

---

Matheus Vinícius Valenza

*Guidelines para Game Design de Jogos para Crianças e sua  
Aplicação na Alfabetização Matemática*

---

Joinville  
2018

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA**  
**BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

**Matheus Vinícius Valenza**

***GUIDELINES PARA GAME DESIGN* DE JOGOS PARA  
CRIANÇAS E SUA APLICAÇÃO NA ALFABETIZAÇÃO  
MATEMÁTICA**

Trabalho de conclusão de curso submetido à Universidade do Estado de Santa Catarina  
como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Bacharel em Ciência da Computação

**Dr. Marcelo da Silva Hounsell**  
**Orientador**

Joinville, Novembro de 2018

# ***GUIDELINES PARA GAME DESIGN* DE JOGOS PARA CRIANÇAS E SUA APLICAÇÃO NA ALFABETIZAÇÃO MATEMÁTICA**

Matheus Vinícius Valenza

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para a obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação e aprovado em sua forma final pelo Curso de Ciência da Computação Integral do CCT/UDESC.

Banca Examinadora

---

Dr. Marcelo da Silva Hounsell - UDESC  
(orientador)

---

Dra. Avanilde Kemczinski - UDESC

---

Dra. Isabela Gasparini - UDESC

---

Msc. Mayco Farias de Carvalho - UniSociesc

## Agradecimentos

Agradeço a Deus, pelo dom da vida. Aos meus pais (Mario César Valenza e Maricleia Silvana Ferreira Valenza) pela educação que recebi. Agradeço à minha irmã, Mariáh Silvanie Valenza Dichirico e meu cunhado, Victor Peixoto Dichirico pelo apoio. Agradeço à minha namorada, Arissa Michelle Yamada Corrêa, por todas as palavras nos momentos críticos, por todos os sonhos compartilhados e todas as conquistas celebradas em conjunto. Aos meus avós (Maria Ferreira e Cidelci Ferreira) e à minha tia-avó, Darci Ricarda Ferreira, por todo o carinho.

Agradeço ao professor Marcelo pela orientação e confiança durante a Iniciação Científica e o Trabalho de Conclusão de Curso. A todos os professores do Departamento de Ciência da Computação que, de alguma maneira, contribuíram para o meu crescimento. Agradeço também aos colegas de curso que, em meio à todas as exigências, me apoiaram e alegraram. Também agradeço ao LARVA (*LABoratory for Research on Visual Applications*) por todas as contribuições e pela viabilização do presente trabalho.

*“Só se pode alcançar um grande êxito quando  
nos mantemos fiéis a nós mesmos.”*

*Friedrich Nietzsche*

## Resumo

VALENZA, Matheus Vinícius. *Guidelines para Game Design de Jogos para Crianças e sua Aplicação na Alfabetização Matemática*. 117 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade do Estado de Santa Catarina. Bacharelado em Ciência da Computação, Joinville, 2018.

A Matemática é uma disciplina que relaciona-se com outras áreas do conhecimento e com o cotidiano dos indivíduos. Porém, é comum ouvir relatos e presenciar queixas à respeito da Matemática que, entre outros efeitos, causam uma aversão que limita a capacidade de aprendizado. Como alternativa aos métodos de ensino tradicionais, os jogos digitais podem ser utilizados como aliados para instigar e motivar o aprendizado. Neste sentido, muitas produções acadêmicas focam seus estudos nos chamados Jogos Sérios (JS), que são jogos que possuem como objetivo primário a disseminação de conhecimento. Porém, estes jogos acabam ficando aquém do esperado pelas crianças, principalmente se comparados aos jogos comerciais. Sendo assim, este trabalho identifica um conjunto de diretrizes a serem seguidas por projetistas e desenvolvedores de JS para crianças, de forma a auxiliá-los em relação à forma que o jogo deve ser pensado e desenvolvido para ser melhor aceito. O conjunto de *guidelines* foi obtido através da análise de JS voltados ao público infantil e de recomendações de tecnologias para crianças. Ainda, os *guidelines* foram utilizados como base para o projeto de um JS voltado à Alfabetização Matemática, permitindo que tanto a qualidade dos *guidelines* quanto a qualidade do jogo fossem analisadas na prática. Foram propostas 40 *guidelines* divididas em 4 grupos e avaliadas por 38 especialistas por meio de questionário, onde identificou-se que 38 delas foram avaliadas com relevância acima de 7,0 em uma escala de 0 a 10. O conjunto de *guidelines* proposto ainda serviu como ferramenta que norteou o projeto do jogo Move4Math - Sequenciação, que é voltado, especialmente, para crianças em fase de Alfabetização Matemática.

**Palavras-chaves:** Jogos Sérios para Crianças, *Guidelines* de Desenvolvimento de Jogos para Crianças, Alfabetização Matemática

## Abstract

Math is a discipline linked with other fields of knowledge and with people's daily. However, it is common to hear reports and complains about Mathematics wich, within other effects, cause an aversion that limits learning. Digital games emerge as an alternative to traditional teaching methods and is used to motivate learning. In effect, many academic studies focus on Serious Games, which are games that have dissemination of knowledge as the primary goal. However, these games fall short of what kids expect, particularly when compared to the commercial ones. Because of this, this work focus on identify a set of guidelines to be followed by designers and developers of games for children, in order to assist them about the way the game should be presented and developed to be better accepted. The set of guidelines was obtained through the analysis of serious games and technology guidelines for children. In addition, the guidelines were used as the basis for the design of a serious game focused on Mathematical Literacy, allowing both the quality of the guidelines and the quality of the game to be analyzed in practice. A total of 40 guidelines were proposed, divided into 4 groups and evaluated by 38 experts through a form, where it was identified that 38 of them were evaluated with relevance above of 7.0 on a scale from 0 to 10. The set of guidelines proposed was used as a tool to guide the game design of Move4Math - *Sequenciação*, which is aimed for Mathematical Literacy.

