

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**  
**DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA**  
**MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA**

**PEDRO LEALDINO FILHO**

**JOGO DIGITAL EDUCATIVO PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA**

**DISSERTAÇÃO**

**PONTA GROSSA**

**2013**

**PEDRO LEALDINO FILHO**

**JOGO DIGITAL EDUCATIVO PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciência e Tecnologia, do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia, do Campus Ponta Grossa, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. André Koscianski

Co-orientador: Prof. Dr. Wilson M. Yonesawa

**PONTA GROSSA**

**2013**

---

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

---

L435j Lealdino Filho, Pedro  
Jogo digital educativo para o ensino de matemática / Pedro Lealdino  
Filho. — 2013.  
102 f. : il. ; 30 cm

Orientador: André Koscianski  
Co-orientador: Wilson M. Yonesawa  
Dissertação (Mestrado) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná.  
Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia, Ponta  
Grossa, 2013.  
Bibliografia: f. 64-68.

1. Matemática – Estudo e ensino. 2. Jogos no ensino de matemática.  
3. Jogos educativos. 4. Ensino – Metodologia. 5. Ensino de Ciência e  
Tecnologia – Dissertações. I. Koscianski, André, orient. II. Yonesawa, Wilson  
M., co-orient. III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de  
Pós-graduação em Ensino de Ciências e Tecnologia. IV. Título.

CDD (20. ed.) 507

---



**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
**Campus de Ponta Grossa**  
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO**  
**DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA**



## **FOLHA DE APROVAÇÃO**

Título da Dissertação Nº 76/2014

### **JOGO DIGITAL EDUCATIVO PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA**

por

Pedro Lealdino Filho

Esta dissertação foi apresentada às 14h00 em 13 de fevereiro de 2014 como requisito parcial para a obtenção do título de MESTRE EM ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, com área de concentração em Ciência, Tecnologia e Ensino, linha de pesquisa em Educação Tecnológica, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia. O candidato foi argüido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo citados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Profa. Dra. Ana Lúcia Pereira Baccon  
(UEPG)

Prof. Dr. Guataçara dos Santos Junior  
(UTFPR)

Prof. Dr. Antonio Carlos de Francisco  
(UTFPR)

Prof. Dr. André Koscianski (UTFPR) -  
*Orientador*

Profa. Dra. Sani de Carvalho Rutz da Silva  
(UTFPR)  
Coordenador do PPGECT

**A FOLHA DE APROVAÇÃO ASSINADA ENCONTRA-SE NO DEPARTAMENTO DE  
REGISTROS ACADÊMICOS DA UTFPR – CÂMPUS PONTA GROSSA**

Dedico este trabalho à minha família.

## AGRADECIMENTOS

Certamente estes parágrafos não irão atender a todas as pessoas que fizeram parte dessa importante fase de minha vida. Portanto, desde já peço desculpas àquelas que não estão presentes entre essas palavras, mas elas podem estar certas que fazem parte do meu pensamento e de minha gratidão.

Primeiramente agradeço à Deus pela força.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. André Koscianski e ao meu co-orientador Prof. Dr. Wilson Massashiro Yonezawa, grandes líderes que inspiram a grandeza.

Aos meus amigos e companheiros de sala pelo apoio, risadas, companheirismo e hospitalidade.

Aos meus professores pela paciência, sabedoria e ensinamentos.

Um agradecimento especial à Célia Gonçalves pela mesma dedicação e carinho que uma mãe tem com um filho.

Às minhas colegas de viagens Adriane, Cristiane e Virgínia, merecedoras de todas as dádivas que Deus puder proporcionar na vida profissional e pessoal de cada uma.

Aos meus amigos e família, Paulo Zaratini, Bruna Soares e Solange Lealdino, por oferecerem suas casas para que eu pudesse me hospedar.

A Secretaria do Curso, pela cooperação e apoio em todos os momentos da minha vida como aluno do PPGECT.

À família Katayama por estar presente em todos os momentos durante o período dessa e outras conquistas.

Gostaria de deixar registrado também, o meu reconhecimento à minha família, pois acredito que sem o apoio deles seria impossível vencer esse desafio.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

A realidade está esgotada, e precisamos  
começar a fazer jogos para consertá-la.  
(McGonigal, Jane, 2012).

## RESUMO

LEALDINO, Pedro F. **Jogo digital educativo para o ensino de matemática**. 2013. 103. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Tecnologia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2013.

A educação matemática tem como um dos desafios criar espaços motivadores para o ensino. Jogos digitais tem o potencial de influir positivamente sobre o sentimento dos alunos quanto ao ambiente da disciplina e assim contribuir com os estudos. Este trabalho investiga elementos para o desenvolvimento de jogos digitais educativos, buscando uma relação clara com teorias de ensino-aprendizagem e aplicando técnicas de engenharia de software. O objetivo da pesquisa é aferir a motivação conseguida por um jogo educativo de matemática, “As aventuras de Simon Bile”, implementado dentro da dissertação. Depois de um teste inicial durante o desenvolvimento do jogo, uma pesquisa experimental foi conduzida com uma amostra de 50 alunos dividida em dois grupos, de controle e experimental. Utilizaram-se como instrumentos um questionário demográfico e um questionário de motivação baseado no modelo ARCS de Keller (2010). A análise dos dados indicou resultados favoráveis, no sentido do jogo construído sobre problemas matemáticos ser motivador para os alunos e permitir que eles dediquem tempo a ele.

**Palavras-chave:** Jogos Digitais. Educação Matemática. Motivação.

## ABSTRACT

LEALDINO, Pedro F. **Digital game for math teaching.** 2013. 103. Dissertation (Master of Science education and Technology) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2013

One of the challenges of mathematics education is creating motivational spaces to teach. Digital games are powerful tools that have positive impact in students' feelings toward the subject and then contribute to their studies. The present work investigates the fundamental elements to develop educational digital games, in order to find a clear relationship between learning theories and software engineering. The aim of this research was assess the motivation achieved by an educational digital game, called "The Simon Bile's Adventure", developed during the dissertation. After an initial test during the game development, an experimental research was conducted with a sample of 50 students divided in two groups, control and experimental. A survey was used as an instrument based in ARCS model of Keller (2010) and a demographic survey. The data's analysis indicated positive outcomes, because the game, that has been constructed within mathematical problems, motivated students to enjoy it and spend time on it.

**Palavras-chave:** Digital Games. Math Education. Motivation.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Dois jogos educacionais .....	27
Figura 2 - A classificação de Garris et al (2008) para elementos constituintes de jogos.....	28
Figura 3 - Processo de construção de software .....	31
Figura 4 - Estrutura do jogo As aventuras de Simon Bile .....	34
Figura 5 - Tela de apresentação do jogo.....	35
Figura 6 – Tela Inicial do jogo .....	35
Figura 7 – Seleção de Fases - Jardim.....	36
Figura 8 - Instruções da Fase Jardim.....	36
Figura 9 - Fase Jardim .....	37
Figura 10 - Avaliação do jogo desempenho do jogador .....	38
Figura 11 - Seleção de Fase - Sala de Estar.....	38
Figura 12 - Instruções da Fase Sala de Estar .....	39
Figura 13 - Fase Sala de Estar.....	39
Figura 14 - Tela de fim de jogo.....	40
Figura 15 - Fase jardim (conceitual).....	41
Figura 16- Alunos no momento da aplicação do jogo .....	47
Gráfico 1 - Gênero dos participantes da pesquisa .....	48
Gráfico 2 - Habilidades computacionais dos indivíduos .....	49
Gráfico 3 - Posse de internet em casa .....	49
Gráfico 4 - Tempo de utilização do computador para trabalhos escolares.....	49
Gráfico 5 - Utilização de jogos eletrônicos .....	50
Gráfico 6 - Local de utilização dos computadores.....	50
Gráfico 7 - Pontuação atingida em cada categoria ARCS.....	51
Gráfico 8 - Pontuação atingida em cada categoria (Amostra X Neutralidade) .....	52
Quadro 1 - Comparação gráfica entre as fases do jogo e questões do simulado da Prova Brasil .....	59

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Plano de Experimento da Pesquisa.....	43
Tabela 2 – Média da Pontuação atingida em cada categoria pelos alunos.....	51
Tabela 3 - Comparação entre as médias de cada categoria (Amostra X Neutralidade) .....	52
Tabela 4 - Média e desvio-padrão da pontuação no simulado da Prova Brasil de ambos os grupos .....	52
Tabela 5 - Quantidade de acertos de cada grupo em cada questão do simulado da Prova Brasil .....	53
Tabela 6 - Descrição das respostas dos alunos no questionário motivacional.....	54
Tabela 7 - Diálogos dos alunos durante a aplicação do jogo .....	56

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
1.1 OBJETIVO GERAL .....	14
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
1.3 JUSTIFICATIVA.....	15
1.4 ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO .....	16
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>17</b>
2.1 EDUCAÇÃO MATEMÁTICA .....	17
2.2 JOGOS ENQUANTO ATIVIDADE HUMANA.....	21
2.3 MATEMÁTICA, JOGOS E MOTIVAÇÃO .....	22
2.4 TEORIAS DE APRENDIZAGEM E JOGOS.....	23
2.5 PROJETO E CONSTRUÇÃO DE JOGOS.....	26
<b>3 DESENVOLVIMENTO DO JOGO</b> .....	<b>32</b>
3.1 ESTÁGIO CONCEITUAL .....	32
3.1.1 Sumário do Jogo.....	33
3.2 ESTÁGIO DE ELABORAÇÃO .....	34
3.3 ESTÁGIO DE REFINAMENTO .....	40
<b>4 METODOLOGIA</b> .....	<b>42</b>
4.1 PARTICIPANTES .....	42
4.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA .....	42
4.2.1 Tratamento.....	43
4.2.2 Instrumentos .....	43
4.2.3 Procedimento.....	44
4.3 ANÁLISE DOS DADOS .....	45
4.3.1 Hipóteses.....	45
4.4 OPERACIONALIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS.....	46
4.4.1 Limitações.....	46
4.5 APLICAÇÃO .....	47
<b>5 RESULTADOS</b> .....	<b>48</b>
5.1 ESTUDO QUANTITATIVO.....	48
5.1.1 Teste de hipóteses.....	50
5.2 ESTUDO QUALITATIVO .....	53
<b>6 ANÁLISE E DISCUSSÃO</b> .....	<b>57</b>
6.1 O ESTUDO QUANTITATIVO.....	57
6.1.1 Desempenho no simulado da prova Brasil .....	57
6.1.2 Motivação .....	58
6.2 O ESTUDO QUALITATIVO.....	58
6.2.1 Desempenho no simulado da prova Brasil .....	58
6.2.2 Motivação .....	60

<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>62</b>
<b>8 REFERÊNCIAS .....</b>	<b>64</b>
9 APÊNDICES .....	68
10 ANEXOS .....	80

## 1 INTRODUÇÃO

O ensino de matemática tem sido discutido durante muitos anos. Marcado pelo tradicionalismo, onde as aulas eram totalmente expositivas e os conteúdos que eram julgados como importantes pelo professor eram passados para o quadro, esse ensino sustenta que o professor é a fonte de todo conhecimento e que a aprendizagem não acontece sem ele. Os alunos, por sua vez, copiavam o conteúdo em seus cadernos e em seguida reproduziam e repetiam os algoritmos apresentados para resolver exercícios. A aprendizagem matemática era concebida pela transmissão de conteúdos e a resolução de problemas se reduzia a procedimentos determinados pelo professor.

Percebe-se pela observação e prática escolar, que mesmo com os questionamentos e desenvolvimento de novas metodologias e tendências, o ensino tradicional é presente. Decorrente disso, os alunos passam a acreditar que a aprendizagem matemática acontece quando as fórmulas e algoritmos são decorados e reutilizados em exercícios propostos pelos professores ou pelo material didático.

Assim entende-se que um dos desafios para o professor é utilizar uma abordagem metodológica diferente da tradicional que apresente a matemática como uma disciplina útil e significativa.

É necessário, pois, analisar quais mudanças devem ser realizadas na prática do professor e buscar materiais que auxiliem no seu aperfeiçoamento. Nesse sentido, a transformação no ensino da matemática pode acontecer através de jogos digitais educacionais. Tal ferramenta é citada pelos documentos norteadores da prática no ensino de matemática, Parâmetros Curriculares Nacionais e Diretrizes Curriculares Estaduais (PCN e DCE), como uma tendência em educação matemática, evitando assim o ensino tradicional.

Quando se utiliza jogos digitais no ensino existem duas alternativas quanto a escolha da origem desse tipo de material para prática em sala de aula. O uso de jogos, que são caracterizados como sérios, desenvolvidos para fins educacionais é uma alternativa. Outra é a utilização de jogos comerciais, contextualizando o conteúdo que se deseja ensinar com o conteúdo do jogo.

Outra vertente seria capacitar o professor a desenvolver seu próprio jogo digital. Entretanto, o desenvolvimento de um jogo demanda um planejamento em

que os elementos: tempo, equipe, conhecimento e dinheiro são variáveis que determinam a dificuldade da criação de um material utilizável em sala de aula.

O desenvolvimento de jogos computacionais educativos reúne conhecimentos de diversas áreas e equilibrar o peso de cada aspecto não é uma tarefa trivial. A área de engenharia de software abrange vários fatores que devem ser ponderados, sob o risco de tornar o desenvolvimento um exercício amador de tentativa e erro. Outro ponto que pede bastante atenção é o projeto pedagógico dentro do jogo, que é um meio bastante diferente de um livro ou uma aula tradicional. Deve-se aliar o sentimento de entretenimento com a transmissão de informação ou avaliação de conhecimento dos alunos.

Isto leva a questão central do trabalho, que consiste em buscar avaliar as contribuições um jogo computacional educativo para a motivação dos estudantes com relação a disciplina de matemática e a resolução de problemas.

Esse trabalho examina características desse tipo de software, que precisem ser observadas na sua construção. Esse conhecimento é aplicado no projeto e implementação de um videogame, para matemática no ensino fundamental.

Em função da investigação da pesquisa, os seguintes objetivos foram determinados.

## 1.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a motivação dos alunos criada a partir de um jogo digital educativo construído para o ensino de matemática.

## 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Relacionar algumas das principais teorias de aprendizagem com o uso de jogos digitais;
- Mapear elementos da engenharia de software no processo de construção de jogos com propósitos educacionais;
- Projetar e implementar um jogo educativo com ação focada na solução de problemas matemáticos;
- Avaliar os efeitos do jogo sobre a motivação dos alunos.

### 1.3 JUSTIFICATIVA

O ponto de partida do trabalho foi uma observação localizada. No cotidiano do laboratório de informática de uma escola de ensino fundamental e médio, percebeu-se que o espaço não é totalmente utilizado para a prática pedagógica. As causas não são evidentes e podem estar ligadas a falta de preparo de professores, infra-estrutura insuficiente para o tamanho das turmas ou falta de softwares adequados para o sistema disponível.

O interesse dos alunos em utilizar o laboratório é muito alto. Frequentemente deixam de praticar atividades recreativas ao ar livre, geralmente preferida por eles, para utilizar o espaço de informática. Em eventuais faltas de professores, o laboratório também recebe os alunos. A procura é desencadeada pela possibilidade de divertimento com jogos digitais e internet.

Essa atitude em relação aos jogos é bastante conhecida e leva a pensar em uma união mais próxima entre eles e o ensino, algo que já é feito tradicionalmente no nível fundamental. Muitos conteúdos são apresentados dentro de jogos e brincadeiras.

Os jogos digitais são um novo formato e bastante flexível, agregando animações, textos, sons. Além de conseguir usar todos esses meios, o computador é um objeto que está fortemente presente no cotidiano. Acredita-se que o jogo se torna um material didático com grande potencialidade e o computador é a plataforma necessária para a construção e aplicabilidade desse tipo de material.

As instituições de ensino, na medida que se equipem com computadores com acesso à internet, podem ter acesso a materiais interativos facilmente encontrados em repositórios e bancos de objetos educacionais.

A partir dessas reflexões almejou-se desenvolver um jogo digital educacional de matemática que possa ser utilizado nos computadores escolares e residenciais, com o objetivo de aumentar a motivação e, possivelmente, as habilidades em matemática.

## 1.4 ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação está organizada em seis capítulos. O capítulo um introduz o estudo com a declaração do problema, a justificativa, as hipóteses e o delineamento da pesquisa. O capítulo dois fornece o referencial teórico como base para a construção do jogo. O capítulo três apresenta a metodologia da pesquisa que inclui o delineamento da pesquisa, procedimentos, tratamento e os instrumentos utilizados para a coleta e análise dos dados. O capítulo quatro apresenta a metodologia para o desenvolvimento e construção do jogo baseando-se no referencial teórico. O capítulo cinco apresenta os resultados da pesquisa e questionamentos para pesquisas futuras. O capítulo seis apresenta as discussões e conclusões do estudo.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

O propósito desse capítulo é apresentar uma fundamentação teórica sobre o relacionamento entre o design de jogos digitais e educação matemática.

### 2.1 EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

A reflexão sobre os aspectos problemáticos do ensino de matemática evidencia vários fatores que colocam a disciplina como um item não atrativo e incômodo do currículo da educação básica. A matéria geralmente é tida como algo extremamente difícil que lida com objetos e teorias fortemente abstratas, mais ou menos incompreensíveis (PONTE, 1992).

Quanto à isso, por vezes os alunos culpam os professores, que por sua vez organizam seu trabalho de acordo com o planejamento pedagógico da escola e com horário de trabalho. Isso acarreta dificuldades para preparar materiais e em certos casos há uma carga de conteúdos ensinados em um período de tempo curto. Conseqüentemente os alunos não se sentem atraídos, tem dificuldades e não conseguem aprender nesse período, obtendo notas baixas. Isso se repete bimestre a bimestre, gerando grandes números de reprovações na disciplina de matemática.

Evidencia-se nesse contexto uma rejeição a matemática fruto de desgosto e desmotivação por parte dos alunos, por esta não trazer situações prazerosas e significativas. As principais causas para rejeição a matemática são (REIS, 2000):

- falta de motivação do professor ao ensinar e falta de motivação dos alunos em aprender;
- a ideia pré-concebida e aceita pelos alunos de que a matemática é difícil;
- o rigor da matemática;
- experiências negativas que os alunos tiveram com a matéria;
- falta de relação entre a matéria ensinada na escola e o cotidiano do aluno;
- a prática do professor, as relações que este estabelece com os alunos e a forma com que ensina e avalia;

A partir desses argumentos pode-se dizer que, o professor como elemento fundamental para a mudança quanto a rejeição pode tomar algumas medidas (TATTO; SCAPIN, 2004):

- fazer uma reflexão e uma auto avaliação da prática pedagógica;
- conhecer a realidade social do aluno;
- conhecer como acontece o desenvolvimento cognitivo do aluno para não reforçar experiências negativas quanto a matemática;
- adequar materiais e recursos metodológicos;
- estabelecer conexões entre o conhecimento matemático e sua aplicabilidade em situações reais;

Existem recursos metodológicos e encaminhamentos que podem ser utilizados para os fins expostos acima, os quais se destacam: o recurso à resolução de problemas, modelagem matemática, etnomatemática, o recurso à história da matemática, o recurso às tecnologias e investigações matemáticas.

É importante ressaltar que a utilização desses recursos e metodologias surgiram com o movimento da matemática moderna, desencadeado no Brasil entre os anos 60 e 70, que provocou mudanças significativas no ensino de matemática (PINTO, 2005). A partir desse momento a prática escolar focalizou o ensino utilizando como principal tendência a resolução de problemas.

Polya (1994), diz que resolver um problema é encontrar um caminho onde nenhum outro é conhecido de antemão, encontrar um caminho a partir de uma dificuldade, encontrar um caminho que contorne um obstáculo, para alcançar um fim desejado, mas não alcançável imediatamente, por meios adequados. A abordagem de resolução de problemas, possibilita o desenvolvimento da inteligência do aluno fazendo-os resolver situações que são inerentes ao cotidiano. Assim, a metodologia de ensino em que o professor é o motor da aprendizagem, seria substituída por uma prática mais reflexiva e centrada no aluno.

Polya (2006) acrescenta:

É possível, que o aluno chegue a perceber que um problema de Matemática pode ser tão divertido quanto um jogo de palavras cruzadas, ou que o intenso trabalho mental pode ser um exercício tão agradável quanto uma partida animada de tênis. Tendo experimentado prazer no estudo da Matemática, ele não a esquecerá facilmente e haverá, então, uma boa

probabilidade de que ela se torne alguma coisa a mais: um hobby, um instrumento profissional, a própria profissão ou uma grande ambição (POLYA, 2006. p.01)

Outro meio é a etnomatemática. Surgiu na década de 1970 e seu papel é reconhecer e registrar questões de relevância social que produzem o conhecimento matemático. Essa tendência leva em conta que não existe um único, mas vários e distintos conhecimentos e que todos são importantes.

A etnomatematica valoriza a história dos estudantes pelo reconhecimento e respeito a suas raízes culturais. No aspecto cognitivo, releva-se que o aluno é capaz de reunir novos conhecimentos com os conhecimentos prévios, adaptando esses às novas circunstâncias e ampliando o fazer e saber matemático (PARANÁ, 2008). E isso graças a um sistema de comunicação elaborado que compartilha, transmite e difunde as maneiras e modos de lidar com diferentes situações (D'AMBROSIO, 2001).

Na modelagem matemática, o pressuposto é a problematização de situações do cotidiano. Ao mesmo tempo que propõe a valorização do aluno no contexto social, procura levantar problemas que sugerem questionamentos sobre situações de vida (PARANÁ, 2008).

