: São Paulo, 2004.

BATTAIOLA, A. L. **Jogos por Computador: Histórico, Relevância Tecnológica e Mercadológica, Tendências e Técnicas de Implementação**. In: XIX Jornada de Atualização em Informática/SBC – v.2, 2000. p. 83-122 .

BASTOS, A. **Tríade Liberdade, igualdade e fraternidade**. 2009. Disponível em: <[http://www.comunidadesvirtuais.pro.br/triade/download/memorial\\_programacao\\_triade.pdf](http://www.comunidadesvirtuais.pro.br/triade/download/memorial_programacao_triade.pdf)>. Acesso em: 23 maio 2012.

BOURG, D. SEEMAN, G. **AI for Game Developers**. O'Reilly Media, 2004.

BUCKLAND, M., **Progamming game AI by example**. Texas, 2005.

COMMODORE. Disponível em: <[http://www.commodoreusa.net/CUSA\\_C64.aspx](http://www.commodoreusa.net/CUSA_C64.aspx)>. Acesso em: 8 maio 2012.

CLARK C. **Serious games**. New York: Viking Compass, 1975.

COSTA, T. **Revista ACIGAMES Magazine**. Disponível em: <<http://www.acigamesmagazine.com.br/ACIGAMES%20Magazine%202.pdf>> Acesso em: 15 maio 2012.

CRAWFORD, C. **The Art of Computer Game Design**. Osborne/McGraw-Hill, 1984.

DEMARIA, R.; WILSON, J. L. **High Score! The Illustrated History of Electronic Games**. 2. ed. Emeryville: McGraw-Hill, 2004.

FUJITA, E. **Algoritmos de IA para games**. Monografia (Graduation in Computer Science) Universidade Estadual de Londrina. 2005.

GEE, J. P. **What video games have to teach us about learning and literacy**. New York: Palgrave Macmillan, 2004. v.1, p. 32-36.

GIUSTA, A. S. **Concepções de Aprendizagem e Práticas Pedagógicas**. In: Educ.Rev. Belo Horizonte, 1985. v.1, p. 24-31,

GOULART, L.G. **Análise e avaliação de *serious games* desenvolvidos para a área da saúde.** 2011. Disponível em: <[http://tconline.feevale.br/tc/files/0002\\_2890.pdf](http://tconline.feevale.br/tc/files/0002_2890.pdf)>. Acesso em: 10 maio 2012.

GRIM, G. H.; CALOMENO, C. **Fundamentos para análise de Jogos Educacionais Digitais: aproximações da teoria semiótica e da mente representacional.** 2009. Intercom. Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação. Disponível em: <<http://www.intercom.org.br/papers/nacionais/2009/resumos/R4-3759-1.pdf>>. Acesso em: 17 mar. 2012.

HUIZINGA, J. **Homo Ludens.** Perspectiva. Reimpressão 2000. Disponível em: [http://jnsilva.ludicum.org/Huizinga\\_HomoLudens.pdf](http://jnsilva.ludicum.org/Huizinga_HomoLudens.pdf) . Acesso em: 01 maio. 2012.

INFOESCOLA. **Indústria dos Vídeo-games.** 2011. Disponível em <<http://www.infoescola.com/economia/industria-dos-video-games/>>. Acesso em: 12 jun. 2012.

LEE, R. G. **Exposição em Londres questiona se videogames seriam “benção” ou “maldição”.** **FolhaOnline**, São Paulo, 2006. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/folha/informatica/ult124u20820.shtml>>. Acesso em: 10 maio 2012.

KARLSSON, B. F.F. **Um middleware de inteligência artificial para jogos digitais.** Disponível em: <[http://www.maxwell.lambda.ele.puc-rio.br/7861/7861\\_4.PDF](http://www.maxwell.lambda.ele.puc-rio.br/7861/7861_4.PDF)>. Acesso em: 15 maio 2012.

WEIR, K. Disponível em: <<http://kate-weir.squarespace.com/project-gallery/the-curse-of-malgamar-an-online-multiplayer-rpg-for-the-pc/4921654>>. Acesso em: 08 nov. 2012.

KOPPE, J. **Coisa de gente grande.** **Gazeta do Povo**, Curitiba, maio 2007. Caderno ViverBem.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Metodologia científica.** 3. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

MATTAR, J. **Games em educação: como os nativos digitais aprendem.** São Paulo: Person. 2010.

MELO, P. R. S. C. **Game como Ferramenta de Ensino.** Pontifícia Universidade Católica. 2010. Disponível em: <[http://paulorenan.com/wp-content/uploads/2012/04/Game\\_como\\_ferramenta\\_de\\_ensino-ShortPaper.pdf](http://paulorenan.com/wp-content/uploads/2012/04/Game_como_ferramenta_de_ensino-ShortPaper.pdf)>. Acesso em: 04 jun. 2012.

MELO, M. Edna. **Diagnóstico Da Obesidade Infantil.** Associação Brasileira para o Estudo da Obesidade e da Síndrome Metabólica ABESO. 2011. Disponível em: <<http://www.abeso.org.br/pdf/Artigo%20-%20Obesidade%20Infantil%20Diagnostico%20fev%202011.pdf>>. Acesso em: 29 jun. de 2012.

MENDES, C. L. **Jogos eletrônicos: Diversão, poder e subjetividade.** Campinas: Papirus, 2006  
NOVAK, J. **Desenvolvimento de games.** Tradução por: Pedro Cesar de Conti. São Paulo: Cengage, 2010.