**Keywords:** Development Guidelines for Child Games, Serious Games for Children, Mathematics Literacy

## Lista de Figuras

2.1	Exemplos de "Complete a Sequência" . . . . .	22
2.2	Exemplos de "Complete a Sequência" com Sequência Ordenada . . . . .	23
2.3	Ordenação (a) vs Sequenciação (b) . . . . .	24
3.1	Crianças Interagindo com o Jogo e com o Assistente Social . . . . .	32
3.2	Similaridade Entre o JS Desenvolvido e o Jogo Comercial Mario Bros . . .	34
3.3	Desafio de Separar as Bolas Caindo Conforme a Cor . . . . .	35
3.4	Tela do jogo Aprendendo com Tarefas . . . . .	36
3.5	Personagem Hércules Propondo que o Jogador Encontre os Pratos com "um" Docinho . . . . .	39
3.6	Tela de Jogo do Gem (à direita), que é Inspirada no Jogo <i>Scramble</i> (à esquerda) . . . . .	43
3.7	Níveis com Números Inteiros, Negativos e Ambos; Respetivamente. . . . .	43
5.1	Protótipo de um Desafio Básico Proposto pelo JS . . . . .	70
5.2	<i>Feedback</i> de Acerto no Menu Superior. . . . .	73
5.3	<i>Feedback</i> de Erro no Menu Superior. . . . .	73
6.1	Área de Atuação dos Respondentes (n=38) . . . . .	83
6.2	Experiência na Área (em anos) dos Respondentes (n=38) . . . . .	84
6.3	Sexo dos Respondentes (n=38) . . . . .	84
6.4	Idade (em anos) (n=38) . . . . .	85
6.5	Escolaridade Completa . . . . .	85
6.6	Planilha com Respostas ao Formulário . . . . .	86
7.1	Arquivo de Parametrização dos Níveis . . . . .	90



7.2	Nível 8: Sequenciação por Cores . . . . .	91
7.3	<i>Feedbacks</i> Visuais . . . . .	91
10.1	Trecho Inicial do Formulário no Google Forms . . . . .	110
10.2	Diretrizes de Entrada: parte 1 . . . . .	111
10.3	Diretrizes de Entrada: parte 2 . . . . .	112
10.4	Diretrizes de Entrada: Questões Discursivas . . . . .	113
10.5	Diretrizes de Entrada: Questões Discursivas . . . . .	114

## Lista de Tabelas

3.1	Questões Descobertas nos Projetos. . . . .	41
3.2	Heurísticas de Usabilidade Utilizadas . . . . .	49
3.3	Análise Comparativa dos Jogos Sérios Relacionados . . . . .	51
3.4	Análise Comparativa dos Trabalhos Relacionados com Recomendações de Design para Crianças. . . . .	52
4.1	Diretrizes Levantadas da Literatura: Grupo, Diretriz, Faixa Etária ou Fase e Fonte(s) . . . . .	63
4.2	Fontes Utilizadas no Levantamento das Diretrizes: Índice Citado, Autor(es) e Número de <i>Guidelines</i> . . . . .	65
5.1	GDD: <i>Game Design Document</i> do Jogo Sério Proposto. . . . .	68
5.2	Fase 1: Variação dos Desafios do JS Proposto: Número do Nível, Critério de Sequencição, Tamanho do Conjunto a ser Sequenciado e Repetições da Sequência . . . . .	74
5.3	Fase 2: Variação dos Desafios do JS Proposto: Número do Nível, Critério de Sequencição, Tamanho do Conjunto a ser Sequenciado e Repetições da Sequência . . . . .	75
5.4	Critérios de Transição Conforme Velocidade e Escolha . . . . .	77
5.5	Cumprimento das Diretrizes para o JS Proposto . . . . .	79
6.1	Estatísticas das Respostas ao Formulário . . . . .	87
8.1	Análise da Validação das Diretrizes . . . . .	93
8.2	Tabela Final das Diretrizes . . . . .	98
10.1	Dúvidas, sugestões ou críticas . . . . .	115

10.2	Há conflitos entre as diretrizes? Quais? . . . . .	116
10.3	Há diretrizes repetidas? Quais? . . . . .	117
10.4	Alguma diretriz está contida em / contendo outra? . . . . .	117

## Lista de Abreviaturas

<b>ICC</b>	Interação Criança-Computador
<b>IHC</b>	Interação Humano-Computador
<b>IMPA</b>	Instituto de Matemática Pura e Aplicada
<b>JD</b>	Jogos Digitais
<b>JE</b>	Jogos Educacionais
<b>JS</b>	Jogos Sérios
<b>M4M</b>	<i>Move4Math</i>
<b>MIT</b>	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
<b>MOLDE</b>	<i>Measure-Oriented Level DEsign</i>
<b>OECD</b>	<i>Organization for Economic and Cooperation Development</i>
<b>PNAIC</b>	Pacto Nacional pela Alfabetização na Idade Certa
<b>TIC</b>	Tecnologia da Informação e Comunicação
<b>UFE</b>	Usuário Final Entendido
<b>UMI</b>	União Matemática Internacional
<b>SBGames</b>	Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital
<b>JVM</b>	<i>Java Virtual Machine</i>

# Sumário

<b>Lista de Figuras</b>	<b>5</b>
<b>Lista de Tabelas</b>	<b>7</b>
<b>Lista de Abreviaturas</b>	<b>9</b>
<b>1 Introdução</b>	<b>14</b>
1.1 Objetivos . . . . .	17
1.2 Escopo . . . . .	18
1.3 Metodologia . . . . .	18
1.4 Estrutura do Texto . . . . .	19
<b>2 Conceitos Fundamentais</b>	<b>20</b>
2.1 Alfabetização Matemática . . . . .	20
2.1.1 Estágio Fundamental . . . . .	21
2.1.2 Estágio Operacional . . . . .	24
2.2 Jogos Digitais, Sérios e Ativos . . . . .	24
2.2.1 Jogos Sérios . . . . .	25
2.2.2 <i>Exergames</i> . . . . .	26
2.3 Interação Criança Computador (ICC) . . . . .	27
2.4 <i>Guidelines</i> . . . . .	28
2.5 Metodologias de Desenvolvimento de Jogos Sérios . . . . .	28
2.5.1 Metodologia <i>Measure-Oriented Level DEsign</i> (MOLDE) . . . . .	29
2.6 Considerações Finais do Capítulo . . . . .	30