Por meio da modelagem matemática os problemas reais são transformados em problemas matemáticos e resolvidos interpretando suas soluções na linguagem do mundo real (BASSANEZI, 2006).

Na abordagem da história de matemática, um componente importante é que nela se podem aprender caminhos lógicos para a construção de demonstrações pedagógicas em sala de aula (BROLLEZZI, 1991).

Ainda, outro componente presente na história da matemática é a linguagem simbólica da matemática. Essa propriedade também é tratada como um fator de desmotivação, uma vez que pode ser tratada superficialmente, chegando a gerar uma espécie de analfabetismo matemático. Porém, se a linguagem matemática é apresentada de uma forma contextualizada e com valor semântico relacionado aos seus símbolos, a aprendizagem se torna significativa e acaba fortalecendo a motivação para o aprendizado (BROLLEZZI, 1991).

Pode-se elencar também os fatos ou problemas na história do desenvolvimento das civilizações que foram resolvidos a partir da construção do conhecimento matemático. Dessa forma a utilidade de conceitos e demonstrações

ficam evidenciadas para o aluno, facilitando a transferência desses conhecimentos para o cotidiano.

Quanto à utilização da tecnologia da informação, percebe-se que cada vez mais as crianças e adolescentes possuem acesso a uma informática cada vez mais avançada. Nesse cenário pode ser importante do ponto de vista motivacional que a escola quebre os modelos de sala de aula passando a transportar o ensino para novas mídias, tão presentes e influentes na vida de cada aluno.

Transferindo a prática com lápis e papel para o computador, um aspecto fundamental da disciplina é enfatizado, que é a experimentação. Os estudantes argumentam e fazem conjecturas sobre as atividades desenvolvidas na experimentação (BORBA; PENTEADO, 2001).

Finalmente, entende-se que os jogos podem satisfazer os critérios que possivelmente tornam a atitude dos alunos, em relação a matemática, mais motivadora. Os elementos que constituem um jogo, como enredo e personagens, podem ser construídos usando conceitos e problemas de uma disciplina, visando mudar a perspectiva do aluno perante os conteúdos.

Esse tipo de atividade está presente na vida da criança de forma natural e espontânea. É fácil verificar que as crianças realizam brincadeiras e atividades que promovem uma motivação intensa, capaz de inseri-las em um mundo totalmente delas e impenetrável por qualquer distração.

Nesse sentido a utilização de jogos para o ensino de matemática favorece a criação de ambientes motivadores em que ao mesmo tempo que os alunos estão se divertindo, também estão aprendendo. Vyotsky (1994) afirma que os jogos potencializam a zona de desenvolvimento proximal, se tornando um importante instrumento para favorecer a aprendizagem na criança.

Os diversos problemas existentes quanto a rejeição pela matemática podem ser amenizados se o professor utilizar diferentes metodologias. É importante enfatizar que nenhuma dessas tendências é tomada como única solução. A prática do professor, as particularidades de cada aluno e o ambiente são fatores que devem ser considerados para a construção de uma metodologia eficiente.

Mesmo que o professor possa ensinar todo o conteúdo utilizando uma dada estratégia específica, é muito provável que ela não esgote todas as possibilidades de realizar o processo de ensino e aprendizagem. Por isso, a articulação entre diferentes tendências se torna fundamental para a construção de metodologias e

para ampliar as possibilidades de sucesso. Um fruto da união de algumas dessas estratégias se configura como o Jogo digital educativo.

É nesse recurso que esta pesquisa se foca. Desde a construção de um material didático – jogo digital – até a sua aplicação em sala de aula e na verificação de sua funcionalidade.

## 2.2 JOGOS ENQUANTO ATIVIDADE HUMANA

Jogos estão presentes ao longo da história da humanidade, em vários formatos e situações: o termo admite acepções que podem ir desde um extremo completamente lúdico, associado à ‘brincadeira’, até situações sérias, como jogos de palavras ou de poder. Esse traço dos jogos é universal e atravessa barreiras entre línguas, como se pode constatar com o uso em vários contextos das palavras *play* em inglês, ou *jouer* em francês.

Existem inúmeras definições de jogos, tentativas de classificação e de relacionamento entre definições (BROUGERE, 1995). Buscar uma definição permite vislumbrar toda a riqueza do assunto e orientar melhor o processo de concepção. Dado o caráter polissêmico do termo ‘jogo’, listar seus componentes é uma maneira de defini-lo (JARVINEN, 2008; HOLOPAINEN, 2011). O clássico “Homo Ludens” diz que um jogo deve ser voluntário, ter limites espaciais e temporais, ter regras, e objetivos (HUIZINGA, 1999).

Reunindo algumas características gerais, pode-se dizer que um jogo é:

- Livre e voluntário – os jogadores se sintam alegres e atraídos (CZIKSZENTMIHALYI, 2008). Qualquer tipo de ordem ou obrigação destrói de imediato sua natureza (HUIZINGA, 1999; CAILLOIS, 1990);
- Limitado em espaço e tempo e repetível (HOLOPAINEN, 2011). Também possui um espaço fora do real, criado especificamente para a prática do jogo (HUIZINGA, 1999; CAILLOIS, 1990);
- Incerto – o resultado não pode ser previsto e o desenrolar não pode ser determinado (CAILLOIS, 1990);
- Imersivo – absorve toda a atenção dos jogadores (HUIZINGA, 1990; CZIKSZENTMIHALYI, 2008; KISIELEWICZ, 2012);
- Regulamentado – possui um sistema de regras e leis válidas durante a atividade (CAILLOIS, 1990; JARVINEN, 2008; HOLOPAINEN, 2011);

- Fictício – existe uma separação do mundo real onde um novo espaço é criado com regras e possibilidades diferentes (CAILLOIS, 1990; JARVINEN, 2008; SALEN; ZIMMERMAN, 2004).

Dentre tantas definições e classificações diferentes retemos uma bastante sintética e adaptada a desenvolvedores de software; um jogo deve ter (McGONIGAL, 2012): uma ou mais metas claras que dirijam a atenção; um conjunto de regras; e um sistema que demonstre o progresso do jogador (feedback).

### 2.3 MATEMÁTICA, JOGOS E MOTIVAÇÃO

Ao discutir o ensino de Matemática, um dos temas recorrentes é a participação dos alunos dentro do processo de ensino e a crítica a algo que se convencionou chamar de ‘ensino tradicional’. Essa denominação reúne características como a aula em forma de monólogo, a repetição exaustiva de exercícios, a memorização de algoritmos e a baixa exploração de habilidades cognitivas de ordem mais elevada como raciocínio lógico e emprego de heurísticas. Embora a repetição e memorização sejam fundamentais na criação de expertise e mostrem resultados muito positivos no ensino de Matemática (MCKENNA, HOLLINGSWORTH, BARNES, 2005), esta disciplina requisita outras habilidades cognitivas. Assim ao lado da obtenção de conhecimento (tabelas de multiplicação, propriedades de operações) a Matemática exercita também capacidades como raciocínio lógico e heurísticas para solução de problemas, algo percebido desde os níveis mais básicos:

“...children do not rely solely on memorization; they do not employ only mechanical skills; they do not operate only on a ‘concrete’ level. They deal spontaneously and sometimes joyfully with mathematical ideas.” (GINSBURG e AMIT, 2008).

Em função disso, a participação ativa dos alunos se reveste de uma importância particular. Obter a atenção e engajamento da classe é de importância capital para melhorar a eficiência do processo de ensino, ampliar a compreensão e aumentar os índices de retenção de conhecimento. Ironicamente, outra característica intrínseca da Matemática – a abstração – se interpõe como barreira nesse objetivo de motivação, em parte por uma abordagem inadequada em sala:

“...children might come to appreciate utility: how and why the mathematics is useful, a form of understanding that has been largely ignored in the literature and is typically given little prominence in schools.” (PRATT e NOSS, 2010).

Entender aspectos de motivação humana é importante para traçar estratégias em sala de aula. Ela pode ser classificada como intrínseca ou extrínseca (VALLERAND et al 1992). No primeiro caso o indivíduo é movido a realizar uma atividade porque ela lhe proporciona prazer de alguma maneira. Esportistas de alto nível e artistas são exemplos de pessoas que se engajam de forma autônoma em realizar tarefas. A motivação extrínseca é separada da atividade em si, que se torna um passo intermediário para o objetivo. Um exemplo disto é o estudante que se obriga a estudar, porque quer obter um diploma.

O uso de brincadeiras e jogos em sala de aula é assunto conhecido, de modo que os videogames não devem ser encarados como uma novidade nesse terreno (GEE 2007, PRENSKY 2007). Jogos de computador podem atuar nos dois tipos de motivação, dependendo de como os conteúdos são tratados dentro do programa. Na motivação extrínseca um jogo pode ser aplicado como recompensa pelo aluno atingir algum objetivo fixado pelo professor, tal como fazer tarefa de casa (CHEE-MATEI, 2007). Para criar a possibilidade de motivação intrínseca, o conteúdo sendo tratado deve ser integrado dentro do jogo em si (MALONE, 1981; RIEBER 1996). Esse objetivo é mais difícil de ser atingido. Uma maneira de explorá-lo é buscando um mapeamento entre os conteúdos de aprendizagem e os elementos que formam o cenário do videogame (KOSCIANSKI, 2010)

## 2.4 TEORIAS DE APRENDIZAGEM E JOGOS

Para fazer um sobrevoo da tríade professor – conteúdo – aluno e nele situar um jogo computacional, tomaremos por base duas questões: a) considerar como as pessoas aprendem; e b) quais elementos devem estar presentes em um objeto educacional para que a aprendizagem se torne uma realidade.

A primeira pergunta traz para cena as várias teorias da aprendizagem. Cada uma delas oferece uma perspectiva diferente sobre o assunto, mas felizmente todas possuem elementos comuns e por isso apresentam superposição não negligenciável entre si (SCHUNK, 2012). Aqui consideraremos duas linhas gerais para traçar

relações com jogos educacionais, que são ligados ao construtivismo e ao comportamentalismo.

A aprendizagem construtivista se apoia na ideia de que os indivíduos produzem novo conhecimento pela interação com ambiente e com outras pessoas, além de usar conhecimento prévio (BODNER, 1986; SCHUNK, 2012). Alguns princípios do construtivismo consistem em afirmar que o conhecimento:

- não se ensina por transmissão pura, mas é construído ativamente;
- pode ser obtido por experiência ou por dedução (existem variantes dessa ideia segundo o autor pesquisado);
- é simbolicamente construído pela criação de representações de ações.

Alguns autores que trabalham na linha do construtivismo são Piaget, Vygotsky, Bruner, Papert. De maneira geral, no construtivismo, tudo o que o aluno experimenta é comparado ou testado contra seus conhecimentos prévios; novo conhecimento é assimilado com aquilo que o aluno já sabe.

Jogos do tipo RPG (Role-Playing-Games), apresentam uma similaridade com esse contexto em virtude de que o usuário avança no roteiro na medida em que entende como o jogo funciona e acumula experiência sobre sua mecânica. Em um jogo pedagógico isso se traduz em experimentação ativa (KIILI e KETAMO, 2007). O fato de que o cenário de RPGs integra textos de forma natural torna esse gênero um pouco mais propício para tratar assuntos que envolvam instruções detalhadas ou que precisem ser explicados passo a passo, como algoritmos matemáticos (ROSA, 2004).

Dentro da categoria RPG, estão presentes os MMORPGs (Massive-Multiplayer-Online-RPG). Neles, milhares de usuários com nível variável de experiência se misturam. Faz parte da cultura das comunidades que praticam MMORPGs ensinar os menos experientes como progredir mais rapidamente. Isto é um exemplo prático de conhecimento que é distribuído e construído socialmente. Esse tipo de aprendizagem, dentro de uma interação social, foi alvo dos trabalhos de Vigostki. Jamais tendo batizado seu próprio trabalho, Vygotsky deixou a porta aberta para várias denominações, como por exemplo ‘sócio-construtivismo’ (PRESTES, 2010). Um conceito chave em seu trabalho é a “Zona de Desenvolvimento Proximal” ZDP – ou mais propriamente ‘zona de desenvolvimento iminente’ segundo Prestes (op.cit). A ZDP expressa a diferença entre o conhecimento e a habilidade que o

indivíduo já possui, e a capacidade potencial que ele somente consegue alcançar pela interação com outra pessoa. Vygotsky argumentou que a ZDP é uma característica essencial para a aprendizagem, assim como o desenvolvimento das capacidades potenciais somente são possíveis quando o aluno está interagindo com indivíduos em seu ambiente e em cooperação com eles (VYGOTSKY, 1978).

Voltando ao ambiente de jogos, embora seja possível um usuário alcançar certos níveis por si mesmo, não é incomum que desafios mais difíceis sejam desenvolvidos para serem vencidos com a ajuda de outros jogadores. Criar uma cyber-comunidade é uma estratégia que faz parte de praticamente todo MMORPG. Nessas situações, o jogador usará as habilidades e recursos que tiver disponível em combinação com as capacidades e recursos de outros jogadores presentes na rede no momento em que estiver interagindo.

A segunda teoria que examinamos aqui é a Behaviorista. Ela se concentra no estudo dos comportamentos que podem ser observados e mensurados e considera a mente como uma “caixa preta” no sentido de que a resposta para um estímulo pode ser observada quantitativamente, ignorando o processo de como o pensamento acontece (BOZARTH 1994). Alguns autores chave no desenvolvimento da teoria behaviorista são: Pavlov, Watson, Thorndike e Skinner.

Essa teoria também sugere que se um comportamento é reforçado por ações positivas, o sujeito tende a repetir o mesmo comportamento no futuro (WATSON, 1997). Nesse sentido, aprender é aumentar a probabilidade de um comportamento acontecer baseado nos estímulos passados.

Diversos estímulos são usados em videogames para provocar emoções e divertimento nos usuários (FREEMAN, 2003; GARRIS, AHLERS e DRISKELL, 2002; HUNICKE, LEBLANC, ZUBEK, 2004). Os jogadores podem, por exemplo, ser movidos pelo desejo de auto superação (CZIKSZENTMIHALYI, 2008; KOSTER, 2005). Registrar e expor a pontuação em placares serve tanto para medir o desempenho do jogador como para atuar como reforço do comportamento (buscando melhorar um recorde), ou como estímulo a competição. Além da pontuação o jogador pode ser recompensado ao passar de fase “ganhando vidas” ou itens usados em fases seguintes. Essa ideia se caracteriza como meta-recompensa (HOLOPAINEN, 2011), pois o item recebido não é apenas um fim em si, mas um meio para atingir um próximo objetivo no jogo que a seu turno proporcionará satisfação ao usuário. A escalada de dificuldade serve para evitar a

monotonia (KOSTER, 2005) e continuar desafiando as habilidades do jogador (CSIKSZENTMIHALYI, 2008).

A lógica behaviorista está presente na maioria dos videogames. Os jogos educacionais não são uma exceção. Muitos jogos de matemática empregam algum tipo de atividade baseada em estímulo-recompensa. O cenário típico consiste de um problema com alternativas de múltipla escolha vestidas em alvos que se devem alvejar, blocos que devem ser transportados, etc. O “esquema de estímulo” – a taxa em que cada recompensa é dada – é crucial para manter a motivação e levar a uma aprendizagem efetiva (AMSEL, 1962; MACHADO, 1989; STEBBINS e LANSON, 1962). Planejar e controlar essa taxa em um jogo é um objetivo não trivial (ORVIS, HORN e BELANICH, 2008).

Esse parâmetro tem uma influência direta no projeto de videogames. Se o programa oferece poucas recompensas e é difícil avançar, o usuário pode ficar desapontado pelo insucesso e inseguro se as ações que está tomando estão corretas ou não. Ao contrário, se muitas recompensas são obtidas rapidamente e o jogador não realiza determinado esforço na atividade, a mesma perde seu propósito e a tendência é abandoná-la (KOSTER, 2005).

Um recurso multimídia – como um videogame educacional – é um componente de um projeto instrucional (instrucional design) do qual fazem parte outros itens, como as leituras dos alunos, explicações em sala, exercícios, etc. (KOSCIANSKI, RIBEIRO e SILVA, 2012). Idealmente um jogo educacional não deve ser projetado isolado, mas como parte de um contexto maior, influenciando a concepção de outros materiais e sendo por eles influenciado.

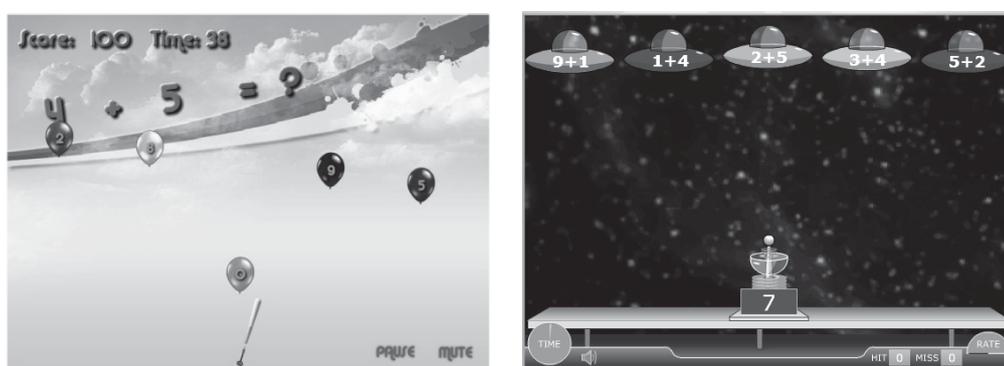
## 2.5 PROJETO E CONSTRUÇÃO DE JOGOS

A seção anterior apresentou duas concepções gerais de ensino que podem ser exploradas no contexto de videogames educacionais. Nos dois casos os jogos podem ser explorados diretamente no ensino, ou podem ser empregados para flanquear o problema.

Para exemplificar isto, em uma abordagem mais construtivista o software pode funcionar como promotor ou facilitador de socialização. Os jogos em rede podem encorajar os usuários a trocar experiências e informações, sendo que o

conteúdo em si não faz parte direta das ações dentro do programa. Criar condições para que um indivíduo realmente desenvolva passo a passo uma solução a um problema não é um objetivo simples em sala de aula e pode ser ainda mais desafiador em um jogo. O estilo RPG pode ser considerado para esse propósito, na medida em que oferece suporte a enredos complexos que podem ser explorados segundo diferentes caminhos por cada jogador. Naturalmente, o projeto de um jogo dessa natureza pode ser bastante complexo.

No caso da abordagem behaviorista a situação se coloca de maneira diferente. A instrução se dá por eventos curtos e nos quais a quantidade de informação apresentada é limitada. Exemplificando, nesse gênero um algoritmo de multiplicação ou divisão pode ser apresentado passo a passo, oferecendo-se ao jogador a cada instante, opções que correspondem a uma ação correta ou não. Tradicionalmente os jogos de cunho behaviorista resumem a experiência de aprendizagem a “acertar” ou “errar” dentro de uma mecânica bastante limitada. Um exemplo típico é apresentado na Figura 1.



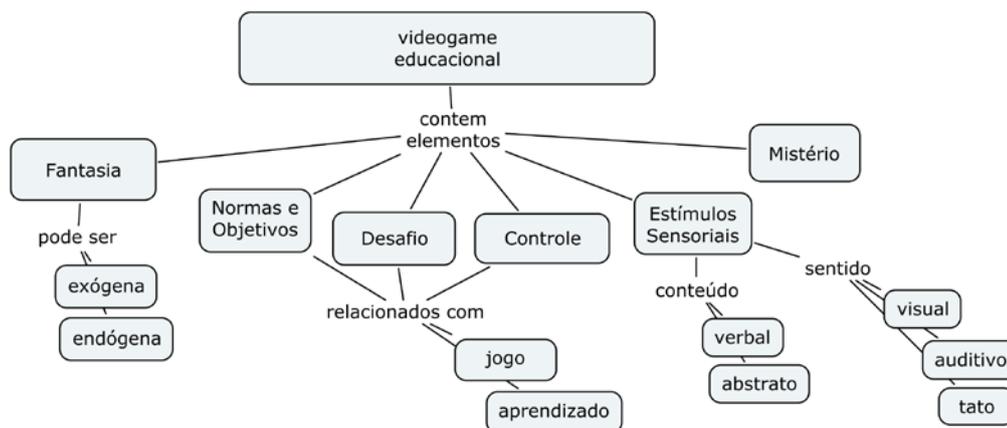
**Figura 1 - Dois jogos educacionais**  
**Fonte: Hoodamath e Arcademic Skill Builders**

A tela mostrada à esquerda na Figura 1 corresponde ao jogo “Balloon Math”. O software sorteia os dados para um problema de adição e apresenta uma lista de alternativas, também aleatória; a mecânica do jogo, bastante clássica, consiste em atingir um alvo mostrando a solução correta. Uma pequena modificação leva ao jogo “Alien Addition”, da empresa Arcademic [sic] Skill Builders, em que há mais de uma resposta possível. Uma modificação seguinte seria apresentar um número aleatório e deixar ao usuário a tarefa de completar o cálculo inteiro, como em  $5 = ? + ?$

A concepção de um jogo educacional, incluindo os conteúdos abordados e a mecânica do mesmo, não é uma atividade determinística. Assim como preparar uma

sequência didática interessante e efetiva requer de um professor experiência e uma dose de criatividade, o desenvolvimento de um jogo educacional também envolve um esforço de concepção livre. Dois subterfúgios para auxiliar essa fase consistem em definir mapeamentos entre operações que se deseja ensinar e operações existentes em jogos; e explorar um leque de opções, como diferentes cenários e gêneros (ação, puzzle, RPG, etc.) antes de definir a implementação definitiva (KOSCIANSKI, 2010).