MICHAELIS. Disponível em: <<http://michaelis.uol.com.br/>> Acesso em: 29 jun. de 2012

NUNES, E. Breda, J. **Manual de uma alimentação saudável em jardim da infância.** 2000. Disponível em: < <http://www.dgs.pt/upload/membro.id/ficheiros/i005536.pdf>>. Acesso em: 02 jul. 2012.

- OLIVEIRA, E. S. *et al.* **Desenvolvimento de Personagens para um Jogo Eletrônico de Ensino e Aprendizagem de Biologia.** Universidade Estadual de Feira de Santana. 2010. Disponível em: <<http://www.fejal.com.br/erbase2010/papers/wticg/65457.pdf>>. Acesso em: 04 jun. 2012
- OLIVEIRA, A. M. F. *et al.* **Uma Proposta de Jogo Educacional 3D com Questões Didáticas.** Disponível em: <<http://www.riopomba.ifsudestemg.edu.br/dcc/lamif/publicacoes/kimble.pdf>> . Acesso em: 17 maio 2012
- OLIVEIRA, N. A.; FIETZ, V. R.; CARVALHO, E. A. I. **Educação Nutricional Entre Crianças.** Unidade Universitária de Dourados UEMS. 2010. Disponível em: <<http://periodicos.uems.br/index.php/semex/article/view/2274/947>>. Acesso em: 02 jul. 2012.
- OSÓRIO, F. *et al.* **Inteligência Artificial para Jogos: Agentes especiais com permissão para matar... e raciocinar!.** Disponível em: <<http://www.sbgames.org/papers/sbgames07/gameandculture/tutorials/tuto2.pdf>>. Acesso em: 17 mar. 2012.
- PÁDUA, V. C. **Ambiente de suporte a jogos WEB voltado para a área de ensino a distância.** Pós-Graduação. 2008.
- PASSERINO, L. M. **Avaliação de jogos educativos computadorizados.** 1998. Disponível em: <<http://edu3051.pbworks.com/f/Infoedu-infantil-cap.pdf>>. Acesso em: 03 jun. 2012.
- PERUCIA, A.S. *et al.* **Desenvolvimento de jogos eletrônicos teoria e prática.** São Paulo, Novatec, 2005.
- PORTAL DA EDUCAÇÃO. Disponível em: <[http://www.portaleducacao.com.br/nutricao/artigos/11570/nutricao-definicao?\\_kt=8494173369&gclid=CLOW7quC\\_LACFdOa7QodBiCv\\_A](http://www.portaleducacao.com.br/nutricao/artigos/11570/nutricao-definicao?_kt=8494173369&gclid=CLOW7quC_LACFdOa7QodBiCv_A)>. Acesso em: 02 jul. 2012.
- PRENSKY, M. **Digital Game-Based Learning.** Paragon House, 2007.
- RAHAL, F. C. **Desenvolvimento de jogos eletrônicos.** 2006. 32 fls. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Engenharia da Computação). São Paulo, Centro Universitário Assunção, 2006.
- RIBEIRO, B. *et al.* **Inteligência Artificial em Jogos Digitais.** Disponível em: <<http://www.dca.fee.unicamp.br/~martino/disciplinas/ia369/trabalhos/t4g3.pdf>>. Acesso em: 31 maio 2012.
- ROTHEBLOG. **Classic Arcade Game Artwork, Tutorials, and Information.** Disponível em: <<http://www.rotheblog.com/2009/11/arcade/photos-general-computing-corp-quantum-food-fight/>>. Acesso em: 04 jun. 2012.
- SANTAELLA, L. FEITOZA, M. **Mapa do jogo: a diversidade cultural dos games.** São Paulo: Cengage Learning, 2009.
- SCHUYTEMA, P. **Design de games: uma abordagem prática.** São Paulo: Cengage Learning, 2008. 447 p.

SILVEIRA, S.R. - **Estudo e Construção de uma ferramenta de autoria multimídia para a elaboração de jogos educativos**. Dissertação POA-PPGC UFRGS. 1999. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/26551/000269144.pdf?sequence=1>> . Acesso em: 10 jun. 2012.

SOUZA, G. C. **Estudo De Um Simulador De Sistemas Multiagentes Para Entretenimento Digital**. 2010. Disponível em: <<http://ged.feevale.br/bibvirtual/Monografia/MonografiaGuilhermeSouza.pdf>>. Acesso em: 12 jun. 2012.

SPACEWAR. **Spacewar! At zorg.org**. Disponível em: <<http://spacewar.zorg.org>>. Acesso em: 04 jun. 2012.

TAROUCO, L.M. R *et. al.* **Jogos educacionais**. 2004. Disponível em: <<http://www.cinted.ufrgs.br/ciclo3/af/30-jogoseducacionais.pdf>>. Acesso em: 14 mar. 2012.

TATAI, V. K. **Técnicas de Sistemas Inteligentes Aplicadas ao Desenvolvimento de Jogos de Computador**. 2003. 113 f. Tese (Mestrado em Engenharia Elétrica) Disponível em: <<http://www.dca.fee.unicamp.br/~gudwin/ftp/publications/TeseTatai.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2012.

TILEDMAP. Disponível em: <<http://www.mapeditor.org>>. Acessado em: Acesso em: 3 julho 2012.

VYGOTSKY, Lev S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1984.

WEI, T., Li, Y. **Design of Educational Game: A Literature Review**. Nanjing University, 2010.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Disponível em: <<http://www.who.int/topics/nutrition/en/>>. Acesso em: 02 julho de 2012.