<b>3</b>	<b>Trabalhos Relacionados</b>	<b>31</b>
3.1	Jogos Sérios para Crianças . . . . .	31
3.1.1	Jogo Sérico para Crianças Autistas . . . . .	31
3.1.2	Jogos Sérios para Crianças do Primeiro e Segundo Ano do Ensino Fundamental . . . . .	33
3.1.3	Jogo Sérico para Ensino de Habilidades Matemáticas através de Interface Natural . . . . .	34
3.1.4	Jogo Sérico para Letramento . . . . .	35
3.1.5	Jogo Sérico para Ensino das Quantidades . . . . .	37
3.2	<i>Guidelines</i> para Desenvolvimento de Jogos para Crianças . . . . .	40
3.2.1	Requisitos de Ambientes de Aprendizado Voltados às Crianças . . . . .	40
3.2.2	Princípios de <i>Design</i> para Jogos Sérios e Aplicação em um Jogo para Matemática . . . . .	41
3.2.3	Princípios de <i>Design</i> para Tecnologias para Crianças . . . . .	44
3.2.4	Análise da Interação Exploratória em um Jogo Sérico Baseado em Pensamento Computacional . . . . .	48
3.3	Considerações Finais do Capítulo . . . . .	50
<b>4</b>	<b>Proposta de <i>Guidelines</i> para Desenvolvimento de Jogos para Crianças</b>	<b>53</b>
<b>5</b>	<b>Proposta de Jogo Sérico para a Habilidade de Sequenciação</b>	<b>67</b>
5.1	Sequenciação . . . . .	67
5.2	<i>Game Design Document</i> . . . . .	68
5.3	Dinâmica e Protótipos . . . . .	68
5.3.1	Apresentação do Objetivo . . . . .	69
5.3.2	Geração do Desafio . . . . .	70
5.3.3	Tratamento das Respostas . . . . .	70
5.4	Elementos da Interface . . . . .	71

5.4.1	Vidas . . . . .	71
5.4.2	Informações de fase e nível . . . . .	71
5.4.3	Pontos . . . . .	72
5.4.4	Objetos de Recompensa . . . . .	72
5.4.5	Elementos de Referência . . . . .	72
5.4.6	Elementos de Toque . . . . .	72
5.4.7	<i>Feedbacks</i> . . . . .	73
5.5	<i>Level Design</i> . . . . .	74
5.5.1	Fases . . . . .	74
5.5.2	Níveis . . . . .	75
5.5.3	Pontuação . . . . .	77
5.5.4	Transição . . . . .	77
5.6	Geração de Dados . . . . .	78
5.7	Controles para o UFE . . . . .	78
5.8	Tecnologias . . . . .	78
5.9	Considerações Finais do Capítulo . . . . .	79
<b>6</b>	<b>Validação dos <i>Guidelines</i></b>	<b>81</b>
6.1	Estatísticas . . . . .	82
6.1.1	Perfil dos Especialistas . . . . .	83
6.1.2	Diretrizes . . . . .	83
<b>7</b>	<b>Implementação</b>	<b>88</b>
7.1	Tecnologia . . . . .	88
7.1.1	Parametrização . . . . .	89
7.1.2	<i>Features</i> . . . . .	89
<b>8</b>	<b>Discussão</b>	<b>92</b>

8.1	Validação . . . . .	92
8.1.1	Obtenção de Respostas . . . . .	92
8.1.2	Perfil dos Especialistas . . . . .	93
8.1.3	Resultados . . . . .	93
8.2	Relevância . . . . .	96
8.3	Questões Discursivas . . . . .	96
8.4	Implementação . . . . .	97
8.4.1	Desafios . . . . .	97
8.4.2	Testes e Avaliação . . . . .	97
8.5	Tabela Final . . . . .	98
<b>9</b>	<b>Conclusão</b>	<b>100</b>
9.1	Trabalhos Futuros . . . . .	101
	<b>Referências</b>	<b>103</b>
<b>10</b>	<b>Apêndice</b>	<b>110</b>



# 1 Introdução

Segundo Ioschpe (2016), o Brasil apresenta indicadores educacionais baixos quando comparados com outros países. Conforme a *Organization for Economic and Cooperation Development* (OECD), a porcentagem da população entre 25 e 64 anos que concluiu o ensino superior, por exemplo, é de 14%, enquanto a média dos mais de 40 países analisados pela OECD é de 34%. Ainda, este percentual é inferior ao de países vizinhos como Colômbia (22%) , Chile (21%) e México (16%) (OECD, 2016).

Este problema é consequência da baixa qualidade do ensino básico e, principalmente, do descaso com disciplinas essenciais ao intelecto humano, como é o caso da Matemática. Com base na Prova Brasil 2015, que é um questionário com foco em questões de Língua Portuguesa e Matemática desenvolvido pelo Inep/MEC para avaliar a qualidade do ensino em larga escala (MEC, 2016), o movimento Todos Pela Educação estima que o percentual de alunos que chegam ao 9º ano da rede pública do ensino fundamental com aprendizado considerado adequado em Matemática é de apenas 14% (QEDU, 2015).

A contradição é que, apesar destes dados preocupantes, o Brasil abriga o Instituto de Matemática Pura e Aplicada (IMPA), que é um centro de excelência comparável a universidades como Harvard, *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) e Stanford, além de ser o país de talentos como Artur Avila, primeiro latino-americano ganhador da Medalha Fields, conhecida como o "Nobel da Matemática", em 2014. Neste ano, nosso país passou a integrar o Grupo 5, que é gerenciado pela União Matemática Internacional (UMI) e contém as nações mais desenvolvidas em pesquisa Matemática (EBC, 2018).

Isto ocorre porque a Matemática é frequentemente relacionada a adjetivos como "difícil" e "para poucos", seja nos meios de comunicação, nas conversas do cotidiano e, até mesmo, em sala de aula, tornando-se um discurso que ecoa nas falas dos alunos (SILVEIRA, 2011). Esta aversão a Matemática muitas vezes implica em um bloqueio causado pelo próprio aluno, limitando todo o processo de aprendizagem.

O primeiro contato do aluno com os termos e conceitos matemáticos ocorre nos anos iniciais da vida escolar, entre 6 e 8 anos de idade, fase em que ocorre "o letramento e as primeiras noções de alfabetização, a iniciação Matemática" (MEC, 2009) e, principal-

mente, a Alfabetização Matemática. O processo de Alfabetização Matemática pode ser dividido em dois estágios (CARVALHO; HOUNSELL; GASPARINI, 2017, p. 87):

1. Estágio de fundamentos: composto pelas habilidades de classificação (TOELDO; TOLEDO, 1997), seriação (TOELDO; TOLEDO, 1997) e ordenação (LOURENÇO; BAIIOCHI; TEIXEIRA, 2012);
2. Estágio de operações: formado pelas noções dos procedimentos de adição, subtração, multiplicação e divisão (CARVALHO; HOUNSELL; GASPARINI, 2015).