Dividir um videogame em um conjunto de componentes pode ajudar a organizar a fase de concepção. Entre as várias classificações de elementos constituintes de jogos, podemos citar Järvinen (2008) e Holopainen (2011), ou a abordagem concisa e prática dada por Garris, Ahlers e Driskell (2008), contendo seis itens: fantasia, normas e objetivos, estímulos sensoriais, desafio, mistério e controle. Alguns aspectos complementares são a jogabilidade, conflito, desafio e interatividade (CRAWFORD, 2003). Esses elementos estão resumidos na Figura 2 e são detalhados a seguir.



**Figura 2 - A classificação de Garris et al (2008) para elementos constituintes de jogos**  
 Fonte: O autor

A fantasia em um jogo pode ser de dois tipos: exógena e endógena. Na fantasia exógena, jogo e conteúdo são independentes; um exemplo extremo seria criar um jogo de ação e introduzir problemas de matemática como condição para avançar de fase. O segundo tipo, fantasia endógena, mescla conteúdo e jogo de maneira autêntica. O exemplo neste caso um jogo de corrida, em que o usuário seleciona motores e combustíveis a partir de informações de rendimento (distância por litro) e preço, para depois montar seu veículo e competir. Jogos do tipo RPG são os mais flexíveis com esse propósito.

Normas e objetivos demarcam a mecânica e podem ter papéis variados. No xadrez, por exemplo, as regras ocupam um lugar central da atividade. Já em videogames de ação as regras simples são preferidas, deixando a ação em primeiro plano (KOSTER 2005). Um jogo educacional, assim como uma aula, deve agir para que o aluno se concentre no conteúdo (GAGNÉ 1974). Os jogos exemplificados da Figura 1 tem cenários que embora não criativos, implementam corretamente essa ideia.

Estímulos sensoriais, incluindo grafismos, textos e trilhas sonoras e mesmo retorno tátil, devem ser distribuídos intencionalmente no cenário para provocar o lado afetivo dos usuários (FEIL, SCATERGOOD 2005). Traçando um paralelo, nos livros didáticos no Brasil as ilustrações com técnicas como aquarela ou pintura a óleo são raras, prevalecendo o traço simples, no estilo de *cartoon*. Essa estratégia de pouca variedade e baixo custo pode ser arriscada no caso de videogames, pois usuários estão habituados com títulos comerciais cujo orçamento pode se igualar ao de um filme (KISIELEWICZ, 2012). Além de servir ao propósito estético e emocional, os elementos sensoriais devem ser explorados com critério no lado pedagógico, pois diferentes combinações de textos, imagens e sons interferem nos resultados de aprendizagem (ZANOTTO, 2012). A Matemática emprega, com frequência, representações gráficas para ilustrar funções, proporções e medidas. Em um jogo didático isso pode ser combinado com facilidade com a apresentação de fórmulas e textos explicativos, trazendo uma riqueza de representações benéfica para o aluno. Um pesquisador que se deteve bastante no estudo desse aspecto foi Richard Mayer (2001).

O componente de desafio, já mencionado, deve ser dosado em dois aspectos: a dificuldade de avançar no jogo, imposta pela mecânica do mesmo; e a dificuldade de natureza didática, dos conteúdos sendo tratados. Os protótipos podem auxiliar a realizar uma calibração prévia do funcionamento do software (BETHKE, 2003), em busca de um nível de estresse mantenha o interesse do jogador (CZIKSZENTMIHALYI, 2008)

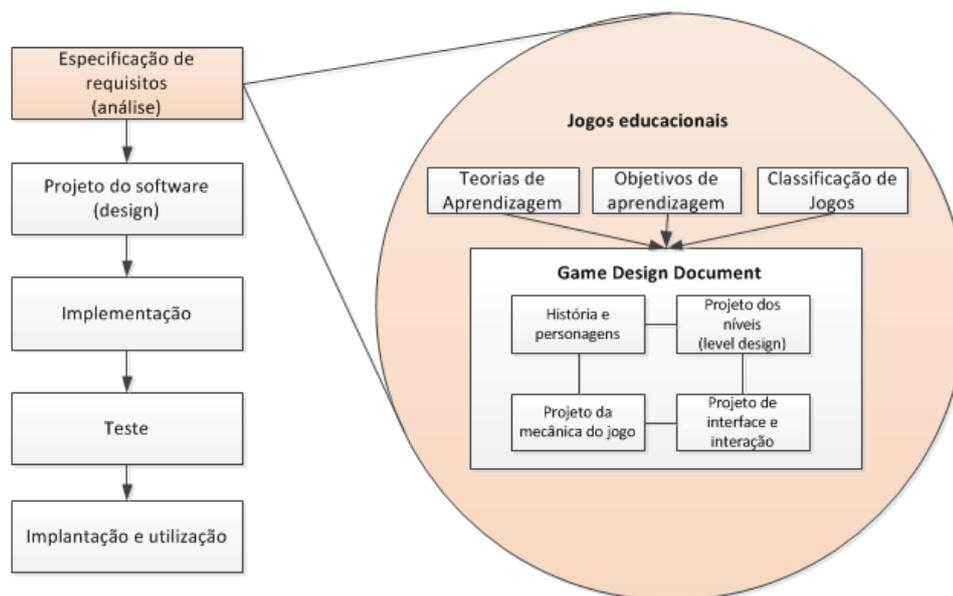
Um dos atrativos principais de videogames é a novidade presente atrás de cada nível (KOSTER, 2005). O mistério, ou surpresa, é capaz de criar uma tensão positiva que mantém o interesse do jogador. Uma solução simples é introduzir novos personagens e grafismos a cada fase, sem que seja necessário mudar regras. Variar o nível de desafio também auxilia nesse objetivo. Outra possibilidade seria ajustar o

nível de dificuldade dinamicamente, em função do comportamento e desempenho do jogador.

Finalmente, o controle do jogo pode dizer respeito à duas coisas. Primeiro, o usuário deve se sentir no comando do software, que deve reagir precisamente aos seus comandos. Essa condição ajuda a garantir a imersão e aumenta o conforto de uso (KOSTER, 2005). Em segundo lugar, dependendo da abordagem de ensino, pode-se dar ao aluno controle sobre seu avanço dentro do conteúdo (GARRIS, AHLERS e DRISKELL 2008). Isto pode reduzir a possibilidade de frustração e também atuar no prazer de vencer fases do jogo e colher respostas corretas para os problemas de ensino nele apresentados.

Ao criar um jogo dentro de uma equipe composta por professores, desenhistas e programadores, é essencial manter um registro de ideias e decisões. Para isso pode se usar um documento conhecido pelo nome em inglês, *Game Design Document*. Esse documento funciona como um formulário, guiando a equipe de criação para pensar em todos os elementos do jogo e as relações entre eles (BETHKE 2003; ROLLINGS e MORRIS, 2004). Embora o documento não trate de aspectos técnicos como linguagens de programação e ferramentas de desenvolvimento, quanto mais completo e detalhado ele se apresentar, maiores as chances da implementação transcorrer bem (FLYNT e SALEM, 2005). Não há um modelo único ou consagrado de documento de projeto de jogos, sobretudo porque o objetivo é justamente ajudar o trabalho criativo, mas sem engessá-lo. Existem vários modelos disponíveis, tanto na literatura quanto na internet, que podem ser adaptados de acordo com o que for convencionado pela equipe de projeto.

Engenharia de Software – Atividades no processo de construção de software



**Figura 3 - Processo de construção de software**  
 Fonte: O autor

A criação de qualquer programa, incluindo jogos, pode ser descrita em uma série de etapas estudadas em engenharia de software (PRESSMAN, 2001), ilustradas na Figura 3. Durante a primeira etapa, conhecida como análise de requisitos, deve ser definido claramente o funcionamento do software (SOMMERVILLE e KOTONYA, 1998; WIEGERS, 2003). Para construir um jogo educacional é preciso realizar um levantamento detalhado de informações junto às pessoas que podem contribuir para criar um instrumento eficiente; isto pode incluir professores, pedagogos, artistas gráficos e até alunos, que podem avaliar desenhos iniciais, telas e protótipos. O Game Design Document, apresentado na seção anterior, é uma peça central no desenvolvimento de um jogo e pode servir como base para organizar o trabalho desses diferentes especialistas.

Embora as atividades da Figura 3 estejam listadas em sequência é possível ocorrer retornos. Por exemplo, no projeto pode ser necessário voltar a rever requisitos em função de obstáculos como custo ou tempo para a implementação. A organização dessas fases e do trabalho da equipe também é objeto da engenharia de software (PRESSMAN, 2001).

### 3 DESENVOLVIMENTO DO JOGO

Nossa intenção nesse capítulo não é de ensinar nem de mostrar um tutorial de como fazer um jogo computacional. Mas, mostrar quais são as características presentes no jogo e relaciona-las com a literatura prévia.

Antes de tudo, ressaltamos que o desenvolvimento de um jogo computacional não é uma tarefa fácil. Ainda mais para se realizar sozinho. Grande parte dos jogos educacionais presentes no mercado é desenvolvida por equipes que unem todas as habilidades necessárias para a construção de um bom jogo. Geralmente os papéis presentes dentro de uma equipe de desenvolvimento de jogos são: Programadores, Desenhistas, Engenheiros de som e administradores para o caso dos jogos comerciais.

Várias etapas são percorridas até a finalização de um jogo. Mostraremos de forma geral as que foram executadas no desenvolvimento de “As Aventuras de Simon Bile”. Dividimos o processo em três grandes partes baseados no: estágio conceitual, estágio de elaboração, estágio de refinamento.

#### 3.1 ESTÁGIO CONCEITUAL

O objetivo de desenvolver um jogo computacional educacional nos remete a pensar paralelamente em dois pilares fundamentais: diversão e ensino. Abaixo descrevemos o conceito do jogo, cada parágrafo trata de uma característica específica e fundamental do jogo e por isso podem parecer desconexos.

O primeiro passo para conseguir atingir os dois objetivos é ter uma ideia inicial de como vai ser o jogo. Muitas ideias surgem da experiência que já tivemos em diversos tipos de mídia – livros, filmes, jogos – e com isso conseguimos construir mentalmente um modelo para basear a construção.

Com isso descrevemos nosso jogo como sendo uma aventura onde o personagem principal deve resolver problemas matemáticos para alcançar o objetivo final do jogo.

O personagem principal chama-se *Simon Bile* e seu papel é executar todos os comandos dados pelo jogador no sentido de resolver os problemas presentes no jogo. O *Simon* é a extensão do processo de raciocínio do jogador.

Sobre a jogabilidade, ela pode variar conforme a fase. Na primeira fase o jogador tem uma visão de cima do *Simon*. Assim a movimentação do personagem ocorre em todas as direções. Já na segunda fase a visão é lateral, como no jogos de plataforma, assim a movimentação do personagem acontece somente nas laterais, direita e esquerda.

A audiência do jogo é o público infantil com idade entre 09 e 12 anos. O jogo aborda problemas de matemática avaliados por um sistema de avaliação em massa e por isso a idade da audiência é limitada pelo nível os problemas apresentados. Isso não impede que alguém fora dessa faixa etária possa utilizar o jogo.

Para a execução do jogo é importante que se tenha uma máquina com um navegador de internet atualizado. O jogo foi desenvolvido em flash e exige que o flash player das máquinas também esteja atualizado. A opção por desenvolvimento nessa plataforma é a possibilidade de rodar em qualquer sistema operacional para computadores. Dessa forma, as escolas que possuem um sistema Linux em seus laboratórios também poderão utilizar o jogo sem problemas.

O jogo foi desenvolvido sem uma licença comercial, quem for utilizar o jogo pode baixá-lo sem problemas. No entanto a comercialização do jogo não está disponível e nem é permitida.

### 3.1.1 Sumário do Jogo

A história inserida no jogo não é apresentada no software que utilizamos para o estudo devido à falta de recursos para produzir as cenas que antecedem o início das fases. No entanto ela é descrita no documento de design do jogo (Anexo X) e pode ser implementada em trabalhos seguintes.

As fases são contínuas, isso quer dizer que são lineares, cada fase possui um sistema de avaliação que possibilita jogar a fase seguinte. Na primeira fase, *Jardim*, o jogador deve empurrar a caixa indicada pelo objetivo na posição correta enquanto foge de um cachorro que tenta alcançar o personagem. Na segunda fase, *Sala de Estar*, um cano no teto arremessa sólidos geométricos e o jogador deve levar cada sólido para a caixa correspondente enquanto dois canhões jogam mamonas laranjas para atrapalhar o jogador.

Essas são as linhas gerais do jogo “As aventuras de Simon Bile”. Como podemos ver o conceito é muito mais do que uma ideia geral. É uma série de ideias

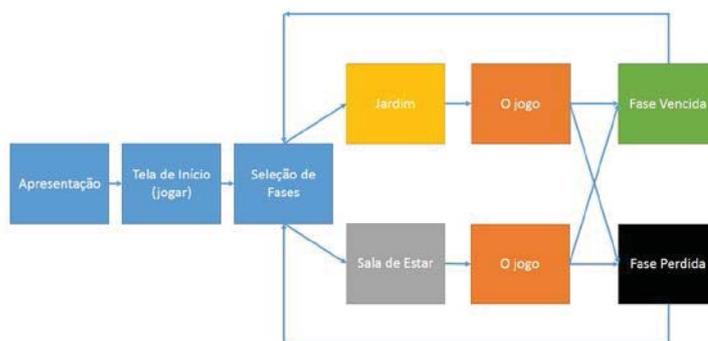
que complementam todos os quesitos que transformam a ideia geral em algo concreto e utilizável. Uma vez que tivemos os critérios de desenvolvimento estabelecidos e documentados no game design document, passamos para o estágio de elaboração.

### 3.2 ESTÁGIO DE ELABORAÇÃO

Durante estágio de elaboração os papéis fundamentais de administrador, desenhista e programador são essenciais para a conclusão dos objetivos. Eles trabalham em conjunto. O administrador define os prazos conforme as habilidades e entrosamento do desenhista e do programador. O programador e o desenhista precisam trabalhar em conjunto para obterem o melhor desempenho e deixar o jogo bonito e com uma boa jogabilidade.

No caso do jogo “As aventuras de Simon Bile”, todos os papéis estavam presentes em uma só pessoa. Isso ajudou a determinar o que seria ou não possível de desenvolver. No entanto, isso não é uma vantagem, uma vez que em diversas ocasiões olhares de fora do desenvolvimento ajudaram a resolver problemas cruciais em seu desenvolvimento.

Primeiramente elaboramos a estrutura do jogo descrita na figura 4,



**Figura 4 - Estrutura do jogo As aventuras de Simon Bile**  
**Fonte: O Autor**

Em seguida temos as telas de cada módulo da estrutura,



Figura 5 - Tela de apresentação do jogo  
Fonte: O Autor

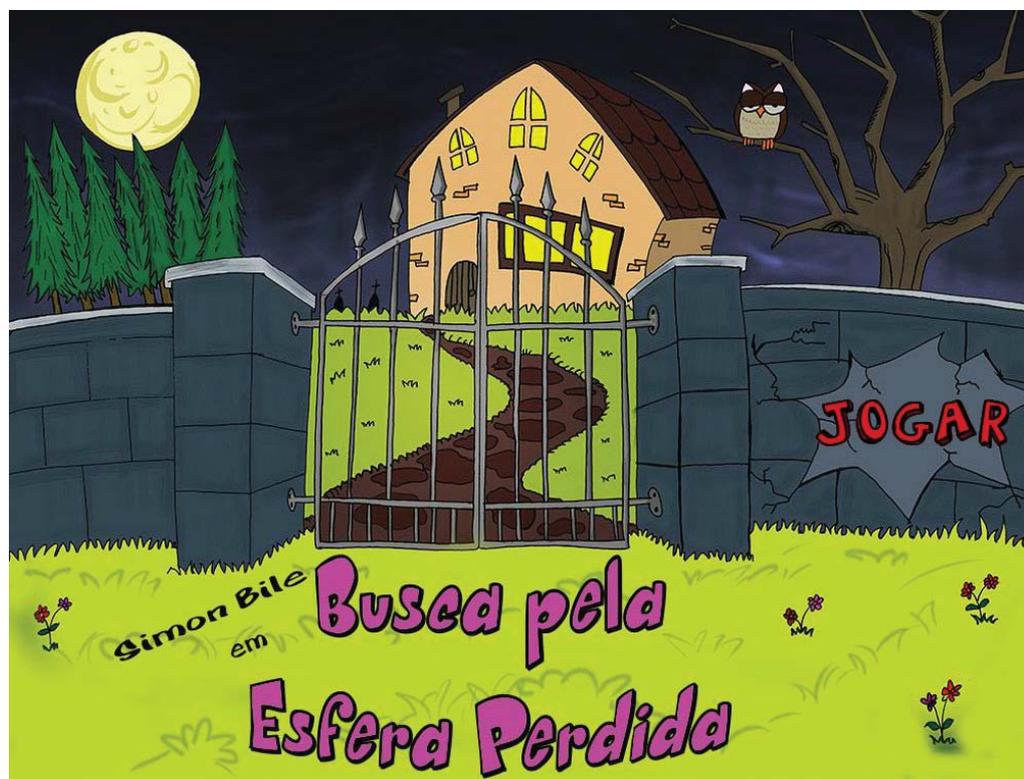


Figura 6 – Tela Inicial do jogo  
Fonte: O Autor



Figura 7 – Seleção de Fases - Jardim  
Fonte: O Autor

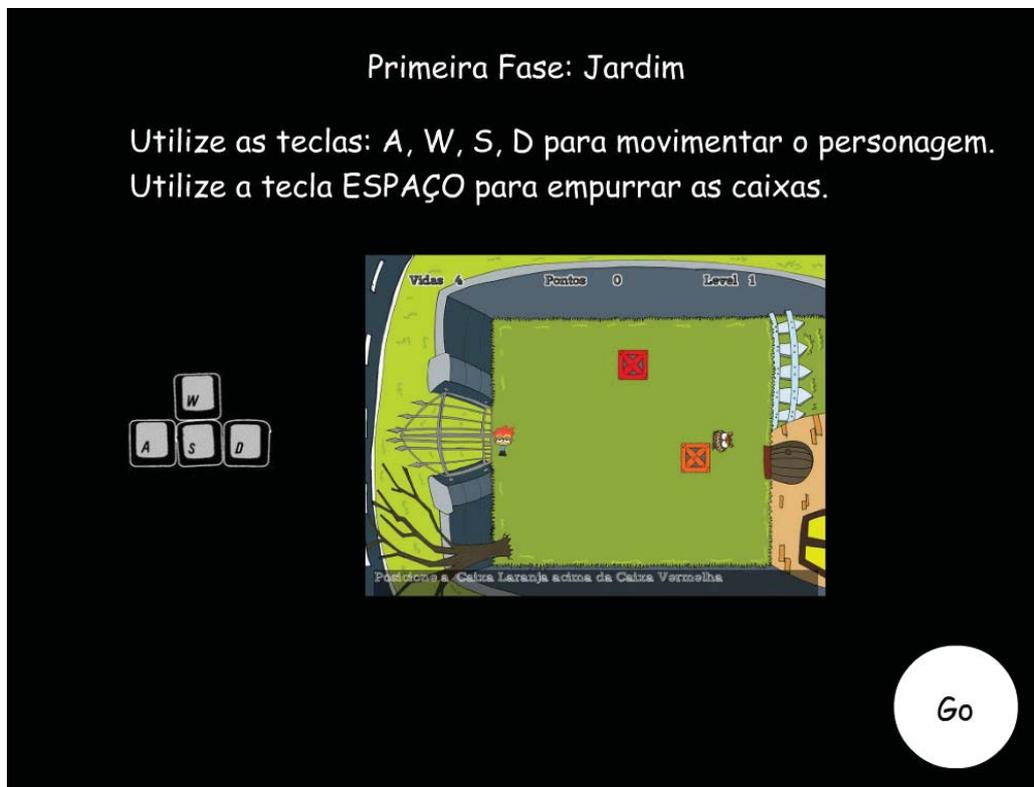


Figura 8 - Instruções da Fase Jardim  
Fonte: O Autor



**Figura 9 - Fase Jardim**  
 Fonte: O Autor

A implementação da *Fase Jardim* foi interessante no sentido de que não queríamos que o jogo fosse simplesmente vencido a partir de respostas totalmente corretas ou totalmente erradas, como nos testes de múltipla escolha. Nesse sentido desenvolvemos um algoritmo em que a fase é montada aleatoriamente, ou seja, a posição das caixas, as cores e o objetivo são alterados cada vez em que o jogo é carregado. Dessa forma tentamos fugir ao máximo de uma aprendizagem por tentativa e erro ou por colar do colega como passou de fase. Se um aluno desejar consultar seu colega como ele obteve sucesso, terá que tentar executar o mesmo raciocínio com as variáveis presentes na fase e não simplesmente reproduzir o que o colega fez.

Outro aspecto importante é o feedback imediato passado pelo jogo. Esse feedback está presente na pontuação e é calculado pela distância entre as caixas. Para isso o desenvolvedor atribuiu uma distância de pontuação máxima e de pontuação mínima. As distâncias dentro desse intervalo remetem a uma pontuação diferente.

Consideremos a figura 9, o objetivo é: Posicione a caixa preta acima da caixa vermelha. Para o jogo qualquer posição acima é considerada certa, no entanto a distância em que está acima define a pontuação obtida pelo jogador.