O período de alfabetização é foco de ações governamentais como o Pacto Nacional pela Alfabetização na Idade Certa (PNAIC), que "é um compromisso formal assumido pelos governos federal, do Distrito Federal, dos estados e municípios de assegurar que todas as crianças estejam alfabetizadas até os oito anos de idade, ao final do 3º ano do ensino fundamental." (PNAIC, 2017) onde, ao aderir ao PNAIC, os municípios assumem o compromisso de garantir que a alfabetização em Português e Matemática ocorra na idade certa, através da capacitação de seus educadores.

Fatores como políticas educacionais, formação de professores e qualidade de vida têm papel fundamental no contexto da educação. Porém, inovações que estimulem o aprendizado de forma agradável ao educando podem ajudar a reverter o quadro preocupante em que se encontra a educação no Brasil. Além do aprendizado do conteúdo, o efeito motivador (HSIAO, 2007) e o desenvolvimento de habilidades cognitivas para solução de problemas, criatividade e pensamento crítico (BALASUBRAMANIAN; WILSON, 2005) são alguns dos benefícios trazidos pelo uso de jogos na educação. Segundo Cone (2006), estas vantagens conseguem atingir até mesmo alunos com problemas de concentração. Além disto, habilidades como aprendizagem por descoberta (KIRRIEMUIR; MCFARLANE, 2004), coordenação motora e espacial (GROS, 2003) e comportamento *expert* (VANDEVENTER; WHITE, 2002) também são desenvolvidas enquanto o jogador se diverte. Segundo Falkembach (2006), os jogos são "a melhor forma de conduzir a criança à atividade, à auto-expressão, ao conhecimento e à socialização". Estes benefícios tornam-se ainda mais acessíveis quando o público-alvo é composto por crianças visto que, segundo Prensky (2001), elas já estão familiarizadas com interações com tecnologia e pertencem ao grupo dos Nativos Digitais.

Quando estes jogos fazem uso de Tecnologia da Informação e Comunicação

(TIC), eles recebem o nome de Jogos Digitais (JD). No caso dos JD que permitem sua utilização com o objetivo de proporcionar aprendizado, estes podem ser nomeados também de Jogos Educacionais (JE) (TAROUÇO et al., 2004). Já os jogos que são concebidos essencialmente com um objetivo específico, neste contexto, disseminar conhecimento, e que ainda assim promovem diversão ao jogador, são nomeados Jogos Sérios (JS) (DJAOUTI et al., 2011). Os JS são pensados com o objetivo primário voltado à educação, porém isso não significa que o fator entretenimento deve ser esquecido (MICHAEL; CHEN, 1981).

Os JS possuem várias classificações, uma delas é a dos *Exergames* ou Jogos Ativos, que são os jogos que estimulam alguma forma de atividade física ou que capturam os movimentos do jogador (FINCO; MASS, 2014). Os Jogos Ativos são utilizados para desenvolver a psicomotricidade, que corresponde às habilidades cognitiva e motora do jogador (FONSECA, 2008).

O levantamento bibliográfico realizado por Carvalho, Hounsell e Gasparini (2015) identificou, através da análise de quase seis mil artigos científicos das áreas de computação e informática na educação entre 2005 e 2014, apenas sete JD voltados para Alfabetização Matemática. Destes, apenas três contaram com a participação de pedagogos na etapa de desenvolvimento. Segundo o autor, "mesmo que o número de estudos iniciais tenha sido grande, aqueles voltados para o uso de JD para Alfabetização Matemática dos estágios fundamental e de números no primeiro ciclo do Ensino Fundamental encontrados foi baixo, indicando uma notória lacuna."

Para preencher esta lacuna, algumas iniciativas como o jogo de Classificação da suíte *Move4Math* (M4M) já foram tomadas (CARVALHO et al., 2017). O projeto desenvolvido por uma iniciação científica e uma dissertação de mestrado teve como objetivo desenvolver um JS Ativo que fosse útil para o processo de Alfabetização Matemática (CARVALHO; HOUNSELL; GASPARINI, 2017), mais especificamente, para a habilidade cognitiva de classificação que, segundo Carvalho, Hounsell e Gasparini (2017, p.95) é um dos quatro elementos concretos da fase de fundamentos da Alfabetização Matemática, que é complementada pelas habilidades de sequenciação, ordenação e contagem mecânica.

Além da carência de JS voltados às fases iniciais da Alfabetização Matemática, há ainda um obstáculo que abrange os JE como um todo: eles ainda são pouco empregados pelo fato de que atingir o equilíbrio entre o conteúdo de qualidade e diversão nos JE tem demonstrado ser uma tarefa difícil (SAVI; ULBRICHT, 2008).

Iniciativas como o modelo MOLDE (FARIAS et al., 2014), a metodologia DevJSTA (ROCHA; ARAÚJO, 2015) e o *framework The I's I Have It* (ANNETTA, 2010) foram tomadas para guiar o processo de desenvolvimento dos JS, porém, elas não se preocupam em garantir que o produto final está adequado ao público-alvo que, no caso da Alfabetização Matemática, é composto por crianças entre 6 e 8 anos idade; ou não se preocupam em direcionar objetivamente o desenvolvedor em aspectos como quais componentes a interface deve conter, como devem ser dispostos ou em quais momentos devem ser usados para que o jogo seja recebido de maneira positiva pela criança.

Os fatores relevantes no desenvolvimento de *software* para o público infantil são os objetos de estudo da Interação Criança-Computador (ICC) que, segundo Read e Markopoulos (2012), "estuda habilidades e comportamentos das crianças durante a interação com tecnologias computacionais, geralmente com a intervenção de adultos".

Sendo assim, a situação pode ser compreendida a partir de duas frentes: a carência na existência de JD preocupados com o processo de Alfabetização Matemática e a falta de metodologias e ferramentas que auxiliem no desenvolvimento de JS para crianças.

## 1.1 Objetivos

O objetivo geral deste TCC (Trabalho de Conclusão de Curso) é contribuir para melhorar o *design* de Jogos Sérios voltados a crianças através de um conjunto de diretrizes relativas ao público-alvo.

Objetivos Específicos:

- Fazer levantamento de literatura e validar as diretrizes para desenvolver JS para crianças junto a especialistas;
- Testar a aplicabilidade das diretrizes projetando e implementando um JS Ativo para auxiliar no processo Alfabetização Matemática;

## 1.2 Escopo

A suíte de jogos *Move4Math*, que visa aplicar os conceitos matemáticos relacionados à Alfabetização Matemática através de jogos para crianças de 6 a 8 anos de idade, prevê que o uso dos jogos seja realizado individualmente com o apoio de profissionais, "seja com estímulo verbal ou com a mudança de fase/nível do jogo, para que o jogador continue motivado"(CARVALHO; HOUNSELL; GASPARINI, 2017).

Porém, a suíte teve apenas um de seus jogos desenvolvido e testado. Desta forma, o trabalho visa desenvolver e testar um JS para a habilidade de sequenciação, observada por Carvalho, Hounsell e Gasparini (2017) como essencial para o estágio de Alfabetização Matemática, com a diferença de, durante todo o processo, atentar-se ao público-alvo do jogo: crianças. Com isso, outra frente do trabalho abriga a proposta de um conjunto de diretrizes para nortear as decisões relacionadas a JS para crianças.

## 1.3 Metodologia

Inicialmente foi realizada uma pesquisa bibliográfica com o objetivo de levantar material de diferentes trabalhos científicos a respeito de desenvolvimento de jogos e tecnologias para crianças. Posteriormente, foi feita a análise do material levantado e um conjunto de *guidelines* para o desenvolvimento de Jogos Sérios para crianças foi proposto.

A partir da proposta de *guidelines*, foi projetado um JS para compôr a suíte *Move4Math*, trabalhando uma habilidade cognitiva ainda não contemplada. A proposta do jogo foi elaborada descrevendo os elementos da interface, as dinâmicas e o *level design*, elencando em cada um destes elementos quais e de que maneiras as diretrizes estão sendo atendidas.

Para o desenvolvimento do sistema foi aplicado o Desenvolvimento Ágil utilizando *feedbacks* constantes, abordagens incrementais e uma comunicação com educadores da área. De maneira iterativa, a seguinte sequência foi respeitada: desenvolvimento, testes, avaliações e levantamento de melhorias.

## 1.4 Estrutura do Texto

O texto está dividido nos seguintes capítulos: o Capítulo 2 aborda os conceitos fundamentais que servem como base teórica para a realização do trabalho; o Capítulo 3 lista e descreve os trabalhos relacionados, analisando-os entre si e em relação ao presente trabalho; o Capítulo 4 propõe um conjunto de *guidelines* para o desenvolvimento de JS para crianças; o Capítulo 5 descreve uma proposta de JS para trabalhar uma das habilidades relacionadas à fase de Alfabetização Matemática, seguindo as diretrizes levantadas no capítulo anterior; por fim, o capítulo 9 abrange as considerações sobre o desenvolvimento do trabalho.

## 2 Conceitos Fundamentais

Este capítulo aborda os conceitos fundamentais relacionados ao presente trabalho. Primeiro, são explanados os conceitos referentes à Alfabetização Matemática e suas fases. Em seguida, são abordados os fundamentos sobre Jogos Sérios e seus conceitos relacionados.

### 2.1 Alfabetização Matemática

No dicionário Michaelis, o termo alfabetização é definido, na área da pedagogia, como "o processo de aquisição do código linguístico e numérico; letramento"(MICHAELIS, 2018). É muito comum, em termos práticos, a utilização do termo "alfabetização"para se referir ao processo de aquisição da leitura e da escrita da língua materna (SANTOS; OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2015, p. 70). Por este motivo, falar em Alfabetização Matemática soa estranho para muitas pessoas (SOUZA, 2010).

Kramer (2001) ainda enfatiza os aspectos políticos e sociais envolvidos neste processo: para ele, alfabetizar-se é "conhecer o mundo e comunicar-se com ele, indo além da restrição à decodificação de símbolos ou repetição de procedimentos de escrita".

Segundo Tfouni (2006), o conceito de alfabetização pode ser compreendido a partir de duas frentes: como um processo individual de aquisição de habilidades necessárias para as tarefas de leitura e escrita ou como um processo de representação de objetos diversos, de naturezas diversas.

A ideia de Alfabetização Matemática se enquadra como um processo de representação de objetos diversos, conforme definido por Tfouni (2006) porque, como a Matemática é uma ciência abstrata de linguagem simbólica, para ler informações matemáticas "não basta apenas o conhecimento da linguagem, mas também o sentido e significado que ela tem"(SOUZA, 2010).

Define-se Alfabetização Matemática, então, como o processo inicial de leitura e escrita em termos matemáticos, compreendendo, interpretando os símbolos e expressando-se através da linguagem matemática. Para Danyluk (1988), "Ser alfabetizado em Matemática, então, é entender o que se lê e escrever o que se entender a respeito das primeiras

noções de aritmética, geometria e lógica".

Sendo assim, a fase da vida escolar que abriga este fenômeno corresponde aos anos iniciais da vida escolar. Como reforço à importância do processo de Alfabetização Matemática há o fato de que, quando o aluno não obtém a fundamentação ideal nas séries iniciais, ele dificilmente conseguirá avançar como deveria para os conteúdos mais complexos que são vistos nos anos posteriores (SOUZA, 2010).

Carvalho, Hounsell e Gasparini (2017) ainda mostram que o processo pode ser dividido em dois estágios: fundamental e operacional, explicado a seguir.

### 2.1.1 Estágio Fundamental

O Estágio Fundamental consiste no primeiro estágio da Alfabetização Matemática, onde ocorre a formação do conceito de número e a relação destes com suas quantidades (CARVALHO; HOUNSELL; GASPARINI, 2017, p. 87).

Este estágio abriga diversas habilidades cognitivas ou elementos cognitivos básicos. A quantidade exata de elementos varia conforme a abordagem de cada autor, porém, destacam-se as habilidades de classificação, ordenação e sequenciação (LOURENÇO; BAIOSCHI; TEIXEIRA, 2012).

#### Classificação

Conforme Leonardo (2013), a classificação faz com que o indivíduo possa estabelecer relações, separar e corresponder utilizando como critério uma ou mais características dos elementos. Kaula (1984) considera o processo mental de classificação como um dos mais importantes do conhecimento lógico, afirmando que todas as mentes aplicam, mesmo que de forma inconsciente, este conceito.