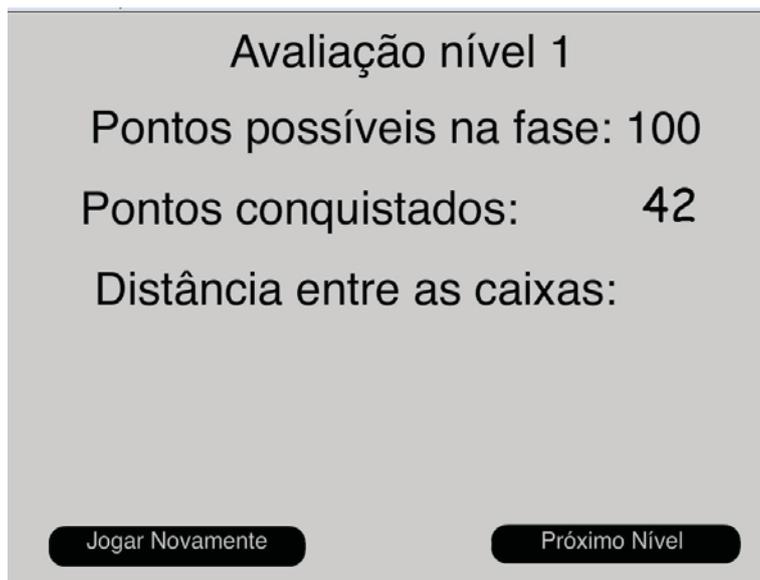


Figura 10 - Avaliação do jogo desempenho do jogador  
Fonte: O Autor

Depois que o jogador passa da primeira fase, o jogo mostra à ele sua performance na fase. Nessa tela, o jogador pode comparar sua pontuação com a pontuação máxima possível da fase e decidir se joga novamente ou avança para o próximo nível. Se o jogador escolhe opção *Jogar Novamente*, ele é remetido para a fase corrente e os atributos de pontuação e quantidade de vidas do personagem são reiniciados.



Figura 11 - Seleção de Fase - Sala de Estar  
Fonte: O Autor



Figura 12 - Instruções da Fase Sala de Estar  
 Fonte: O Autor



Figura 13 - Fase Sala de Estar  
 Fonte: O Autor

Para a fase *Sala de Estar*, a avaliação ocorre de maneira determinística, ou seja se o jogador decide levar o sólido para a caixa errada, uma vida é descontada e um sinal sonoro indica que ele errou. No entanto, ele possui várias chances de acertar uma vez que vários sólidos caem do teto para serem distribuídos entre as caixas.

O diferencial dessa fase se encontra na aleatoriedade dos sólidos e na aproximação da realidade a partir das figuras que caem. Suponhamos que o jogador não tenha conseguido executar todos os sólidos, então o jogo termina e oferece a oportunidade para o jogador reiniciar.

# Game Over

Jogar Novamente

---

**Figura 14 - Tela de fim de jogo**  
**Fonte: O Autor**

Após termos finalizado essa estrutura, o protótipo está pronto para teste e todos os erros são consertados no estágio de refinamento.

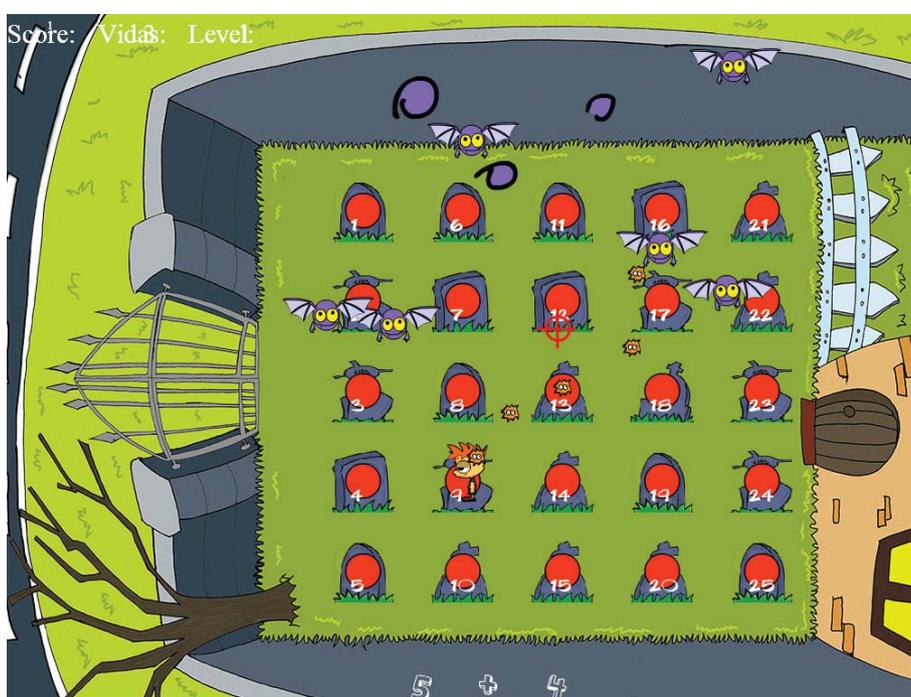
### 3.3 ESTÁGIO DE REFINAMENTO

Nesse estágio, novas características são adicionadas ao jogo. Uma vez que o jogo “As aventuras de Simon Bile” possui a intenção de cobrir todos os conteúdos de matemática do ensino fundamental avaliado no sistema de avaliação Prova Brasil, ele não se encontra finalizado.

A implementação das fases posteriores pode ser fruto de trabalhos científicos ou comerciais.

É importante notar que a parte educativa se encontra no processo de desenvolvimento. No momento em que escolhemos os descritores D1 e D2 da matriz de referência da Prova Brasil, já pensamos de que forma transformar cada descritor em uma fase ou problema.

Para o descritor 1 : “Identificar a localização/movimentação de um objeto em mapas, croquis e outras representações gráficas”. Tínhamos pensado de diversas formas, uma delas apresentada na figura 15:



**Figura 15 - Fase jardim (conceitual)**  
**Fonte: O Autor**

Nesse design a localização do personagem era o princípio e ainda, para poder ter sucesso o aluno deveria realizar a soma descrita abaixo. Mas esse tipo de fase impossibilita a experimentação, nesse sentido não satisfazia os critérios de aplicação do jogo.

Portanto, a fase de refinamento acontece depois de um protótipo jogável. Esse produto pode ser apresentado para avaliadores que podem dizer se a fase está ou não de acordo com os princípios de design e educativos almeçados no início do desenvolvimento.

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 PARTICIPANTES

Os participantes da pesquisa são alunos do Colégio Estadual Newton Felipe Albach – EFM, da cidade de Guarapuava, localizado no bairro central da cidade. A clientela é bastante heterogênea. A instituição atende vários bairros da cidade, tanto centrais quanto periféricos, o que possibilita uma boa amostragem da realidade social.

O estudo foi aprovado pelos administradores da instituição (Apêndice). Os alunos, pais ou responsáveis foram informados sobre a pesquisa através de uma carta de apresentação do pesquisador. Os responsáveis pelos alunos que gostariam de participar da pesquisa assinaram uma permissão para a execução do experimento e a utilização dos materiais coletados em vídeos e fotos.

Os alunos são do 6º (sexto) ano do ensino fundamental e são divididos em três turmas: A, B e C. A população do colégio que representa essa série é composta por 85 (oitenta e cinco) alunos. Entretanto 72 (setenta e dois) alunos responderam ao questionário demográfico, dos quais 65 (sessenta e cinco) foram considerados válidos. Desses, 50 (cinquenta) avaliações da prova brasil e 44 (quarenta e quatro) questionários de motivação foram considerados para a dissertação.

A professora dessas turmas participou auxiliando na aplicação do tratamento. Ela foi informada sobre o tema desenvolvido e permitiu que o pesquisador utilizasse suas aulas para realizar a pesquisa.

### 4.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA

Esse estudo utilizou a combinação de dois tipos de pesquisa, quantitativa e qualitativa. O método quantitativo permitiu ao pesquisador examinar os efeitos do jogo na motivação em uma grande quantidade de alunos. O método qualitativo, permitiu o pesquisador cruzar os resultados quantitativos e explorar as razões dos efeitos observados a partir do tratamento.

Utilizou-se um delineamento experimental descrito por Gil (2002). Os alunos foram separados em dois grupos, experimental e controle, de forma aleatória.

No início da pesquisa utilizou-se um instrumento quantitativo, questionário demográfico (Q1), para identificar as informações demográficas dos participantes. Após, o grupo de controle recebeu o questionário baseado na Prova-Brasil (Q2) para verificar as habilidades em matemática. Enquanto o grupo de controle respondia o teste de matemática, ao grupo experimental era aplicado o tratamento (X), o jogo digital “As aventuras de Simon Bile” e em seguida o questionário motivacional (Q3) sobre o material. Ainda, para realizar uma análise qualitativa, observação e filmagens (O1) foram realizadas para a coleta de dados enquanto os grupos participavam do tratamento.

**Tabela 1 - Plano de Experimento da Pesquisa**

<b>Grupo de Participantes</b>	<b>1º Encontro</b>	<b>2º Encontro</b>	<b>3º Encontro</b>	<b>Encerramento</b>
Grupo A	Q1	X Q3 = R	Q2 = R	Comparar Rs
Grupo B (controle)	Q1	Q2 = R	X Q3 = R	

**Q1 = Questionário Demográfico; Q2 = Simulado da Prova Brasil; Q3 = Questionário de motivação sobre material didático; X =Jogo ‘As aventuras de Simon Bile’; R’s = Resultados.**

#### 4.2.1 Tratamento

O tratamento incluiu a utilização do jogo “As aventuras de Simon Bile: Em busca da esfera perdida”, que trata sobre os dois primeiros descritores do conteúdo Espaço e Forma, presentes na matriz de referência da Prova Brasil.

O jogo foi desenvolvido de acordo com aspectos teóricos apresentados na revisão de literatura. Todas as decisões sobre o projeto do jogo foram tomadas buscando o aprimoramento da aprendizagem e da motivação em relação a resolução de problemas em matemática.

#### 4.2.2 Instrumentos

Os dados foram coletados por meio de instrumentos quantitativos e qualitativos. Os instrumentos quantitativos foram: questionário demográfico, questionário de motivação sobre material didático e simulado da Prova Brasil. Os instrumentos qualitativos foram as observações e filmagens.

O questionário demográfico apresenta informações sobre os participantes a respeito de suas habilidades computacionais e frequência com que utilizam recursos computacionais para a execução de tarefas escolares.

O questionário de motivação serve para mensurar a motivação dos alunos com relação a um material didático. O questionário foi baseado no modelo ARCS de Keller (2010). Esse modelo mede a motivação levando em consideração quatro atributos: Atenção, Relevância, Confiança e Satisfação (ARCS). A atenção refere-se a ganhar o interesse dos alunos e mantê-lo durante a realização de atividades educacionais. A relevância indica se o estudante percebe que a atividade é uma necessidade pessoal. A confiança mostra se o estudante espera ter sucesso na atividade e a Satisfação refere-se às recompensas que o estudante espera realizando a atividade.

O simulado da Prova Brasil foi aplicado para coletar dados sobre o desempenho dos alunos na resolução de problemas de matemática contextualizados com as fases do jogo.

#### 4.2.3 Procedimento

O estudo aconteceu durante 3 (três) encontros com cada turma. Todos eles durante as aulas de matemática da professora participante da pesquisa. Como funcionário do estabelecimento, apresentei-me para as turmas e expliquei como a pesquisa seria realizada. Pedi uma autorização dos pais para o uso de imagens e uma autorização para a realização da pesquisa na escola.

Depois de receber as autorizações, os três encontros aconteceram nas aulas de matemática. Os ambientes de aplicação da pesquisa foram sala de aula e laboratório de informática.

A estrutura do laboratório de informática não comporta todos os alunos de uma só vez. Então para as aplicações as turmas foram divididas e a professora regente auxiliou na organização daqueles que ficaram em sala de aula durante a prática do jogo.

A primeira aplicação foi do questionário demográfico. Todos os alunos que estavam na escola no dia da aplicação e pertencentes às turmas relacionadas anteriormente responderam ao teste.

No segundo encontro, aconteceram dois momentos síncronos. Metade da turma (experimental) foi para o laboratório jogar o jogo, enquanto a outra metade (controle) ficou na sala resolvendo o simulado da Prova Brasil. Nesse momento não existiu reclamação ou insatisfação por nenhum grupo uma vez que todos tiveram a oportunidade de usar o jogo.

Após a aplicação do jogo os alunos responderam o questionário de motivação e voltaram para a sala, trocando de lugar com o grupo de controle. O segundo grupo foi para o laboratório, rodou o jogo e depois respondeu também o questionário de motivação a respeito do mesmo. Da mesma forma, o grupo experimental respondeu o simulado em sala de aula após a atividade no laboratório.

As aplicações do jogo em todos os grupos foram documentadas com filmagens e fotografias.

Os questionários motivacionais foram respondidos online e os dados foram resumidos pelo programa Adobe Forms Central ®.

### 4.3 ANÁLISE DOS DADOS

Os dados quantitativos foram inseridos em um programa de estatística e uma análise das médias entre os dois grupos foi realizada. Buscou-se responder ao problema de pesquisa: “Avaliar a motivação dos alunos criada a partir de um jogo digital educativo construído para a educação matemática”.

#### 4.3.1 Hipóteses

Diante do problema estabelecemos a seguinte hipótese nula:

- não existe diferença significativa entre a média da pontuação obtida no teste motivacional de todos os alunos contra a neutralidade.

Além disso, aproveitando a disponibilidade dos estudantes, os dados recolhidos e tendo em vista o caráter didático do jogo, decidiu-se verificar se poderia haver alguma contribuição direta ao aprendizado. Para isso, formulou-se uma segunda hipótese:

- não existe diferença significativa entre o desempenho no simulado da Prova Brasil dos alunos do grupo experimental contra os alunos do grupo de controle.

Esta segunda verificação não era o foco do trabalho e teve o objetivo de aproveitar os dados disponíveis. Vale ressaltar que o conteúdo do jogo ainda não aborda todo o escopo da Prova Brasil e sim os descritores D1 e D2 do tema Espaço e Forma, mas foi considerado suficiente para testar a motivação dos estudantes.

#### 4.4 OPERACIONALIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS

Para a primeira hipótese, indicamos as seguintes variáveis: motivação como variável dependente e a utilização do jogo como variável independente.

Pretendeu-se investigar portanto qual a relação entre a utilização do jogo e a motivação atingida. Nesse sentido os instrumentos utilizados realizaram a mensuração da variável dependente em relação a independente.

Para a segunda hipótese, indicamos as seguintes variáveis: desempenho como variável dependente e a utilização do jogo como variável independente.

Com essas variáveis, buscamos observar se haveria alguma tendência entre a utilização do jogo e o desempenho na Prova Brasil.

##### 4.4.1 Limitações

Os resultados dessa pesquisa foram indicações dos efeitos do jogo “As aventuras de Simon Bile” em um colégio da cidade de Guarapuava no estado do Paraná. O tamanho das amostras torna delicado propor generalizações, no entanto existe tendência para os resultados observados, especialmente ao considerar fatores culturais e sócio-econômicos. As informações demográficas obtidas a respeito dos estudantes fornecem alguns dados para interpretar os resultados obtidos e eventualmente efetuar comparações com outros cenários.

Houve uma dificuldade durante a realização do primeiro ensaio da pesquisa, por causa do ambiente de aplicação. Nessa primeira turma, o teste dos computadores do laboratório não simulou bem as condições reais. Ao fazer a aplicação prática percebeu-se que a configuração usada pelo programa Paraná Digital, partilhando uma CPU entre quatro usuários, deixava a jogabilidade em um nível muito baixo, apesar do fato de que o software não usava recursos pesados (não havia cálculo de iluminação ou outros efeitos gráficos, pouca simulação de

física de movimento, teste de colisão por *bounding-box*). A taxa de atualização de vídeo ficou em torno de 6 quadros por segundo. Isto afetou o uso do programa, a fluidez de imagens e de controle e muito provavelmente a percepção dos usuários sobre quão agradável, atraente e divertido seria o jogo.

#### 4.5 APLICAÇÃO



**Figura 16-** Alunos no momento da aplicação do jogo  
**Fonte:** O Autor

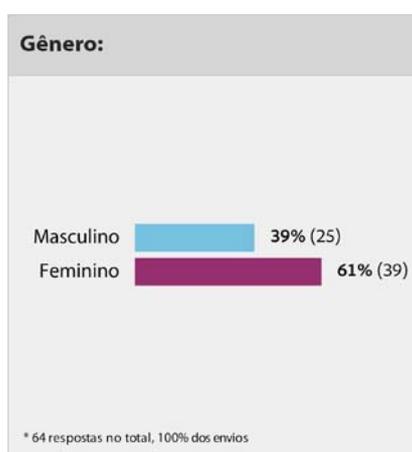
## 5 RESULTADOS

Um total de 72 alunos do Colégio Estadual Newton Felipe Albach, da cidade de Guarapuava, foram convidados para participar da pesquisa sobre os efeitos motivacionais e de desempenho com relação a problemas de matemática do jogo “As Aventuras de Simon Bile”. Dos 72 questionários demográficos, 64 foram considerados válidos para o estudo. Como critério de veracidade do questionário demográfico, uma questão foi inserida: “Você conhece o jogo As Aventuras de Simon Bile?”, como se trata de um jogo inédito, aqueles que responderam “Sim”, foram excluídos do estudo demográfico. 50 alunos foram avaliados para o teste de desempenho em matemática e ara o teste motivacional 44 alunos foram avaliados.

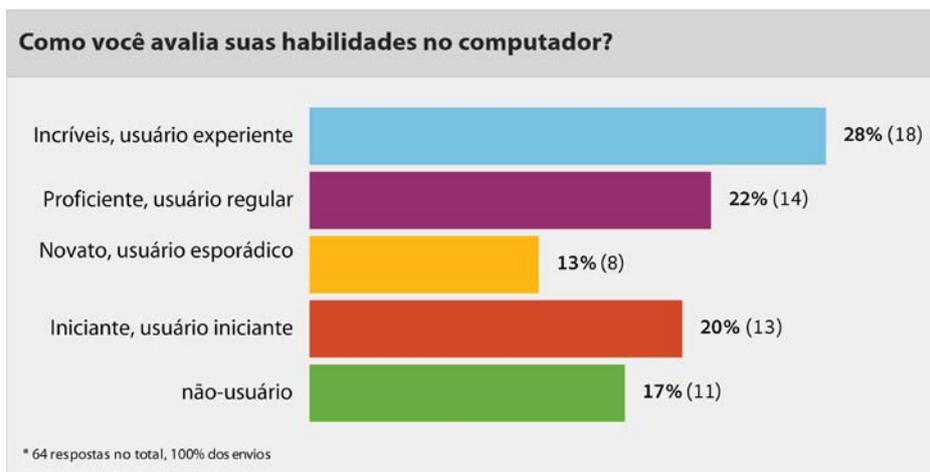
Os instrumentos utilizados no estudo foram: (a) questionário de motivação pós-jogo; (b) teste de desempenho pré-jogo, no grupo de controle; (c) teste de desempenho pós-jogo, grupo experimental. A comparação entre as médias foi realizada utilizando o parâmetro Jogo/Não-Jogo como separação dos grupos.

### 5.1 ESTUDO QUANTITATIVO

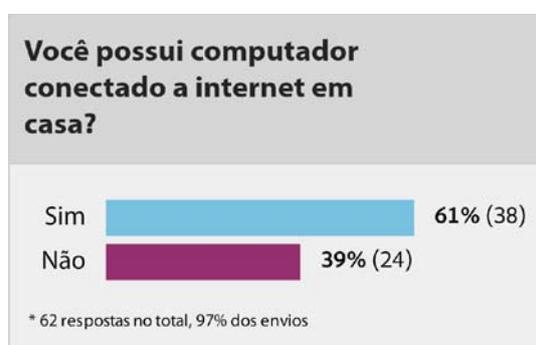
Após a aplicação do questionário demográfico obtivemos os resultados da figura X, com características de 64 questionários válidos.