Um exemplo prático de atividade envolvendo a habilidade de classificação é despejar no chão várias figuras geométricas de diferentes cores e tamanhos e, em seguida, solicitar que sejam separados todos os círculos (CARVALHO; HOUNSELL; GASPARINI, 2017, p. 90).



## Ordenação

A habilidade cognitiva chamada de ordenação ou seriação, é definida por PIAGET e SZEMINSKA (1975) como o processo em que se realiza a comparação entre objetos, pessoas ou animais, buscando atributos que os diferem. Para Visca (2008), o conceito refere-se à "capacidade de seriar consiste em poder ordenar de forma crescente, vale dizer, do menor para o maior, ou decrescente, do maior para o menor, objetos em função de um atributo dos mesmos".

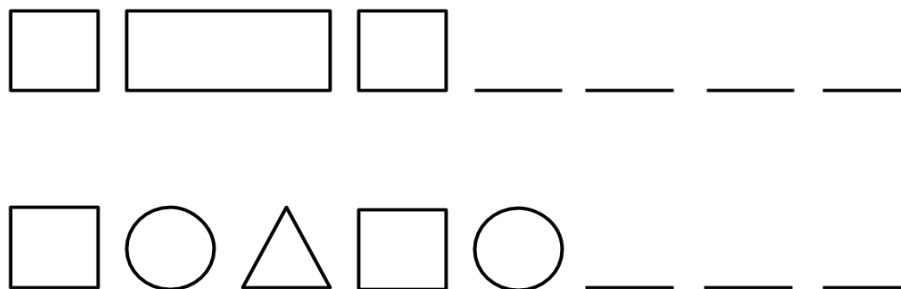
Desta forma, pode-se entender a ordenação (ou seriação) como contrária à classificação, visto que na classificação são enfatizadas as semelhanças e na ordenação, as diferenças entre os elementos. Exemplos de ordenação são fila de alunos por ordem de tamanho, lista de chamada em ordem alfabética, numeração das casas na rua.

## Sequenciação

Segundo Lorenzato (2009), sequenciação corresponde ao "ato de fazer suceder a cada elemento um outro, sem considerar a ordem entre eles".

Uma característica particular da sequenciação é a necessidade de um conjunto de referência que dite a lógica da sequência. Um exemplo de sequenciação é uma fila de alunos que respeita a sequência menino, menina em todos as posições. A Figura 2.1 mostra dois exemplos no estilo "complete a sequência", que é uma atividade comumente proposta à crianças em estágio de Alfabetização Matemática.

Figura 2.1: Exemplos de "Complete a Sequência"

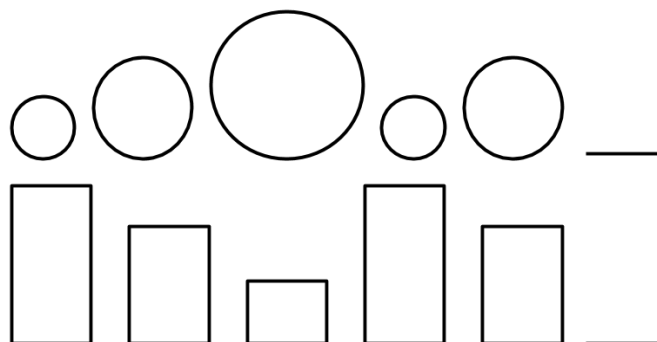


Fonte: o Autor.

A habilidade de sequenciar contribui para o desenvolvimento do raciocínio lógico da criança preparando-a para conceber a sequência dos números naturais, do sistema de numeração posicional e dos algoritmos operacionais de adição, subtração, multiplicação e divisão em que os procedimentos são sequências de ações executadas passo a passo (DANTE, 1996).

Em comparação com a ordenação, a sequenciação diferencia-se pela não existência de critérios pré-definidos de ordem crescente ou decrescente. Porém, estes elementos podem aparecer simultaneamente, como na Figura 2.2, em que a sequência é dada por elementos em ordem crescente ou decrescente de tamanho.

Figura 2.2: Exemplos de "Complete a Sequência" com Sequência Ordenada



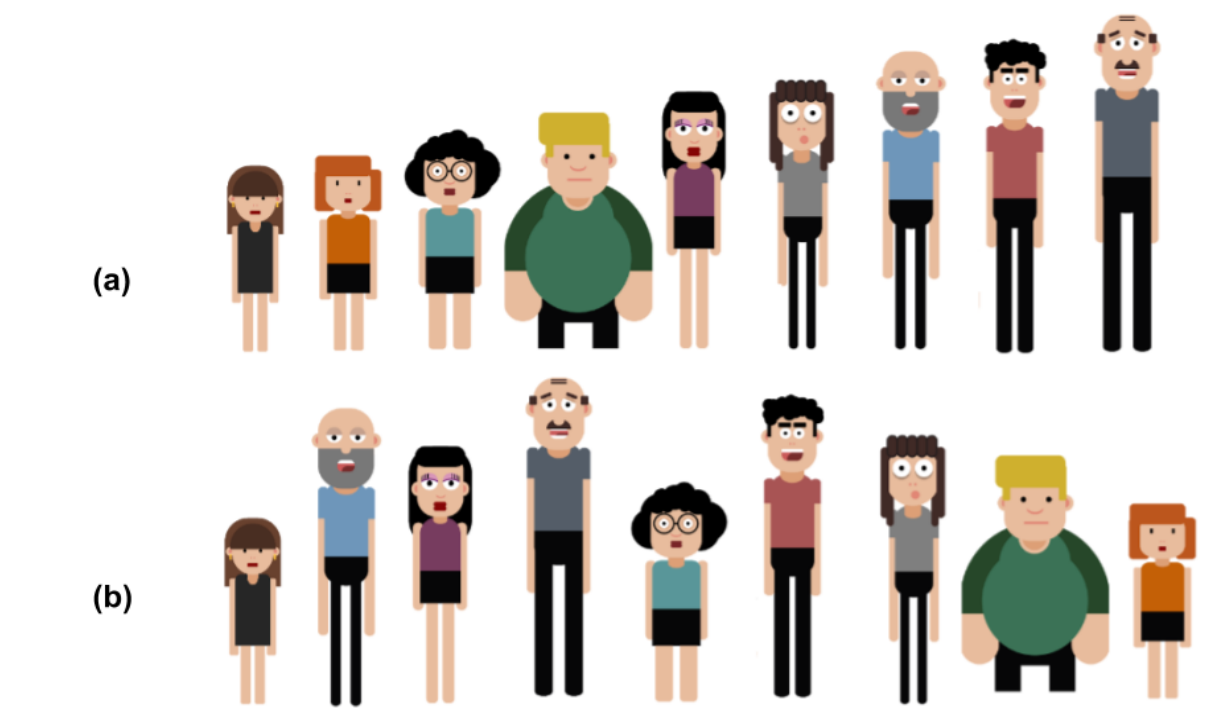
Fonte: o Autor.