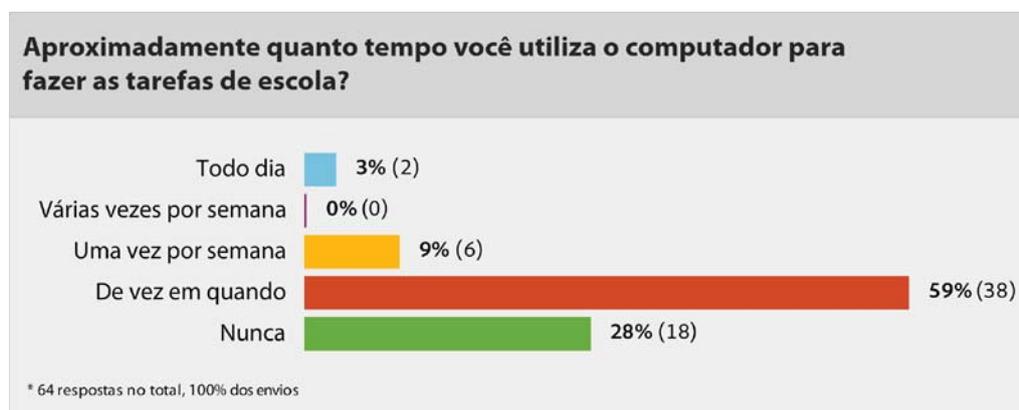
**Gráfico 1 - Gênero dos participantes da pesquisa**



**Gráfico 2 - Habilidades computacionais dos indivíduos**

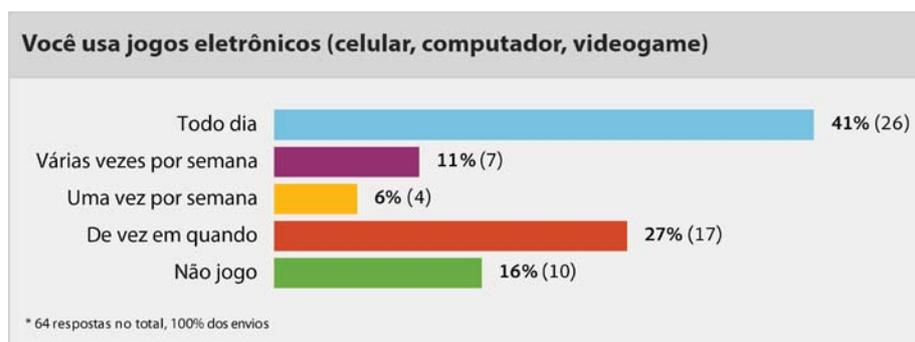


**Gráfico 3 - Posse de internet em casa**



**Gráfico 4 - Tempo de utilização do computador para trabalhos escolares**

Embora mais da metade dos alunos dispusesse de computador em casa e conectado a internet (61%) uma proporção ainda maior afirmou usá-lo raramente para tarefas de escola (87%). Esse dado distoa do que acontece em outras instituições que usam sites internet para disponibilizar tarefas para casa, ou que incentivem pesquisas na rede e atividades como webquest.



**Gráfico 5 - Utilização de jogos eletrônicos**



**Gráfico 6 - Local de utilização dos computadores**

Por outro lado, metade da turma (52%) indicou usar jogos muitas vezes por semana ou mesmo todos os dias. Esse perfil confirma a ideia de que videogames poderiam ocupar um espaço de tempo para promover estudo extra-sala. Embora não tenha sido medido na pesquisa, é provável que o tempo envolvido com jogos de computador, pelos alunos, seja superior ao dedicado a estudos e tarefas de escola.

### 5.1.1 Teste de hipóteses

Para a primeira hipótese utilizamos um teste t pareado com  $n > 30$  e para a segunda hipótese utilizamos um teste t independente com  $n < 30$ . Tal distinção se deu pelo fato de que na primeira hipótese não tivemos dois grupos, controle e experimental, enquanto que para a segunda hipótese analisamos dois grupos diferentes.

Na primeira hipótese utilizamos um questionário motivacional baseado no modelo ARCS. O questionário foi composto por 20 (vinte) perguntas e dividido em

quatro categorias que definem o modelo, Atenção, Relevância, Confiança e Satisfação. Cada categoria possuía 5 (cinco) perguntas com uma escala Likert de 5 pontos. Cada categoria gerou uma média baseada na pontuação dos 44 (quarenta e quatro participantes).

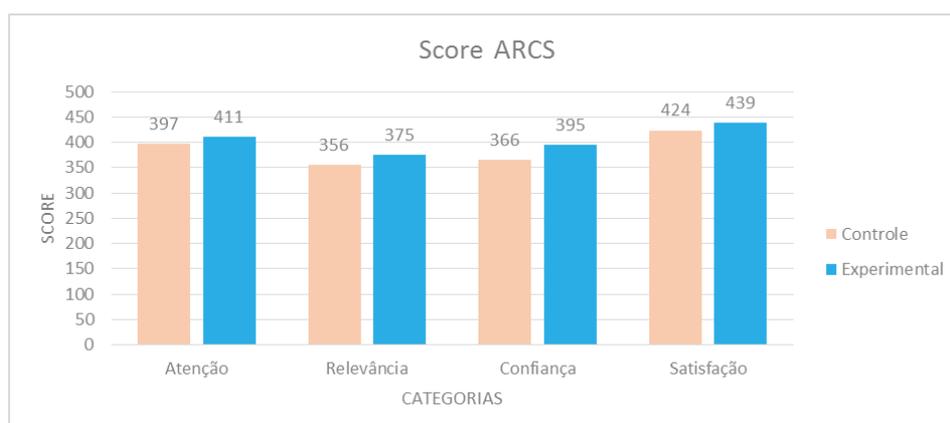
Dado que o questionário foi levemente modificado se realizou um teste de alfa de Cronbach. O valor obtido foi de 0,83 que indica uma boa confiabilidade.

A categoria *Satisfação* obteve a maior média com 3,92 enquanto a categoria *Relevância* obteve a menor média com 3,32.

**Tabela 2 – Média da pontuação atingida em cada categoria pelos alunos**

<b>Categorias ARCS</b>	<b>Média</b>
Atenção	3,67
Relevância	3,32
Confiança	3,45
Satisfação	3,92

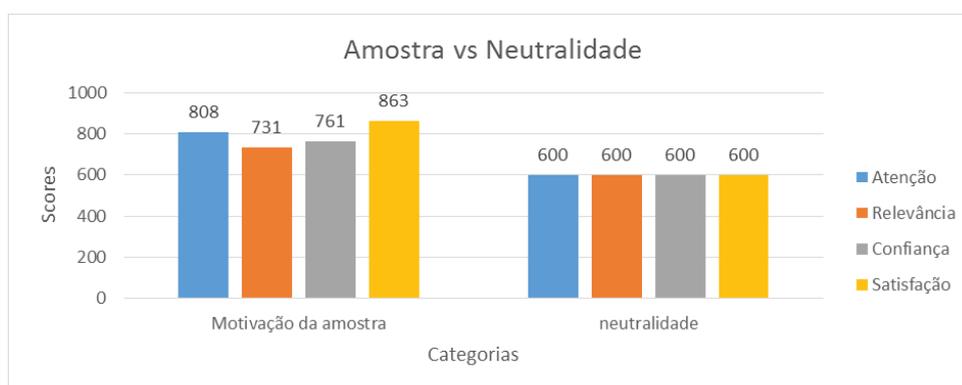
Para auxiliar nas conclusões, medimos a motivação de ambos os grupos separadamente, para verificar se existiu alguma diferença entre os níveis motivacionais de ambos os grupos. Para cada categoria a pontuação de cada grupo poderia atingir no mínimo 22 até 550. As pontuações dos dois grupos estão no gráfico a seguir.



**Gráfico 7 - Pontuação atingida em cada categoria ARCS**

Para realizar conclusões a respeito da primeira hipótese, utilizamos o gráfico a seguir, que mostra o total de pontuação atingida pela soma dos dois grupos e essa é comparada com a soma da neutralidade de todas as respostas. Dizemos que a neutralidade é a falta de experiência do jogo, ou seja, se um indivíduo não

experimentou o jogo, ele não poderá dizer se concorda ou discorda em cada item avaliado no questionário motivacional. Nesse sentido, supomos uma amostra pareada sem a experiência de jogo e utilizamos o teste t pareado para verificar se existiu diferença entre as médias daqueles que jogaram contra a amostra suposta.



**Gráfico 8 - Pontuação atingida em cada categoria (Amostra X Neutralidade)**

A partir desses dados obtivemos o seguinte resultado para o teste t para as categorias comparadas com a neutralidade.

**Tabela 3 – Comparação entre as médias de cada categoria (Amostra X Neutralidade)**

Par	Média	Desvio Padrão	t	Graus de liberdade	Sig. (0.05)
Atenção – Neutralidade	3.363	3.065	7.277	43	0.000*
Relevância – Neutralidade	1.750	3.437	3.376	43	0.002*
Confiança – Neutralidade	2.227	3.588	4.117	43	0.000*
Satisfação – Neutralidade	4.568	3.453	8.775	43	0.000*

Os dados apresentados na tabela nos mostram que as diferenças são estatisticamente significantes. Isso nos leva a concluir que existiu uma mudança significativa na motivação dos alunos após a utilização do jogo.

Na segunda hipótese utilizamos um simulado da Prova Brasil (Apêndice G) para medir o desempenho dos alunos pertencentes aos dois grupos. As questões foram formuladas para avaliar os mesmos descritores que embasaram as fases do jogo. O conteúdo avaliado foi Espaço e Forma e todas as questões foram retiradas de orientações específicas para a prova.

Os dados obtidos com o simulado da Prova Brasil são apresentados na Tabela 4.

**Tabela 4 – Média e desvio-padrão da pontuação no simulado da Prova Brasil de ambos os grupos.**

Variável	Pontuação Máxima	Média		Desvio Padrão	
		Controle	Experimental	Controle	Experimental
Simulado	8	3	3.48	1.414	1.447

Aplicando o teste t para comparação das médias entre amostras independentes obtemos o valor de  $p = 0.120$ . Esse resultado nos diz que a diferença entre as médias, do grupo de Controle (3) e do grupo Experimental (3,48), não é estatisticamente significativa, levando-nos a rejeitar, estatisticamente, o efeito do jogo sobre o desempenho dos alunos.

Embora os resultados anteriores sejam desfavoráveis para a média, buscamos verificar se existiu alguma tendência de acertos para questões específicas entre os dois grupos. Os dados sobre cada questão entre os dois grupos são apresentados na tabela 5.

**Tabela 5 – Quantidade de acertos de cada grupo em cada questão do simulado da Prova Brasil**

Qtd. Acerto dos grupos	Questões						
	Q1	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8
Controle	21	8	10	7	3	11	15
Experimental	22	8	9	11	12	10	14

Conforme se observa, na maioria das questões não houve uma diferença significativa em desempenho.

## 5.2 ESTUDO QUALITATIVO

Para afirmar as conclusões sobre os dados quantitativos foi realizado uma abordagem qualitativa. Esse tipo de abordagem “explora as características dos indivíduos e cenários que não podem ser descritos numericamente. O dado é frequentemente verbal e é coletado pela observação, descrição e gravação.” (MOREIRA e CALEFFE, 2008, p. 73).

Utilizou-se a gravação como instrumento para a coleta de dados, uma vez que buscamos capturar os momentos expressivos de cada categoria. As categorias para a análise do vídeo foram retiradas do teste motivacional: Atenção, Relevância, Confiança e Satisfação.

Ainda, analisamos qualitativamente as respostas dos indivíduos no questionário motivacional a partir do gráfico 9.

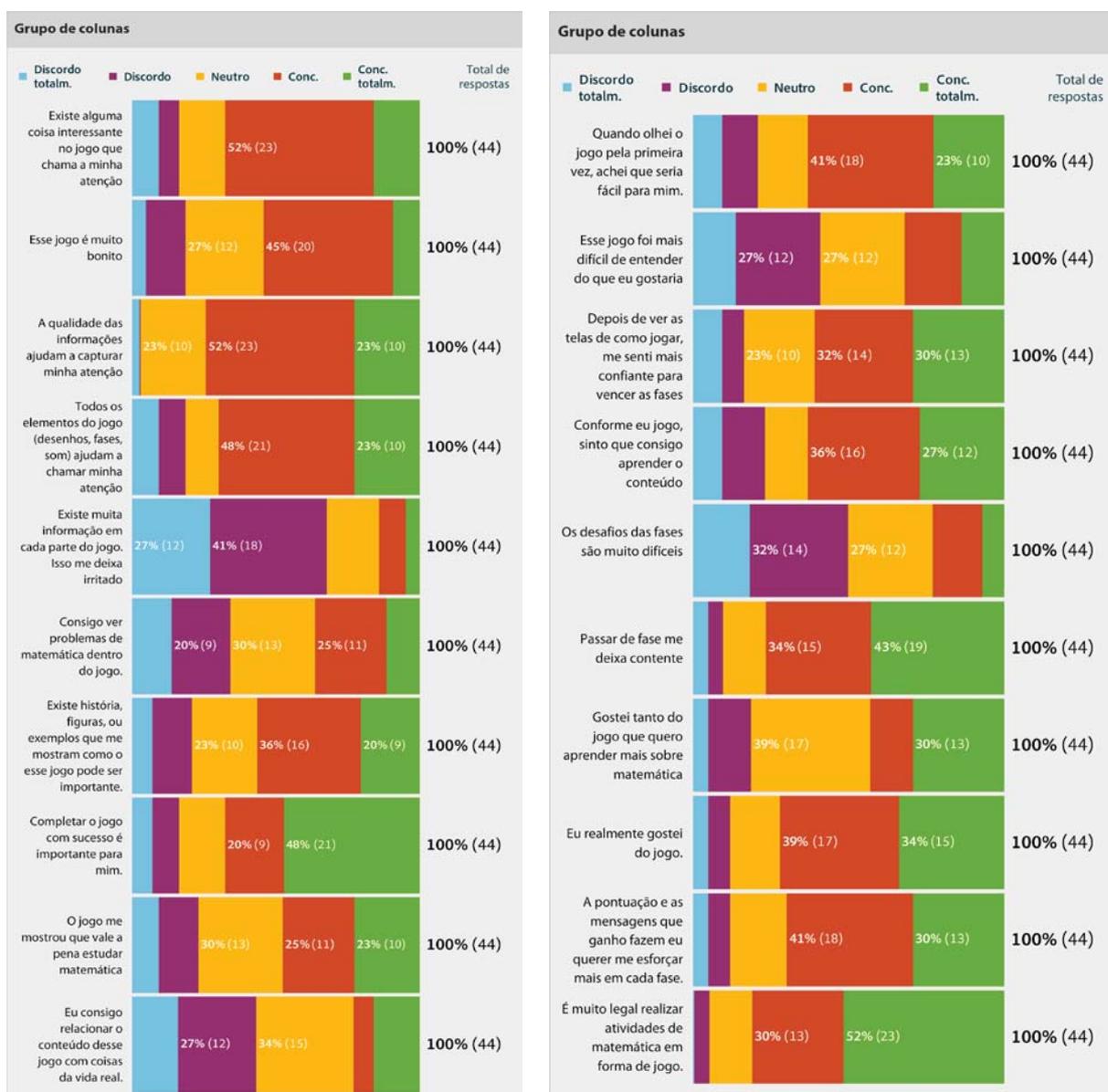


Gráfico 9 – Representação gráfica das respostas dos alunos no teste de motivação.

Os mesmos dados do gráfico acima são apresentados na tabela 6.

Tabela 6 – Descrição das respostas dos alunos no questionário motivacional

Categoria	Item	DT	D	N	C	CT	Média
Atenção	Existe alguma coisa no jogo que chama a minha atenção	4	3	7	23	7	3.6
	Esse jogo é muito bonito	2	6	12	20	4	3.40
	A qualidade das informações ajudam a capturar minha atenção	1	0	10	23	10	3.93
	Todos os elementos do jogo (desenho, fases, som)	4	4	5	21	10	3.65

	ajudam a chamar minha atenção						
	Existe muita informação em cada parte do jogo. Isso me deixa irritado.	12	18	8	4	2	3.77*
Relevância	Consigo ver problemas de matemática dentro do jogo.	6	9	13	11	5	3
	Existe história, figuras, ou exemplos que me mostram como esse jogo pode ser importante.	3	6	10	16	9	3.5
	Completar o jogo com sucesso é importante para mim.	3	4	7	9	21	3.93
	O jogo me mostrou que vale a pena estudar matemática.	4	6	13	11	10	3.38
	Eu consigo relacionar o conteúdo desse jogo com coisas da vida real.	7	12	15	3	7	2.80
Confiança	Quando olhei o jogo pela primeira vez, achei que seria fácil para mim	4	5	7	18	10	3.57
	Esse jogo foi mais difícil de entender do que eu gostaria	6	12	12	8	6	3.09*
	Depois de ver as telas de como jogar, me senti mais confiante para vencer as fases	4	3	10	14	13	3.65
	Conforme eu jogava, sentia que podia aprender o conteúdo	4	6	6	16	12	3.59
	Os desafios das fases são muito difíceis	8	14	12	7	3	3.38*
Satisfação	Passar de fase me deixa contente	2	2	6	15	19	4.06
	Gostei tanto do jogo que quero aprender mais sobre matemática.	2	6	17	6	13	3.5
	Eu realmente gostei do jogo	2	3	7	17	15	3.90
	A pontuação e as mensagens que ganho fazem eu querer me esforçar mais em cada fase.	2	3	8	18	13	3.84
	É muito legal realizar atividades de matemática em forma de jogo.	0	2	6	13	23	4.29

Escala Likert ; DT – Discordo totalmente; D – Discordo; N – Neutro; C – Concordo; CT – Concordo totalmente;

Para analisar os diálogos dos alunos durante o jogo utilizamos em linhas gerais o mesmo modelo apresentado em Aguiar Junior, Mendonça e Silva (2013).

O diálogo dos alunos foi dividido em categorias, conforme a tabela 7, e detalhados no Apêndice F.

**Tabela 7 – Diálogos dos alunos durante a aplicação do jogo**

<b>Tipo de Comentário</b>	<b>Instâncias</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Percentual</b>
Dúvida sobre mecânica do jogo	1,2,3,4,5,6,8,11,19,22, 34, 36, 37, 40, 41, 51, 55, 58, 66, 67.	20	0.29
Informação para os colegas	9, 12 , 18, 20, 23, 24, 63, 68.	8	0.12
Manifestação de descoberta/entendimento	7, 14, 15, 45, 46, 52, 60.	7	0.10
Manifestação de desapontamento/frustração	26, 31, 42, 50, 56, 59, 69, 70.	8	0.12
Manifestação de prazer/alegria	10, 21, 47, 48, 49, 53	6	0.09
Dúvida sobre problemas dentro do jogo	13, 17.	2	0.02
Matemática	43	1	0.01
Outras	16, 25, 27, 28, 29, 30, 32, 39, 44, 65.	10	0.14
não-verbais/professor	33, 35, 38, 64, 54.	5	0.07
	Total computado	68	1.00

## 6 ANÁLISE E DISCUSSÃO

Nesse capítulo discutimos os resultados apresentados no capítulo anterior. Dividimos o capítulo em duas partes principais (a) Estudo quantitativo e (b) Estudo qualitativo.

### 6.1 O ESTUDO QUANTITATIVO

#### 6.1.1 Desempenho no simulado da prova Brasil

A primeira hipótese proposta é que não existe diferença significativa entre a média de acertos do grupo experimental, que recebeu a aplicação do jogo “As Aventuras de Simon Bile”, contra o grupo de controle, que não recebeu a aplicação do jogo antes de realizar o simulado. Para testar essa hipótese um teste t independente foi aplicado para sabermos se a diferença entre as médias da pontuação no teste foi estatisticamente significativa.

Os resultados do teste t deram um  $p = 0,120$ , isso significa, estatisticamente, que os dados amostrais não apresentam evidências necessárias para rejeitar a hipótese nula, ou seja, a diferença entre as médias no questionário da prova Brasil não aconteceu por consequência da utilização do jogo.

Ainda, observamos outro fator interessante sobre o desempenho na Prova Brasil. O simulado foi desenvolvido com questões que são avaliadas uma série anterior das turmas que foram estudadas. Diante disso, existiu a esperança de que o desempenho no teste fosse melhor do que a média. A prova constituía de 7 questões, assim os resultados esperados eram que os alunos acertassem mais do que 4 ou 5 questões.

Infelizmente não temos como comparar essa pontuação com a média nacional da Prova Brasil, pois o índice alcançado na avaliação não é dado em uma escala de 0 a 10, e sim em uma escala de 0 a 500. A qual avalia o nível de proficiência dos alunos em diversos conteúdos de matemática e português.

### 6.1.2 Motivação

A segunda hipótese é que não existe diferença significativa entre a média motivacional alcançada pela amostra, que recebeu a aplicação do jogo “As Aventuras de Simon Bile”, contra o uma amostra pareada de neutralidade. Para testar essa hipótese um teste t pareado foi aplicado para sabermos se a diferença entre as médias da pontuação no questionário de motivação foi estatisticamente significativa.

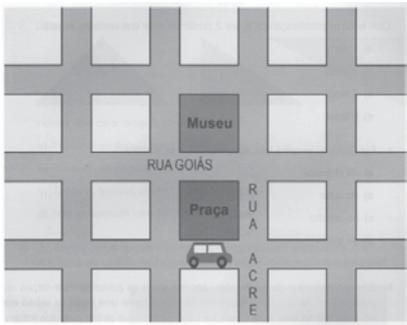
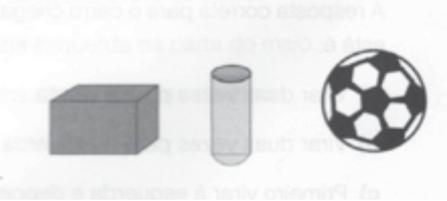
Os resultados do teste t para cada categoria foi, Atenção  $p = 0,000$ , Relevância  $p = 0,002$ , Confiança  $p = 0,000$  e Satisfação  $p = 0,000$ . Isso significa que em todas as categorias a diferença foi significativa. Podemos então rejeitar a hipótese da nulidade, pois a partir do teste temos fortes evidências de que o jogo definiu a diferença entre as médias da amostra estudada contra a amostra da neutralidade.

## 6.2 O ESTUDO QUALITATIVO

### 6.2.1 Desempenho no simulado da prova Brasil

Embora a conclusão estatística sobre as médias de pontuação na prova Brasil não tenha sido a favor da rejeição da hipótese nula. Pudemos observar uma tendência de acertos em determinadas questões entre os dois grupos. As questões 5 e 6 foram as que tiveram mais variação de um grupo para o outro. Para a questão 5, obtivemos 7 acertos no grupo de controle e 11 no experimental e para a questão 6, obtivemos 3 acertos no grupo de controle e 12 no grupo experimental. O quadro 1 apresenta uma comparação entre as fases do jogo e as questões do simulado da Prova Brasil.