Uma outra abordagem de diferenciação entre ordenação e sequenciação se dá pelos conceitos de quantitativo e qualitativo. Enquanto a ordenação se preocupa em agrupar de maneira crescente ou decrescente os elementos considerando diferenças quantitativas (do menor ao maior, do mais leve ao mais pesado, etc.), a sequenciação abrange também critérios qualitativos como cor ou grupo ao qual o elemento pertence. A Figura 2.3 mostra dois conjuntos: o primeiro, criado a partir da ordenação da pessoa mais baixa à mais alta; o segundo, criado com a sequência mulher, homem, que se aplica à todos os elementos do conjunto.

### Contagem Mecânica

Também chamada de contagem de rotina, é o ato de repetir os nomes dos numerais em ordem, mesmo que isso não signifique que os conceitos de número e de quantidade foram

Figura 2.3: Ordenação (a) vs Sequenciação (b)



Fonte: o Autor.

construídos (WERNER, 2008). Este conceito pode ser observado nas ocasiões em que as crianças afirmam que sabem contar até determinado número quando, na verdade, o que fazem é repetir a sequência decorada.

### 2.1.2 Estágio Operacional

No estágio operacional ou operativo, o indivíduo aprende a utilizar o conhecimento adquirido na etapa anterior e os números para resolver operações aritméticas de adição, subtração, multiplicação e divisão.

## 2.2 Jogos Digitais, Sérios e Ativos

Um jogo é um sistema em que, conforme regras previamente definidas, os jogadores conflitam para atingir um resultado quantificável. Para crianças, esta abordagem funciona como um grande motivador para a realização das tarefas propostas pelo jogo em questão (SALEN; ZIMMERMAN, 2004) (FALKEMBACH, 2006).

Os jogos que foram construídos e são jogados virtualmente recebem o nome de Jogos Digitais JD. Os Jogos Educacionais (JE) são definidos por Falkembach (2006) como

atividades ou *softwares* que apresentam o conteúdo e as atividades práticas baseados na diversão do ato de jogar.

### 2.2.1 Jogos Sérios

Jogos Sérios (JS) são, em uma definição formal, "um concurso mental, jogado com um computador de acordo com regras específicas, que utiliza o entretenimento para fins de treinamento governamental ou empresarial, educação, saúde, políticas públicas e objetivos estratégicos de comunicação"(ZYDA, 2011).

Michael e Chen (1981, p. 21) definem Jogos Sérios como "jogos que não possuem entretenimento ou diversão como o propósito primário". Porém, é importante que esta definição seja interpretada de maneira a entender que os JS devem sim proporcionar diversão aos jogadores.

Como já mencionado, conseguir equilibrar o conteúdo a ser ensinado e a diversão nos JS é uma tarefa difícil (SAVI; ULBRICHT, 2008). Do ponto de vista do educador, isto ocorre por uma série de fatores:

- Encontrar e utilizar bons jogos (que auxiliem no aprendizado do conteúdo e engajem o aluno) torna-se um desafio para muitos professores (BALASUBRAMANIAN; WILSON, 2005);
- Persuadir todos os influenciadores do ambiente escolar como professores, diretores e pais dos benefícios e do potencial dos jogos na educação é uma tarefa difícil (KIRRIEMUIR; MCFARLANE, 2004);
- Há pouco tempo disponível aos professores para que estes possam se familiarizar com o jogo e avaliar como obter melhores resultados (KIRRIEMUIR; MCFARLANE, 2004);
- Na maioria dos jogos, os conteúdos irrelevantes para o que se deseja trabalhar no momento não podem ser removidos ou escondidos (KIRRIEMUIR; MCFARLANE, 2004);
- Alguns professores receiam que utilizar estes recursos em sala de aula exponha suas vulnerabilidades em relação ao conhecimento tecnológico que, muitas vezes, é menor que o do aluno (BALASUBRAMANIAN; WILSON, 2005);

- Saber como avaliar o progresso da aprendizagem de cada aluno não é trivial na maioria dos JS. Para que esta etapa tão importante para o educador fique clara, Savi e Ulbricht (2008) sugerem não somente o *feedback* do desempenho do aluno em tempo real mas também relatórios com informações sobre nível alcançado, tempo demandado e erros cometidos.

Partindo do ponto de vista do jogador, Kirriemuir e Mcfarlane (2004) citam como empecilhos os seguintes fatores:

- Os JE (Jogos Educacionais) são muito simples quando comparados à video-games comerciais;
- As tarefas são repetitivas e rapidamente se tornam massantes;
- As tarefas são mal concebidas e não suportam a progressão do conhecimento;
- O escopo de tarefas é limitado geralmente a apenas uma habilidade;
- O público-alvo percebe que está sendo "forçado" a aprender;

A maioria dos problemas relacionados aos jogadores surge porque, como JE atualmente não são um nicho de mercado interessante para as indústrias, a maioria destes é desenvolvida dentro da academia onde, conforme Eck (2006), se possui pouco ou nenhum conhecimento a respeito da arte, da cultura e da ciência do *design* de jogos.

### 2.2.2 *Exergames*

Os Jogos Sérios Ativos ou *exergames*, também conhecidos por outras denominações como *Activity-promoting Video Games*, *Physically Interactive Video Game* e *Motion-sensing Video Game* (BARACHO; GRIPP; LIMA, 2012), proporcionam ao jogador um modelo de interação baseado na movimentação física do usuário. Comercialmente, este tipo jogo ganhou notoriedade em 2006 quando a empresa japonesa Nintendo lançou o videogame Wii, que permitia que os comandos do jogo fossem controlados com o movimento do corpo (SPARKS; CHASE; COUGHLIN, 2009).