**Quadro 1 – Comparação gráfica entre as fases do jogo e questões do simulado da Prova Brasil.**

Questão do simulado da Prova Brasil	Fase do Jogo “As aventuras de Simon Bile”
<p>5 . Observe a localização do carro e responda:</p> <p>* Para chegar ao museu, o carro terá que virar à esquerda ou à direita na Rua Acre?</p> <p>* A entrada do museu fica na Rua Goiás. Para estacionar na frente do museu, deve virar à direita ou à esquerda?</p>  <p>A resposta correta para chegar ao museu seguindo a mesma direção que está é:</p> <p>(b) virar duas vezes para a esquerda.</p>	 <p>Objetivo da fase: Posicione a caixa vermelha à esquerda da caixa rosa.</p>
<p>6. Em uma das aulas de matemática, aprendi sobre poliedros e os corpos redondos. Em seguida, fui ao supermercado. Lá comprei uma caixa de sabão em pó, uma lata de óleo e uma bola. No caixa percebi que os três produtos tinham respectivamente a forma de?</p> <p>(d) paralelepípedo, cilindro e esfera.</p> 	 <p>Objetivo da fase: Posicionar os sólidos que caem nas suas respectivas caixas.</p>

Existem grandes semelhanças entre as fases do jogo e as questões do simulado. No entanto não podemos afirmar com extrema certeza que a similaridade das fases com os problemas aumentaram o desempenho nas duas questões específicas.

Quando aplicamos os resultados das duas questões em um teste estatístico, a diferença entre eles, estatisticamente, acontece devido ao jogo. No entanto, se observarmos a questão 6, vemos que a definição de cada objeto é necessária (paralelepípedo, cilindro e esfera). Ainda, essas definições não aparecem no jogo de forma explícita. A fase avalia somente se o aluno sabe distinguir os corpos redondos de poliedros, mas sem nenhuma classificação específica.

No entanto, apresentamos a matemática em um contexto de jogo. A construção das fases exigiu a transformação de questões fechadas em situações problema que pudessem ser resolvidas livremente pelos alunos. Nesse sentido, reafirmamos a ideia de Brollezzi (1991) que diz que se a linguagem matemática é apresentada de forma contextualizada, acontece um fortalecimento na motivação para o aprendizado.

### 6.2.2 Motivação

Nas palavras de Keller (2010) a motivação refere-se àquilo que as pessoas desejam, escolhem e se cometem a fazer. Na prática pedagógica é um desafio diário que os alunos se sintam motivados à realizar as atividades. Gostaríamos que eles desejassem, escolhessem e se dedicassem a estudar, resolver problemas, argumentar.

Evidenciamos na literatura que a falta de motivação se deve a vários aspectos entre eles, a falta de motivação do professor, a ideia pré-concebida de que a matemática é difícil, experiência negativa, falta de relação com o cotidiano entre outros (REIS, 2000).

Para ir contra a falta de motivação também apresentamos várias possibilidades. As tendências em educação matemática se apresentam como caminhos para serem seguidos no combate a educação tradicionalista, onde o aluno não é o centro da aprendizagem (TATTO; SCAPIN, 2004).

Outra possibilidade, e a que escolhemos, para criar uma motivação nos alunos para a matemática é a utilização de jogos digitais. No entanto, não utilizamos nenhum jogo comercial ou educacional já existente. Desenvolvemos um jogo digital educacional com critérios pré-estabelecidos e que atendesse as necessidades específicas para o problema que estávamos tratando.

A primeira reação observada dos estudantes perante ao jogo foi que eles não prestam atenção no que está escrito na tela e nas informações que os auxiliam a jogar. Obtivemos na categoria atenção uma média de 3.67 e 75% dos alunos disseram que concordam que as informações ajudam a capturar suas atenções. No entanto as dúvidas sobre a mecânica do jogo foi a categoria mais presente nos diálogos dos alunos com 29%. Concluímos então que a atenção obtida ocorreu devido ao conjunto de informações presentes no jogo, gráficos, som, jogabilidade, desafio.

Diante da reflexão acima, percebemos que mesmo o jogo sendo bonito e tendo estímulos sensoriais suficientes para motivar os alunos a ficarem mais tempo exercitando suas habilidades matemáticas, quando se deseja passar uma informação ao aluno que realmente seja útil para ele no desenrolar da atividade, de alguma maneira o jogo deve verificar se ele viu, interpretou e entendeu a informação. Se isso não acontecer, a jogabilidade poderá ficar afetada e a proposta da realização da atividade, que é motivar os alunos a resolver os problemas propostos pelo jogo, pode não acontecer efetivamente.

Além do atrativo sensorial do jogo, buscamos converter a matemática em problemas que envolvessem uma situação contextualizada de seus conceitos. Os descritores da Prova Brasil são criados para avaliar situações do cotidiano dos alunos. Nesse sentido, nos baseamos nas questões apresentadas na matriz de referência da Prova Brasil para desenvolver as fases do jogo.

Cada fase criada proporciona uma situação problema. Algumas informações são dadas antes do início de cada fase para que o indivíduo que esteja jogando possa utilizar os recursos que foi apresentado para a resolução do problema proposto. Para a avaliação no jogo, não importa como o aluno vai resolver, mas de alguma forma ele terá que resolver se quiser avançar de fase.

Portanto para motivar os alunos à resolver problemas, unimos os estímulos sensoriais (FEIL; SCATERGOOD, 2005), com a possibilidade da experimentação para que possam fazer conjecturas sobre os problemas e atividades do jogo (BORBA; PENTEADO, 2001) e a atividade em grupo no laboratório de informática, onde os alunos puderam desenvolver suas habilidades no jogo com a interação com os colegas (VIGOTSKI, 1978).

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo dessa dissertação foi avaliar a motivação dos alunos criada a partir de um jogo digital educativo construído para o ensino de matemática. Buscamos juntar conteúdo e diversão dentro de um único ambiente e estudar seus resultados.

Nossa hipótese inicial era que a motivação das crianças com relação à resolução de problemas em matemática não seria positiva mesmo com a utilização de um jogo digital educativo de matemática. Uma outra hipótese foi criada aproveitando os dados recolhidos durante a pesquisa. Essa, afirmava que o desempenho na resolução de problemas de matemática dos alunos do grupo experimental seria igual ao grupo de controle.

Para verificar tais hipóteses, desenvolvemos um jogo de matemática que abrangesse alguns conteúdos da Prova Brasil. Aplicamos o jogo em turmas do ensino fundamental onde tais conteúdos são mais relevantes.

A partir dos instrumentos utilizados para a pesquisa observamos que podemos negar a primeira hipótese. O questionário apontou em todas as categorias assinaladas, índices positivos. Isso mostra que é possível ter um direcionamento dos alunos à favor da resolução de problemas de matemática. As filmagens mostram alunos que se esforçam para realizar a atividade proposta e ficam tristes quando não conseguem passar de fase ou quando acabam o jogo.

São essas atitudes que esperamos ter quando passamos tarefas de casa para as crianças, ou atividades que desejamos que elas realizem em sala. Com recursos como os jogos digitais, podemos preparar atividades que contemplem o que queremos ensinar e ainda direcionar a aprendizagem pedindo para que os alunos executem uma atividade que eles gostam.

No entanto, para que o professor possa utilizar tal atividade, precisa conhecer o recurso e utilizá-lo. Se o jogo for aplicado em grupo, em um laboratório por exemplo, o primeiro recurso que a criança utiliza para tirar suas dúvidas é o professor, mesmo que no jogo exista toda a informação necessária para executar com sucesso a atividade.

Quanto à segunda hipótese que tratou do desempenho dos alunos no simulado da Prova Brasil, obtivemos resultados positivos para o grupo experimental mas não estatisticamente significativos. Talvez um resultado mais significativo fosse

possível se tivéssemos mais fases no jogo ou mais detalhamento em alguns problemas.

Entretanto, não poderíamos transformar o jogo em uma atividade igual ao simulado e depois aplicar o teste. Nossa intenção foi de ter característica de design que favorecessem o raciocínio, a interação com o jogo e com os colegas para completar as fases com sucesso e principalmente, a diversão.

Pudemos perceber a força do aspecto diversão quando verificamos no questionário motivacional o nível de satisfação dos alunos com relação ao jogo. Outro desafio também foi, de certa forma, mascarar a matemática e transformar os exercícios cobrados de forma determinística em testes padronizados.

Tivemos um resultado positivo nesse aspecto pois metade dos alunos acharam que se tratava de um jogo de matemática enquanto a outra metade não.

Todos os aspectos do desenvolvimento do jogo aqui discutidos e as limitações que tivemos servem como uma base para a criação de novos jogos para o ensino da matemática. Sugerimos como trabalhos futuros:

- Continuar o desenvolvimento do jogo “As aventuras de Simon Bile” para todos os conteúdos abordados no escopo da Prova Brasil.
- Desenvolver um mecanismo de avaliação automático do desempenho individual por aluno que acessar o jogo para que o professor possa acompanhar o progresso dos alunos.
- Rever o problema de passar conteúdo aos alunos, sabendo que a ansiedade por começar a jogar cria uma barreira em potencial à compreensão de enunciados.

Devido às limitações encontradas durante o estudo, não foi possível realizar um estudo com uma amostra que nos permitisse tirar conclusões definitivas sobre o desempenho dos alunos que utilizaram o jogo daqueles que não utilizaram. Mas, para o foco principal do trabalho, tivemos resultados positivos sobre a motivação dos alunos após a utilização do jogo. Portanto é possível melhorar a motivação dos alunos com relação a matemática introduzindo práticas que envolvam jogos digitais educativos que, momentaneamente, mudam a opinião dos alunos perante a prática da disciplina.

## 8 REFERÊNCIAS

AGUIAR JUNIOR, Orlando G.; MENDONÇA, Douglas Henrique de; SILVA, Nilma Soares da. **Análise do discurso em uma sala de aula de ciências: A postura do professor e a participação dos estudantes.** Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/vienpec/CR2/p843.pdf>>. Acesso em: 11 nov. 2013.

BARBOSA, T. H. N. Octave: uma proposta para o ensino de funções. Dissertação mestrado. UTFPR, Ponta Grossa, 2012.

BASSANEZI, R.C. Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia. São Paulo: Contexto, 2006.

BETHKE, E. Game development and production. Wordware Publishing, Inc. Plano, Texas, USA. 2003.

BORBA, M.C; PENTEADO, M. G. Informática e Educação Matemática. 3 ed. Coletânea Tendências em Educação Matemática. Belho Horizonte: Autêntica, 2001.

BOZARTH, M.A. Pleasure systems in the brain. In: WARBUTRON, D.M. (ed), pleasure: the politics and the reality. New York: John Wiley & Sons, 1994.

BODNER, G. M. CONSTRUCTIVISM: A THEORY OF KNOWLEDGE. PURDUE UNIVERSITY, WEST LAFAYETTE, JOURNAL OF CHEMICAL EDUCATION, VOL. 63, 873 – 878, 1986.

BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs). Matemática. Ensino Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação. PDE: Plano de Desenvolvimento da Educação: Prova Brasil: ensino fundamental: matrizes de referência, tópicos e descritores. Brasília:MEC, SEB; Inep, 2008.

BROLEZZI, A.C. A arte de contar: uma introdução ao estudo do valor didático da história da matemática. 1991. 75 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Metodologia do Ensino e Educação Comparada, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.

BROUGÈRE, G. Jeu et éducation. Ed. L'Harmattan 2000.

CAILLOIS, R. Os jogos e os homens. Ed. Lisboa: Portugal, 1990.

CHEE-MATTEI, L. The Use of Rewards in Homework Completion. Dissertação de Mestrado. Indiana University South Bend. USA. 2007.

CSIKSZENTMIHALYI, M. Flow – The Psychology of Optimal Experience. Harperperennial Modern Classics. New York, 2008.

CRAWFORD, C. On game design. New Riders Games, 2003.

D'AMBROSIO, B. S. Como ensinar matemática hoje? Temas e Debates. SBEM. Ano II. n.2. Brasília, 1989. p. 15-19.

D'AMBROSIO, U. Etnomatemática: elo entre as tradições e a modernidade. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.

FEIL, J., SCATTERGOOD, M. Beginning Game Level Design. Thomson Course Technology PTR. 2005.

FLYNT, J. P., SALEM, O. Software Engineering for Game Developers. Thomson Course Technology Ptr, Boston, MA, USA. 2005 - 862 páginas.

FREEMAN, D. Creating emotion in games: the craft and art of emotioneering. Ed. New Riders Publishing, 2003.

GAGNÉ, R. M. Educational Technology and the Learning Process. Educational Researcher, Vol. 3, No. 1 (Jan., 1974), pp. 3-8.

GARRIS, R., AHLERS, R., DRISKELL J. E. Games, motivation, and learning: a research and practice model. Simulation & Gaming, Vol. 33 No. 4, 2002.

GEE, J.P. What video games have to teach us about learning and literacy. Palgrae Macmillan. New York. 2007.

GEE, J.P. What video games have to teach us about learning and literacy. Palgrave Macmillan, New York, NY, USA, 2003.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GINSBURG, H. P., AMIT, M. What is teaching mathematics to young children? A theoretical perspective and case study. Journal of Applied Developmental Psychology 29, 2008, pp. 274–285.

HOLOPAINEN, J. Foundations of Gameplay. Tese de Doutorado. Blekinge Institute of Technology. Suécia, 2011.

HUNICKE, R., LEBLANC, M., AND ZUBEK, R. MDA: A formal approach to game design and game research. In Proceedings of the Challenges in Game AI Workshop, 19th National Conference on Artificial Intelligence, USA. 2004.

HUIZINGA, J. Homo Ludens. O Jogo como elemento da cultura. Perspectiva, 1999.

JÄRVINEN, A. Games without Frontiers: Theories and Methods for Game Studies and Design. Doctoral Thesis. Tampere, 2008.

KELLER, J. M. Motivational Design for Learning and Performance: The ARCS model approach. New York: Springer, 2010.

KIILI, K., KETAMO, H. Exploring the Learning Mechanism in Educational Games. Journal of Computing and Information Technology 15, 2007, 4, 319–324.

KISIELEWICZ, L. Um jogo eletrônico como ferramenta complementar no ensino de PHP. Dissertação de Mestrado. UTFPR, Ponta Grossa, 2012.

KOSCIANSKI, A. Changing the rules: injecting content into computer games. In: FRANCISCO V. C. FICARRA. (Org.). Quality and Communicability for Interactive Hypermedia Systems. IGI Global, v. , p. 160-174. 2010.

KOSCIANSKI, A., RIBEIRO, R. J., SILVA, S.C.R. Short animation movies as advanced organizers in the teaching of Physics: a preliminary study. Research in Science & Technological Education. Volume 30, Issue 3, 2012.

KOSTER, R. A theory of fun in game design. Paraglyph Press. 2005. Scottsdale, USA.

MALONE, T. W. Toward a Theory of Intrinsically Instruction. Cognitive Science (4). 1991.

MAYER, R. E. Multimedia learning. New York: Cambridge University Press, 2001.

McGONICAL, J. A Realidade Em Jogo - Por Que Os Games Nos Tornam Melhores e Como Eles Podem Mudar o Mundo. Best Seller Ltda, 2012.

McKENNA, M.A, HOLLINGSWORTH, P. L., BARNES, L. L. B. Developing latent mathematics habilities in economically disavantaged students. Roeper Review, (27) 4 2005.

MOREIRA, H. e CALEFFE, L.G. Metodologia da pesquisa para o professor pesquisador. 2 ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2008.

ORVIS, K. A., HORN, D. B., BELANICH, J. The roles of task difficulty and prior videogame experience on performance and motivation in instructional videogames. Computers in Human Behavior 24 (2008) 2415–2433.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. Diretrizes Curriculares de Matemática para os anos finais do Ensino Fundamental e para o Ensino Médio. Curitiba: SEED, 2008.

PINTO, N. B., Marcas históricas da matemática moderna no Brasil. Revista Diálogo Educacional, Curitiba, v.5, n.16, p. 25-38, set/dez. 2005.

POLYA, G. Sobre a resolução de problemas de matemática na high school. In: KRULIK, S. & REYS, R. (orgs). A resolução de problemas na matemática escolar. São Paulo: Atual, 1997.

POLYA, G. A arte de resolver problemas. Rio de Janeiro: Interciência, 2006.

PONTE, J.P., Concepções dos professores de matemática e o processo de formação. Educação Matemática: Temas de Investigação, pp 185-239, Lisboa, 1992.

PRATT, D., NOSS, R. Designing for mathematical abstraction. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*. July 2010, Volume 15, Issue 2, pp 81-97.

PRENSKY, M. *Digital Game-Based Learning*. Ed. Paragon, St. Paul, MN, USA, 2007.

PRESSMAN, ROGER S. *Software engineering: a practitioner's approach*. 7 ed. New York: McGraw-hill, 2001.

PRESTES, Z. R. Quando não é quase a mesma coisa: Análise de traduções de Lev Semionovitch Vigotski no Brasil. Tese de Doutorado, UnB, 2010.

REIS, L. R., Rejeição à matemática: causas e formas de intervenção. Disponível em: <<http://www.ucb.br/sites/100/103/TCC/12005/LeonardoRodriguesdosReis.pdf>> Acesso em 23 de novembro 2012.

RIEBER, L. P. Seriously considering play: Designing interactive learning environments based on the blending of microworlds, simulations, and games. *Educational Technology. Research & Development*, 1996, 44(2), pp. 43-58.

ROLLINGS, A., MORRIS, D. *Game Architecture and Design: A New Edition*. New Riders Publishing. Indianapolis, Indiana, USA. 2004.

ROSA, M. *Role Playing Game Eletrônico: uma tecnologia lúdica para aprender e ensinar Matemática*. Dissertação de Mestrado. Unesp, Rio Claro, 2004.

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

SCHUNK, D. H. *Learning Theories: An Educational Perspective*. Person Education Inc., Allyn & Bacon, Boston, MA, USA. 2012.

SOMMERVILLE, I.; KOTONYA, G. *Requirements engineering: processes and techniques*. John Wiley & Sons, Inc., 1998.

TATTO, F; SCAPIN, I.J. *Matemática: Por que o nível elevado de rejeição*. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões-URI. Porto Alegre, 2004.

VALLERAND, R. J., PELLETIER, L. G., BLAIS, M. R., BRIÈRE, N. M., SENÉCAL, C., VALLIÈRES, E. F. The academic motivation scale: a measure of intrinsic, extrinsic and amotivation in education. *Educational and Psychological Measurement*. 1992, 52.

VIGOTSKI, L. *A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores*. São Paulo: Martins Fontes, 1994.

VIGOTSKI, L. Interaction between learning and development. In. Cole, Steiner, Scribner, Souberman: *Mind in Society*. Harvard University Press. 1978.

WATSON, J.B. *Behaviorism*. Transaction Publishers, 1980.

WIEGERS, K. Software Requirements 2. Microsoft Press; 2nd edition. 2003.

ZANOTTO, D. C. F. A construção de um software multimídia para o ensino de ciências: uma contribuição ao aprendizado de angiospermas. Dissertação de Mestrado. UTFPR, Ponta Grossa, 2012.

## APÊNDICES

APÊNDICE A – Termo de consentimento para a realização da pesquisa na  
escola

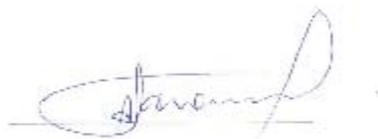
**TERMO DE CONSENTIMENTO**

Eu, Amarildo José Jacomel Diretor e responsável pelo Colégio Estadual Newton Felipe Albach – EFM, localizado na cidade de Guarapuava - PR, declaro que fui informado dos objetivos da pesquisa da autoria do professor Pedro Lealdino Filho a qual investigará sobre os efeitos motivacionais e educacionais de um jogo digital desenvolvido para o ensino de matemática.

O trabalho será realizado em específico com as turmas 6<sup>as</sup> A, B e C no período vespertino.

Para tanto, autorizo a execução desse trabalho nesta instituição de ensino. Autorizo, para fins acadêmicos, a divulgação de imagens e filmagens desta instituição fotografadas durante a execução do projeto.

Declaro, também, que não recebi ou receberei qualquer tipo de pagamento por esta autorização.



Direção Geral  
**Amarildo José Jacomel**  
Diretor RG 5.240.289-7  
Res. 0012/2011 DOE 06/01/2012

Guarapuava, 19 de setembro de 2013.

Col. Est. Newton Felipe Albach - EFM  
R. Coronel Saldanha, 2754 - Santa Cruz  
Fone (42) 3623-3553  
CEP 85013-130 Guarapuava - Paraná

APÊNDICE B – Termo de consentimento do professor participante da pesquisa

**TERMO DE CONSENTIMENTO PARA PROFESSOR QUE IRÁ COLABORAR COM A  
PESQUISA**

Eu Patrícia Sanson Buss Danieli, professora de Matemática das turmas do ensino fundamental, declaro que obtive informações sobre a pesquisa intitulada Jogo Digital Educativo para o ensino de matemática: As aventuras de Simon Bils, que será desenvolvida no Colégio Estadual Newton Felipe Albach, durante o segundo semestre de 2013 e concordo em participar, voluntariamente, cedendo parte da carga horária para a participação na pesquisa.

Autorizo, para fins acadêmicos, a divulgação de imagens fotografadas durante a execução do projeto em que se constata minha participação.

Declaro, também, que não recebi ou receberei qualquer tipo de pagamento por esta autorização.



Patrícia Sanson Buss Danieli

Guarapuava, 19 de setembro de 2013.

Col. Est. Newton Felipe Albach - EFM  
R. Coronel Salcamã, 2754 - Santa Cruz  
Fone: (42) 3623-3563  
CEP 83012-120 Guarapuava - Paraná

## APÊNDICE C – Termo de Consentimento dos pais

**TERMO DE CONSENTIMENTO DOS PAIS**

Eu \_\_\_\_\_, RG \_\_\_\_\_ responsável pelo aluno (a) \_\_\_\_\_, declaro que obtive informações sobre a pesquisa intitulada "Jogo digital educativo para o ensino de matemática: As aventuras de Simon Bile" que será desenvolvida no Colégio Estadual Newton Felipe Albach, durante o segundo semestre de 2012 e autorizo a utilização de imagens de meu(minha) filho(a) tiradas durante a realização do trabalho, assim como a utilização de atividades desenvolvidas em sala de aula e laboratório de informática, desde que o nome dele(s) seja preservado.

Por esta ser a expressão de minha vontade, declaro que autorizo o uso acima descrito, sem que nada haja a ser reclamado a título de direitos conexos à imagem ou qualquer outro.

Declaro, também, que não recebi ou receberei qualquer tipo de pagamento por esta autorização.

Guarapuava, \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Assinatura do pai ou responsável

## APÊNDICE D – Questionário Demográfico

## Questionário Demográfico

Olá! Você está respondendo um questionário para uma pesquisa científica.  
Por favor, responda as questões conforme a sua realidade.  
Obrigado.

Nome

Sobrenome

Gênero:

Masculino

Feminino

Idade em anos:

Você conhece o jogo: "As aventuras de Simon Bile"?

Sim

Não

Você usa jogos eletrônicos (celular, computador, videogame)

Todo dia

Várias vezes por semana

Uma vez por semana

De vez em quando

Não jogo

Você possui computador conectado a internet em casa?

Sim

Não

Aproximadamente quanto tempo você utiliza o computador para fazer as tarefas de escola?

Todo dia

Várias vezes por semana

Uma vez por semana

De vez em quando

Nunca

APÊNDICE E – Questionário Motivacional  
Baseado em KELLER (2010)

## Questionário de Motivação sobre material instrucional

	Discordo totalm.	Discordo	Neutro	Conc.	Conc. totalm.
Existe alguma coisa interessante no jogo que chama a minha atenção					
Esse jogo é muito bonito					
A qualidade das informações ajudam a capturar minha atenção					
Todos os elementos do jogo (desenhos, fases, som) ajudam a chamar minha atenção					
Existe muita informação em cada parte do jogo. Isso me deixa irritado					
Consigo ver problemas de matemática dentro do jogo.					
Existe história, figuras, ou exemplos que me mostram como o esse jogo pode ser importante.					
Completar o jogo com sucesso é importante para mim.					
O jogo me mostrou que vale a pena estudar matemática					
Eu consigo relacionar o conteúdo desse jogo com coisas da vida real.					

	Discordo totalm.	Discordo	Neutro	Conc.	Conc. totalm.
Quando olhei o jogo pela primeira vez, achei que seria fácil para mim.	<input type="radio"/>				
Esse jogo foi mais difícil de entender do que eu gostaria	<input type="radio"/>				
Depois de ver as telas de como jogar, me senti mais confiante para vencer as fases	<input type="radio"/>				
Conforme eu jogo, sinto que consigo aprender o conteúdo	<input type="radio"/>				
Os desafios das fases são muito difíceis	<input type="radio"/>				
Passar de fase me deixa contente	<input type="radio"/>				
Gostei tanto do jogo que quero aprender mais sobre matemática	<input type="radio"/>				
Eu realmente gostei do jogo.	<input type="radio"/>				
A pontuação e as mensagens que ganho fazem eu querer me esforçar mais em cada fase.	<input type="radio"/>				
É muito legal realizar atividades de matemática em forma de jogo.	<input type="radio"/>				

APÊNDICE F – Detalhamento dos diálogos dos alunos

## Grupo 1

0:37 – Como que empurra esse negócio aqui?

0:40 – Eu quero saber como que joga.

0:50 – O que que tem que fazer?

0:58 – Professor, eu aperto aqui no jogar e não entra.

1:07 – O que que tem que fazer?

1:11 – Oloco onde que mexe?

1:12 – Ahh, achei.

1:19 – Mas o que que a gente tem q fazer?

1:33 – Ah é no Z que aperta!

1:46 – Consegui, consegui, consegui (euforia)

2:07 – Como que move a caixa?

2:09 – (Aquele que disse conseguiu) – Aperta no espaço , para todo o grupo.

2:14 – Mas aonde que tem q levar a caixa?

2:21 – Ahh achei aquela porta la.

2:32 – Ah bom, tem que posicionar a caixa marrom acima da caixa amarela. Oh, tá escrito aqui em baixo.

2:55 – Saaaaaaai cachorrinho daquiiii!

3:00 – Aonde que tem q leva essa caixaaa?

3:01 – Láaaaaaaa na outra caixaaa!

3:03 – Mas eu não sei como que tem que fazer.

3:05 – Você aperta em espaço

3:17 – Aeee consegui passar (Soco no alto)

4:05 – No meu aqui só tem duas caixas.

4:05 – Mas é sós duas caixas (sussurra)

4:18 – Ah bom, posicione a caixa laranja abaixo da vermelha, que tá escrito.

4:29 – Uah cachorrinho

4:37 – Todo mundo consegue menos eu (sussurro)

4:52 – Nossa você ainda está na primeira?-

4:56 – É que eu não sabia

5:10 – Oléeee

5:30 – Professor fala alguma coisa para eles para testar a atenção. Ninguém prestou atenção.

5:39 – Ah vou ter que começar a jogar de novo . que raiva

5:50 – To tentando, mas aquele bixo ali feio fica me perseguindo.

6:00 – Risadas causadas por algo.

7:26 – O que que tem que fazer aqui? (Segunda Fase)

8:08 – Gargalhadas sobre a reação do colega com o jogo

8:35 – Um aluno mostra para o outro como joga a fase.

8:44 – Professor, não está andando aqui.



## APÊNDICE G – Teste simulado da Prova Brasil

### QUESTÕES DE MATEMÁTICA

1. A figura abaixo mostra um teatro onde as cadeiras estão numeradas de 1 a 25.



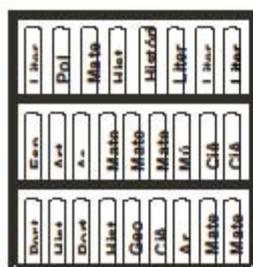
Mara recebeu um ingresso de presente que dizia o seguinte:

***Sua cadeira está localizada exatamente no centro da plateia***

Qual é a cadeira de Mara?

- a) 12      b) 13      c) 22  
d) 23

2. Considere no desenho abaixo, as posições dos livros numa estante:

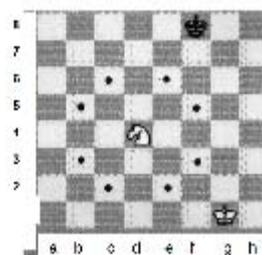


Você está de frente para essa estante. O livro de Música é o terceiro a partir da sua

- (A) esquerda na prateleira do meio.  
(B) direita na prateleira de cima.  
(C) esquerda na prateleira de cima.  
(D) direita na prateleira do meio.

3. Num tabuleiro de xadrez, jogamos com várias peças que se movimentam de maneiras diferentes. O cavalo se move para qualquer

casa que possa alcançar com movimentos em forma de "L", de três casas. Na posição da figura, os pontos marcados representam as casas que o cavalo pode alcançar, estando na casa d4. Dentre as casas que o cavalo poderá alcançar, partindo da casa f5 e fazendo uma jogada estão



- (A) g3 ou d6  
(B) h5 ou f3  
(C) h7 ou d7  
(D) d3 ou d7

4. O desenho a seguir, representa a posição de frutas em uma banca de feira:



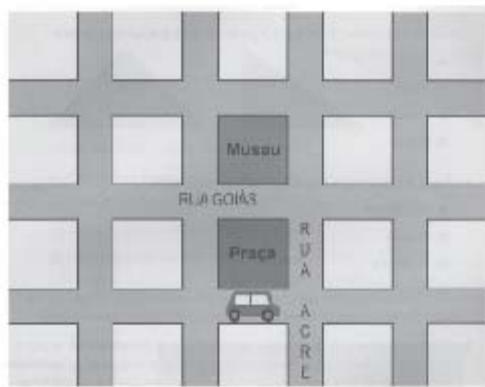
Você está de frente para essa banca de frutas. Qual a localização das maçãs?

- (A) É a segunda fruta a partir da minha esquerda na parte de cima.  
(B) É a quinta fruta a partir da minha direita na parte de baixo.  
(C) É a segunda fruta a partir da minha esquerda na parte do meio.  
(D) É a segunda fruta a partir da minha direita na parte de cima.

5. Observe a localização do carro e responda:

\* Para chegar ao museu, o carro terá que virar à direita ou à esquerda na Rua Acre?

\* A entrada do museu fica na Rua Goiás. Para o carro estacionar na frente do Museu, deve virar à direita ou a esquerda?

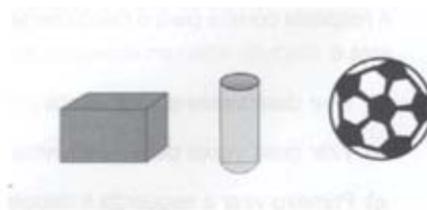


A resposta correta para chegar ao museu seguindo a mesma direção que está é:

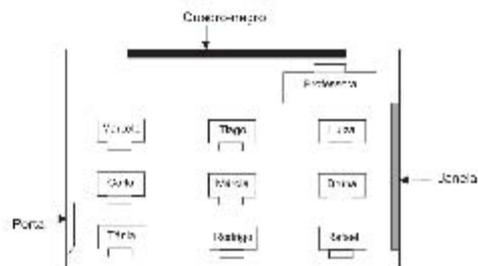
- (A) Virar duas vezes para a direita
- (B) Virar duas vezes para a esquerda**
- (C) Primeiro virar à esquerda e depois à direita.
- (D) Primeiro virar à direita e depois à esquerda.

6. Em uma das aulas de matemática, aprendi sobre os poliedros e os corpos redondos. Em seguida, fui ao supermercado. Lá comprei uma caixa de sabão em pó, uma lata de óleo e uma bola. No caixa percebi que os três produtos tinham, respectivamente, a forma de:

- (A) cubo, cone e circunferência.
- (B) paralelepípedo, cone e esfera.
- (C) cubo, cilindro e circunferência.
- (D) paralelepípedo, cilindro e esfera.**



7. Marcelo fez a seguinte planta da sala de aula:

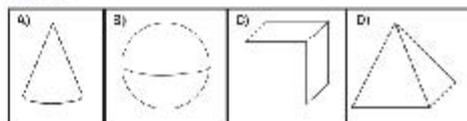


Das crianças que sentam perto da janela, a que senta mais longe da professora é:

- (A) o Marcelo
- (B) a Luiza
- (C) o Rafael**
- (D) a Tânia

8. Vitor gosta de brincar de construtor. Ele pediu para sua mãe comprar blocos de madeira com superfícies arredondadas.

A figura abaixo mostra os blocos que estão à venda.



Quais dos blocos acima a mãe de Vitor poderá comprar?

- (A) A e C
- (B) A e B**
- (C) B e D
- (D) C e D

## ANEXO I – Game Design Document

## Documento de Design e Conceitual do Jogo

As Aventuras de Simon Bile:  
Em Busca da Esfera Perdida

2013

## DOCUMENTO CONCEITUAL

---

**Título:** Simon Bile em Busca da Esfera Perdida

**Premissa:** Assuma o papel de Simon Bile, um jovem que viaja no tempo e espaço para salvar a humanidade das ambições de um cientista maluco.

**Tipo do Documento:** Versão de Avaliação

**Declaração da Missão:**

O que vai ser feito? R: Jogo Digital Educacional para o ensino de matemática

Para quem vai ser feito? Para crianças em fase escolar, do ensino fundamental.

**Versão:** 1.2

Modificação da versão anterior:

Descrição das fases e como os descritores matemáticos serão avaliados.

Título

Jogabilidade em cada nível

Número de Fases reduzidos

Apresentação do Mundo do Jogo.

**Datas importantes:**

**Qualificação:** junho de 2013

**Correção:** julho de 2013

**Aplicação do Jogo:** setembro de 2013

**Análise dos Resultados:** outubro de 2013

**Defesa:** novembro de 2013

**Créditos**

---

**Propósito do Documento:** Apresentação Conceitual

**Versão do Documento:** 1.2

**Título do Trabalho:** Simon Bile em Busca da Esfera Perdida

**Conceito do Jogo:** Jogo educacional de matemática

**Autor:** Pedro Lealdino Filho

### Introdução

---

O jogo Em Busca da Esfera Perdida conta a história de um jovem escolhido para salvar a humanidade dos planos maléficos de um cientista maluco. Para alcançar seus objetivos o herói deve passar por desafios e obstáculos matemáticos criados pelo colapso temporal da máquina inventada pelo cientista. É uma aventura sem limites em busca de conhecimento e da salvação de todos.

### Análise do Jogo

---

Visão Geral do Jogo

Descrição do Jogo	
<b>Gênero</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aventura</li> <li>• RPG</li> </ul> <p>O gênero é híbrido pois une elementos dos dois</p>

	gêneros.
<b>Elementos do Jogo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Movimento Correr, Pular, Escalar, Empurrar, Puxar, Arrastar, Cair, Entrar, Sair, Atirar.</li> <li>• Seleção Marcar, Tocar, Soltar, Colocar, Pintar, Marcar, Mirar, Pegar.</li> </ul>
<b>Conteúdo do Jogo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aventura</li> <li>• Drama</li> <li>• Comédia</li> </ul>
<b>Tema</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ficção Científica</li> </ul>
<b>Estilo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Old School</li> </ul>
<b>Sequência do Jogo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• História Linear</li> </ul>
<b>Jogador</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Um jogador</li> </ul>
<b>Referência do jogo</b>	
<b>Taxonomia do Jogo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Em Busca da Esfera Perdida é um jogo com uma narrativa de aventura.</li> </ul>
<b>Imersão do Jogador</b>	<p>O jogo possui elementos de imersão tais como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estratégia</li> <li>• Emocional</li> <li>• Narrativo</li> </ul>
<b>Referência</b>	<p>O jogo possui inspiração em outros jogos : Uncharted, Final Fantasy, Tomb Raider, Zenonia.</p>
<b>Detalhes Técnicos</b>	
<b>Técnicas</b>	Gráficos 2D
<b>Visão</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Upper Vision</li> </ul>
<b>Linguagem de Programação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actionscript 3.0</li> </ul>
<b>Plataforma</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Web suporte flash player.</li> <li>• PC</li> </ul>

### **Atmosfera do Jogo**

O jogo possui uma atmosfera leve, o andamento da aventura leva o jogador a buscar as soluções dos problemas de forma compassiva e calma. A trilha sonora deverá seguir os mesmos padrões das produções como: Uncharted, Indiana Jones, A múmia e Tomb Raider.

### **Jogabilidade**

A jogabilidade desse jogo é basicamente avançar pelos níveis resolvendo problemas matemáticos e derrotando inimigos para recuperar um brinquedo perdido na casa de um cientista maluco.

No decorrer do jogo, o jogador encontrará vários pontos para receber artefatos que ajudem no desenvolvimento da aventura. Receberá também dicas para solucionar os enigmas e ultrapassar os níveis.

Modos de Jogo: O jogo possuirá níveis de dificuldades diferentes, com inteligência artificial para regular a experiência do jogador.

Para começar a jogar o jogador deve simplesmente escolher a opção “Play” no menu principal e começar a aventura.

As instruções de como se joga são acrescentadas durante a necessidade da utilização dos comandos no jogo.

As opções de jogo fornecem o salvamento e o carregamento da história. Futuramente outras questões como configurações de vídeo e áudio serão acrescentadas.

Primeiramente existirão 4 níveis. Cada nível avalia um descritor da Prova Brasil de Matemática das Séries Iniciais do Ensino Fundamental.

Os controles básico são as teclas aswd para movimentação do personagem e o mouse para realizar as ações.

Para ganhar o jogo o jogador deve ultrapassar todos os níveis sem esgotar todas as vidas.

### **Características Chave**

---

Número de Níveis: 6

Número de Inimigos: 2 = cientista maluco e Nalpak;

Tempo de Jogo: 1 hora;

Número de jogadores: 1;

## **DOCUMENTO DE DESIGN**

---

Esse documento descreve como os objetos do jogo se comportam, quais controles e propriedades eles possuem.

Este documento se preocupa com o jogo em si.

### **Versão do Design**

---

A.1.3

(A) : Actionscript 3.0

(1): Update de Conceito

(3): Update de Design

### **Design GuideLines**

---

- Desenvolvimento do Jogo com elementos característicos;
- Inserção de Conteúdo Instrucional em cada fase do jogo;
- Desenvolvimento do processo: Julgamentos, Comportamentos e feedback;
- Apresentação do Resultado da Aprendizagem;

## **Definições de Design do Jogo**

---

O jogador inicia visualizando a tela de abertura do jogo. Nela existe um menu para escolhas: Jogar, como jogar, créditos.

A partir da escolha jogar, o jogador entra no jogo com uma instrução guiada de como movimentar o personagem, derrotar inimigos, resolver enigmas.

Os controles do jogador serão o teclado e o mouse.

Para ganhar o jogo, o jogador deve ultrapassar todas as fases e recuperar o brinquedo perdido na casa do cientista maluco.

O jogador perde caso seja derrotado pelos NPC's inimigos.

## **Matriz do Jogo**

---

Aqui aparecem os nomes dos personagens principais, antagonistas, os inimigos e as propriedades do jogo. Esta parte ainda não está definida

Protagonista: Simon Bile.

Antagonista: Eplov.

Primeiro Chefe: Nalpak.

## **Game Flow Chart**

---

Em todos os níveis o jogador será controlado através do teclado. Alguns ambientes do jogo são arrastáveis com o mouse. Dessa forma os objetos interagem com o personagem do jogo e também com o jogador.

## **Elementos do Jogador**

---

### **Definições do Jogador**

---

- Ações: O jogador pode controlar o personagem com os controles, atribuir a movimentação e ações destinadas ao personagem.
- Informações: O jogo fornece informações sobre como jogar. Traz também alguns conteúdos técnicos para a resolução dos enigmas e problemas propostos durante o jogo.
- Propriedades padrão: O jogador inicia o game a partir de um menu principal, após, o game apresenta uma introdução da história.
- Vencer: O jogador vence cada etapa do jogo alcançan do certo objetivo dentro dessa fase. O 'batimento' do jogo acontece quando todas as fases são vencidas
- Perdendo: O jogador perde se morrer durante o percurso das fases, porém, em cada morte o jogador pode recomeçar de onde parou.

### **Propriedades do Jogador**

---

- Vida: Começa com 5 vidas, podendo aumentar de acordo com os enigmas resolvidos ou itens encontrados pelo caminho
- Armas: Primeiramente o jogador não possui armas
- Ações: correr, nadar, pular, empurrar, abrir, puxar, pegar.

### **Recompensas do Jogador**

---

As recompensas do jogador são, pontos e vidas. Também existem itens que podem ser utilizados para o destravamento de fases extras e conquistas de outros níveis.

### **Interface do Usuário**

---

O jogador conduz o personagem com as teclas ASWD, espaço e o mouse.

### **Visão do Jogador**

---

Vista de Cima – True Lies, Final Fantasy, Tibia

### **Elementos Antagonistas**

---

O jogo possui um antagonista principal: o Cientista obcecado por adquirir todo o conhecimento do mundo através do sequestro dos matemáticos mais importantes de todos os tempos.

Os outros personagens são monstros criados por esse cientista.

### **Definições Antagonistas**

---

O antagonista faz parte da história, somente na fase final o protagonista e o antagonista se encontram para a batalha final.

### **Propriedades Antagonistas**

---

As propriedades são as mesmas que o do personagem principal.

### **Lista de Antagonistas**

---

Victor Eplov – Cientista Maluco.

### **Inteligência Artificial**

---

Não definido

### **Global Game Elements**

---

Não definidos

### **A História**

---

Era uma manhã tranquila na cidade de Narvásia.

Simon assistia seus colegas jogando bola enquanto lia “Alice no País dos Números”. Ele não tinha muitos amigos devido a sua curiosidade sobre tudo e não era popular na escola por ser estudioso e tirar boas notas. Não tinha habilidades nos esportes e por isso nunca o convidavam para as brincadeiras que envolviam qualquer tipo de performance física.

Nesse dia, um dos garotos que estava jogando bola acabou chutando muito forte e a bola entrou na casa estranha que ficava no fim da rua.

Os garotos estavam preocupados em pegar a bola porque diziam que naquela casa morava uma criatura que transformava as crianças em comida para Chacais.

A turma viu Simon que estava sentado e propuseram uma ideia de que ele deveria ir atrás do brinquedo para se tornar parte do grupo deles.

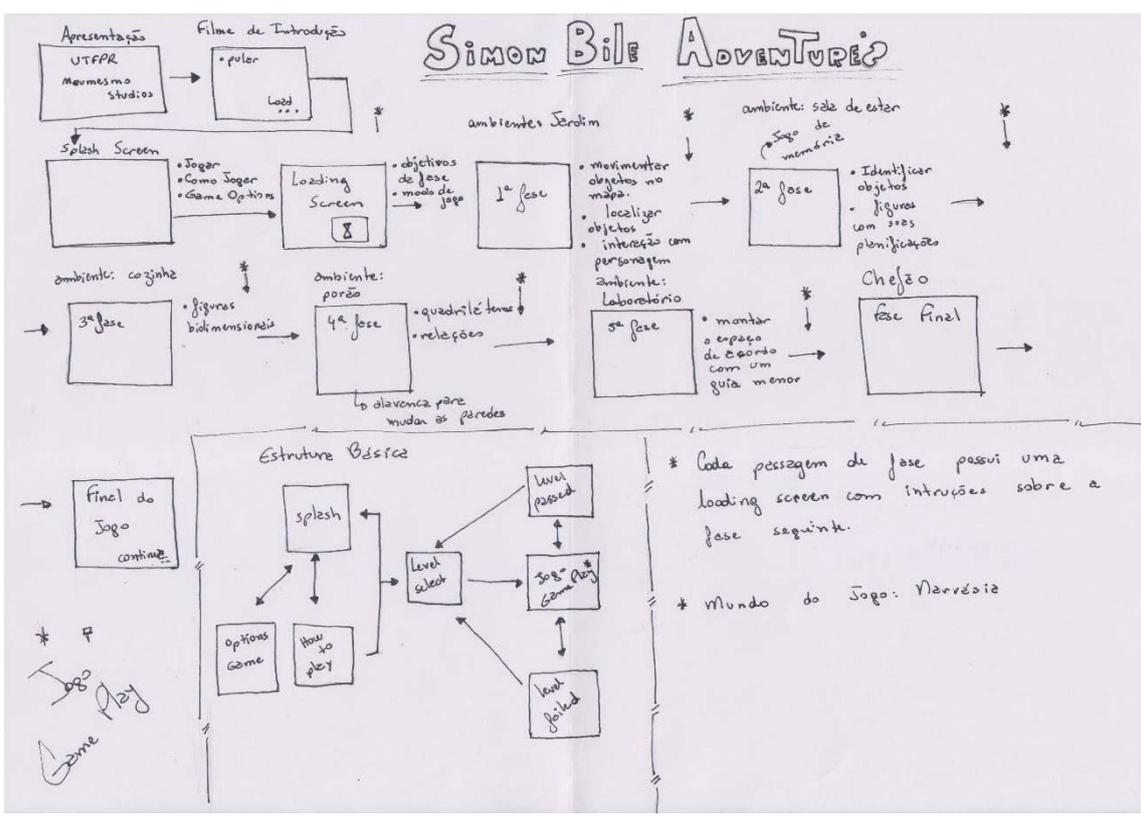
Simon ficou tranquilo e se propôs a ir, pois sabia que não existiam tais tipos de criaturas que comem crianças.

Mas talvez estivesse enganado...

### **Arte Conceitual**

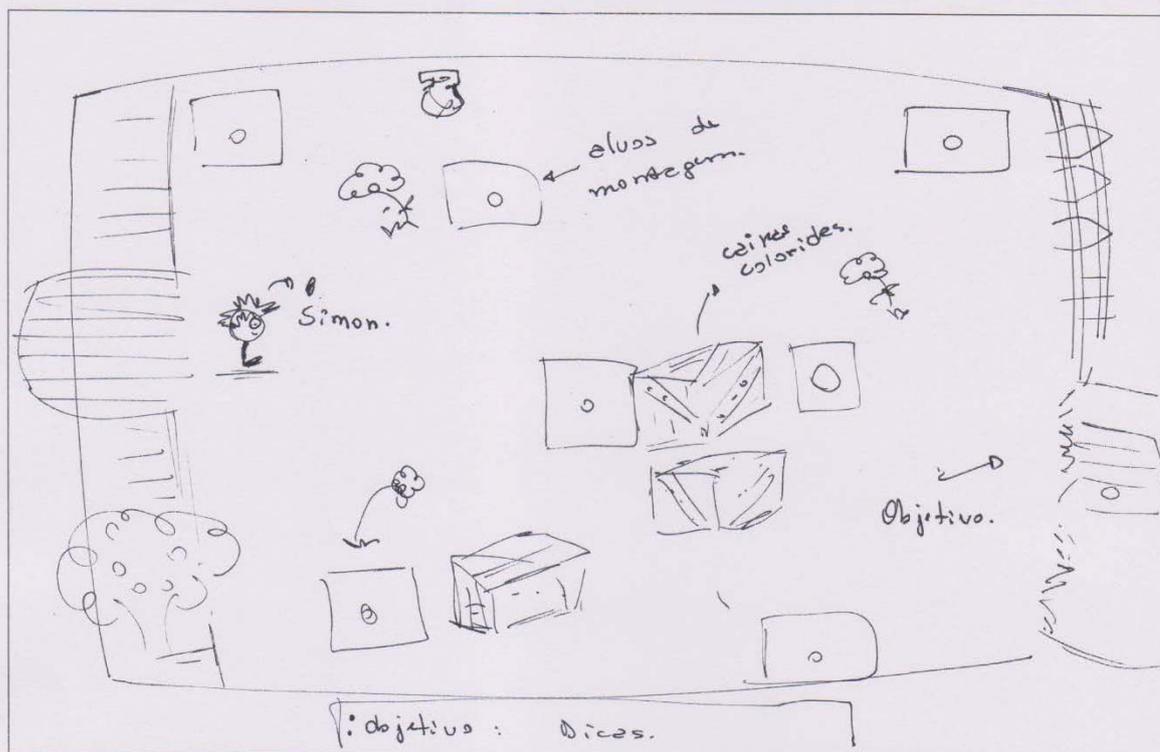
### **Design de Níveis**

---



Na estrutura apresentada acima todas as fases estão representadas em um fluxograma. Assim o desenvolvedor pode criar as fases e as cenas entre as fases com mais fidelidade e garantir o fluxo do jogo.

Nível: 3 → 0 Jardim



Descrição: Nesse nível primeiro descritor é avaliado.

estilo: sokoban.

objetivo: empurrar as caixas coloridas para cima dos botões. Abrir a porta.

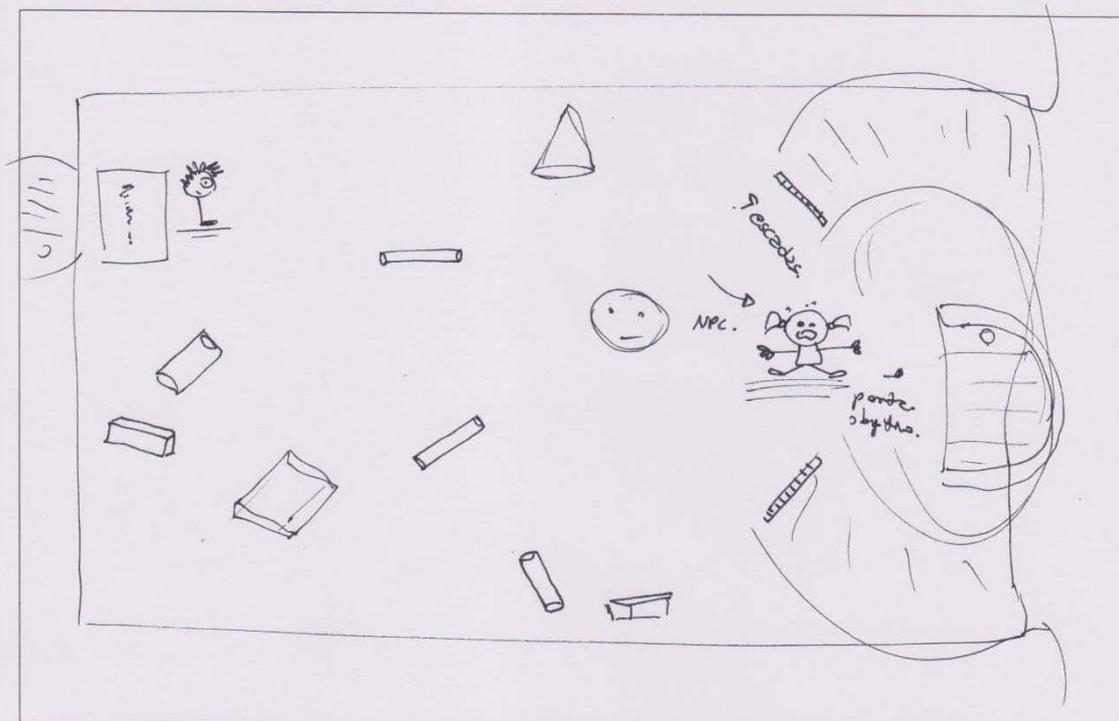
Jogabilidade: O jogo dirá onde cada caixa deverá ser posicionada com afirmações sobre lugares e distâncias.

Exemplo: Coloque a caixa laranja à direita da maçã.

condição de vitória: todas as caixas dentro do tempo.

condição de derrota: tempo = 0

Nível: 2 → sala de estar



Descrição: Nesse nível o segundo da unidade é realizado.

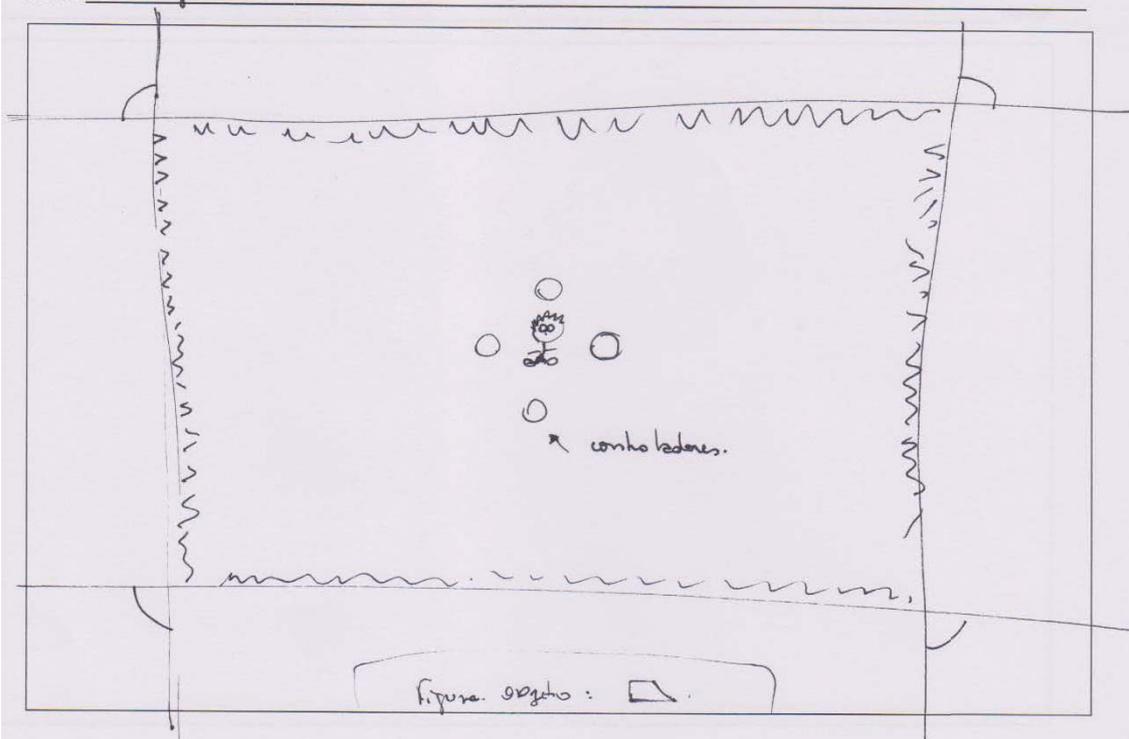
estilo: puzzle.

objetivo: fazer a garotinha parar de chorar. (~~parar~~ consentindo o brinquedo dela, através de um quebra-cabeça que ela tem).

Jogabilidade: o personagem recebe da garota um quebra-cabeça com as partes do boneco de forma planejada.

Condições de vitória: montar antes que a criança sinta vontade de chorar.

Nível: 46 - pão.



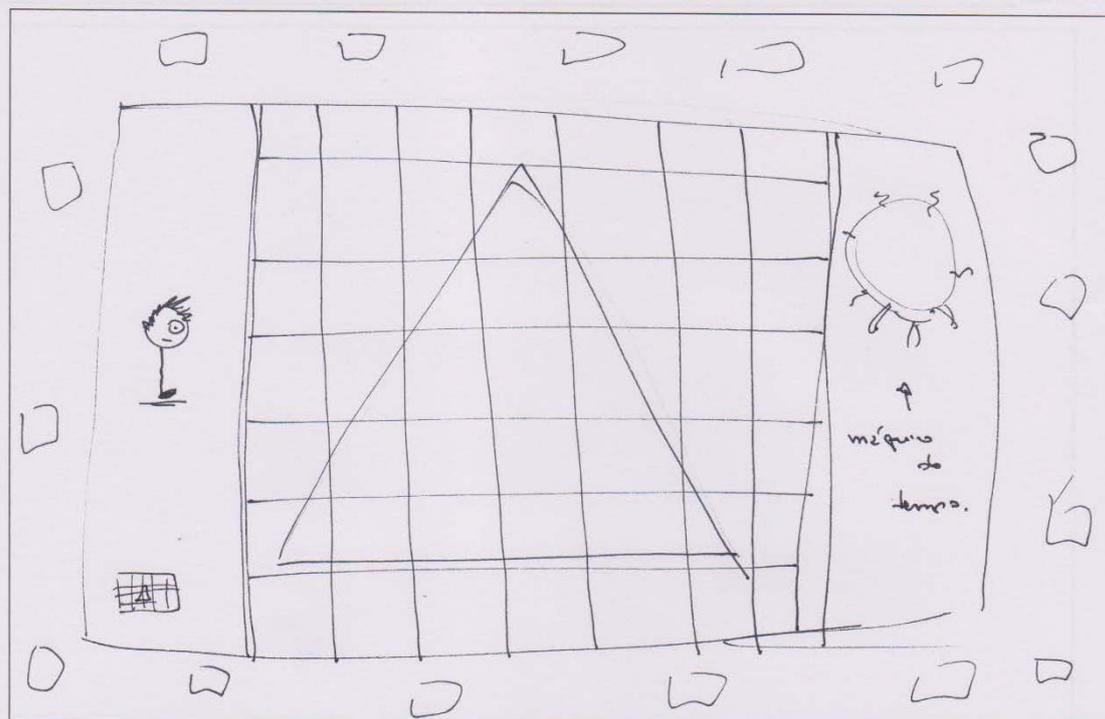
Descrição: nesse nível o quadro descrito é aplicado.

Objetivos: Não morrer. Fazer as paredes se movem para o outro lado em vez de esmagá-lo.

Habilidade: Simón deve controlar as paredes para que o desenho de salz fique perseguido com o da figura dica.

Condições de vitória: via todas as figuras

Nível: 5 - laboratório.



Descrição: nesse nível o quinto descritor é avaliado.

objetivos: Desenhar as linhas laranja.

Jogabilidade: O jogador monta uma versão ampliada da figura para desenhar as linhas.

condição de vitória: figura mais próxima da figura  
meta.

Nível: 6 → Entendimento.

Descrição: Fase final.

Objetivo: Derrotar o chefe.

Habilidades: WASD e mouse - o shooter game.

Condição de vitória: derrotar inimigo.

Essa é a última fase do jogo.

### **Os objetivos do jogo com o ensino de matemática são:**

**Descritor 1:** Identificar a localização/movimentação de objetos em mapas, croquis e outras representações gráficas.

As habilidades que podem ser avaliadas por este descritor referem-se ao reconhecimento, pelo aluno, da localização e movimentação de uma pessoa ou objeto no espaço, sob diferentes pontos de vista.

**Descritor 2:** Identificar propriedades comuns e diferenças entre poliedros e corpos redondos, relacionando figuras tridimensionais com suas planificações.

Por meio deste descritor, pode-se avaliar a habilidade de o aluno diferenciar um sólido com faces, arestas e vértices (poliedro) de corpos redondos (cilindro, cone e esfera) pelas suas características. Essa distinção é feita a partir da visualização dos objetos que os representam, com base no reconhecimento de cada componente (faces, arestas, vértices, ângulos) tanto de poliedros quanto dos corpos redondos, considerando-se também a forma planificada dos respectivos sólidos.

Com respeito às planificações, é importante que o aluno descubra que a esfera não tem uma planificação, ou seja, não é possível cortá-la e depois colocá-la em um plano.

**Descritor 3:** Identificar propriedades comuns e diferenças entre figuras bidimensionais pelo número de lados e pelo tipos de ângulos.

A habilidade de o aluno reconhecer polígonos, classificando-os pelo número de lados. Além disso, o aluno deve identificar polígonos regulares (todos os lados e ângulos são congruentes) pelas propriedades e classificar triângulos quanto aos lados e aos ângulos.

\* Todos os polígonos regulares são inscritíveis.

\* Todos os polígonos regulares são circunscritos.

**Descritor 4:** Identificar quadriláteros observando as relações entre seus lados (paralelos, congruentes, perpendiculares).

Por meio deste descritor, pode-se avaliar a habilidade de o aluno perceber conceitualmente as diferenças entre os quadriláteros. Por meio de figuras, ele deve ser capaz de reconhecer as características próprias dos quadriláteros principais: trapézios, paralelogramos, losangos, retângulos e quadrados.

**Descritor 5:** Reconhecer a conservação ou modificação de medidas dos lados, do perímetro, da área em ampliação e/ou redução de figuras poligonais usando malhas quadriculadas.

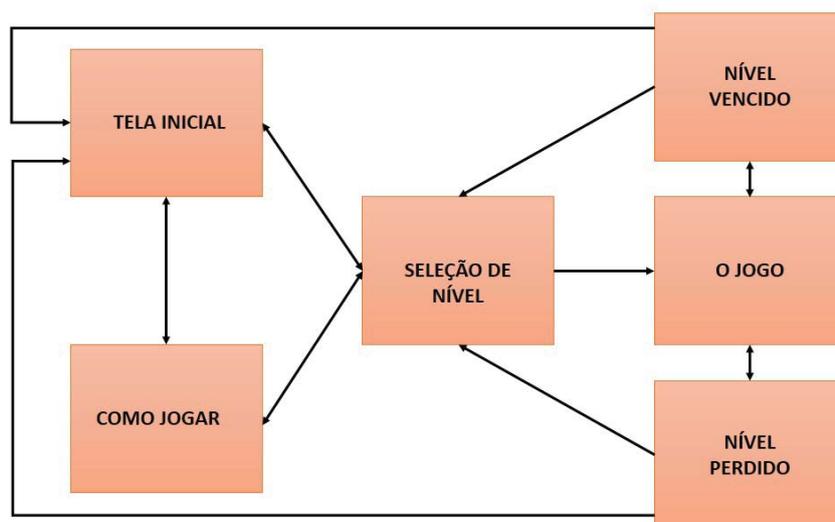
Por meio deste descritor, pode-se avaliar a habilidade de o aluno reconhecer a manutenção ou alteração do perímetro e da área de um polígono em ampliações ou reduções da figura, com o apoio de malhas quadriculadas. As situações problema podem trazer, também, a transferência a figura de um lugar a outro ou ainda a realização de um giro na posição da tela.

Cada descritor será avaliado a partir de uma fase. Possivelmente cada fase conterá diversos níveis com a mesma jogabilidade de um nível anterior.

## **Arquitetura do Jogo**

---

Basicamente a estrutura a seguir:



## DOCUMENTO TÉCNICO

---

### Requisitos de Sistema

---

Computador com navegador de internet e suporte a flash player.

### Conteúdo Visual

---

A janela do jogo tem tamanho 1024 x 768.

Roda no navegador de internet de computadores ou consoles que ofereçam suporte ao Flash Player.

### Conteúdo de Audio

---

A trilha sonora e os sons do jogo estão em desenvolvimento.

### Conteúdo de Programação

---

A linguagem de programação utilizada é a ActionScript 3.0 (AS3.0), é uma linguagem de alto nível tal como Java, C++, e foi desenvolvida de tal maneira que pode ser facilmente entendida, escrita e lida.

O estilo utilizado é o **camel case** também conhecido como humpBackNotation. As palavras não são separadas por espaços em branco. Esse estilo é uma característica importante da programação do jogo.

### Estrutura de Código

---

//O seguinte código apresenta o framework básico para o desenvolvimento do jogo//

```

package {
    import flash.display.*;
    import flash.events.*;
    import flash.net.*;

    public class Game extends MovieClip {

        public static const STATE_INIT: int = 10;
  
```

```
public static const STATE_PLAY: int = 20;
public static const STATE_GAME_OVER: int = 30;
    public static const STATE_PAUSE: int = 40;

public var gameState: int = 0;

public function Game(): void {
    addEventListener(Event.ENTER_FRAME, gameLoop);
    gameState = STATE_INIT;
}

public function gameLoop(event: Event) : void {
    switch(gameState) {
        case STATE_INIT: initGame(); break
        case STATE_PLAY: playGame(); break
        case STATE_GAME_OVER: gameOver(); break
        case STATE_PAUSE: gamePause();break;
    }
}

public function initGame(): void {
    stage.addEventListener(MouseEvent.CLICK, onMouseClickEvent);
    gameState = STATE_PLAY;
}

public function playGame() {
    if (something) {
        gameState = STATE_GAME_OVER;
    }
}

public function onMouseClickEvent(event: MouseEvent) {

}

public function gameOver():void {
    stage.removeEventListener(MouseEvent.CLICK, onMouseClickEvent);
    gameState = STATE_INIT;
    trace("GAME OVER");
}

    public function gamePause():void{

    }

}

}
```