A categoria dos *Exergames* geralmente faz uso de tecnologias como Realidade Virtual (RV) ou Realidade Aumentada (RA). Segundo Tori, Kirner e Siscoutto (2006),

a RV é uma "interface avançada do usuário", onde o ambiente tridimensional é gerado pelo computador e pode ser visualizado de qualquer posição. Enquanto a RV transporta o usuário para o ambiente virtual, a RA o mantém em seu ambiente físico e transfere o ambiente virtual para o espaço do usuário, de forma que a interação não necessite de equipamentos como *joystick*, teclado ou mouse (KIRNER; ZORZAL; KIRNER, 2006). Aplicações que fazem uso destes tipos de tecnologia são recomendadas para usuários pouco experientes, como é o caso das crianças, pois a interação ocorre "de maneira mais natural e sem necessidade de treinamento ou adaptação"(TORI; KIRNER; SISCOUTTO, 2006).

## 2.3 Interação Criança Computador (ICC)

Interação Criança Computador (ICC) é uma área de investigação científica dentro da Interação Humano-Computador (IHC) que estuda os fenômenos que ocorrem na interação entre crianças e tecnologias computacionais e de comunicação (READ; MARKOPOULOS, 2012, p. 1). Segundo Read e Bekker (2011), a ICC trata do "estudo das atividades, comportamentos, preocupações e habilidades das crianças, na medida em que interagem com as tecnologias da computação, muitas vezes com a intervenção de outras pessoas (em geral, adultos) em situações em que elas controlam e regulam (mesmo que não totalmente)". Desta forma, a ICC "visa estudar os conceitos a respeito do *design*, da avaliação, da implementação e da interação entre crianças e sistemas de computador"(HOURCADE, 2008, p. 1).

Trata-se, então, de uma subárea de IHC que vem ganhando relevância por conta do número de crianças que, desde cedo, entram em contato com os recursos tecnológicos (READ; MARKOPOULOS, 2012). Este tema ganhou notoriedade nos últimos anos e, conforme mostram Modesto e Mustaro (2014), o número de artigos publicados em eventos de IHC que possuem "criança" como conteúdo aumentou quase 9 vezes entre os anos de 2003 e 2010. Conforme Chiasson e Gutwin (2005), o problema com que a área da ICC lida é essencialmente difícil pois corresponde à diversas áreas do conhecimento como IHC, Pedagogia e Psicologia, o que torna difícil encontrar de forma objetiva estas informações ao projetar um novo produto. Ainda, um agravante é o fato de que diretrizes já aceitas pela IHC devem ser "desaprendidas" ou adaptadas para crianças, mas esta é uma reflexão que pode não ser realizada pelo projetista.

Na revisão sistemática realizada por Modesto e Mustaro (2014), foram encontrados apenas 17 artigos científicos que contribuíam para a área de JD com RA preocupando-se com a área de ICC e, destes, a maioria era composta por artigos de estudo primário que relatavam como foi o processo de desenvolvimento de determinado jogo, sem o objetivo principal de propôr *guidelines* de desenvolvimento.

## 2.4 *Guidelines*

*Guidelines*, traduzidas livremente como diretrizes são sentenças de alto nível que abrangem desde uma ampla variedade de casos até declarações de baixo nível que são limitadas a contextos específicos (MARIAGE; VANDERDONCKT; PRIBEANU, 2004). Tratam-se, então, de questões práticas que visam guiar as decisões do processo de desenvolvimento do produto.

Estas recomendações servem como forma de atingir os princípios de *design*, que são, em termos práticos, dicas de como um sistema deve ser em seu estágio final, lembretes de aspectos que deve contemplar ou como deve ser desenvolvido (HERRINGTON; HERRINGTON; MANTEI, 2009). As diretrizes também relacionam-se com as heurísticas de *design*, com a diferença de que as heurísticas são observadas essencialmente na prática (NIELSEN, 2002).

Segundo Leavitt e Shneiderman (2006), a compilação de *guidelines* auxilia os projetistas menos experientes mostrando um caminho a ser seguido, evitando que eles caiam em "armadilhas" durante o percurso. Ainda, a utilização de *guidelines* faz com que *designers* reflitam a respeito das práticas, avaliando se elas devem ser aplicadas e/ou refinadas ao contexto de trabalho. Herrington, Herrington e Mantei (2009) citam que o objetivo dos *guidelines* é auxiliar pesquisadores e *designers* que se encontram em contextos e com problemas semelhantes.

## 2.5 Metodologias de Desenvolvimento de Jogos Sérios

As metodologias de desenvolvimento de *software* buscam suprir três necessidades (AVISON, 1997): i) Busca por um melhor produto final; ii) Busca por um melhor processo de desenvolvimento do sistema de informação; e iii) Utilização de um processo padronizado.

Desta forma, é indispensável que um projeto de desenvolvimento siga uma metodologia previamente adotada e que esta atenda as especificidades do produto a ser desenvolvido e do processo a ser realizado.

Na última década, as metodologias ágeis tem ganhado sucesso devido à flexibilidade em relação à adaptação para cada equipe e à velocidade de resposta com possíveis mudanças nos requisitos. No entanto, metodologias ágeis convencionais como SCRUM e XP não atendem de forma satisfatória as demandas existentes no desenvolvimento de Jogos Sérios. Por este motivo, há diversas metodologias voltadas especificamente ao projeto e desenvolvimento de JS.

### 2.5.1 Metodologia *Measure-Oriented Level DEsign* (MOLDE)

A MOLDE é uma metodologia que tem como objetivo principal traduzir as funcionalidades desejadas pelos UFEs (Usuário Final Especialista) em variáveis de jogos e, em seguida, utilizar estas variáveis para controlar os níveis de dificuldade do jogo (FARIAS et al., 2014). Estas alterações, quando dadas de forma significativa, são chamadas de fases. Uma fase, contudo, é constituída de variações de dificuldade incrementais, chamadas de níveis. A arquitetura proposta permite que a dificuldade do jogo se adapte a cada jogador ao longo de seu uso, bem como a diferentes populações que não compartilham as mesmas características.

A metodologia se baseia em três etapas:

- Funcionalidades: são definidas as funcionalidades necessárias e desejáveis no jogo. A definição ocorre a partir de entrevistas com especialistas;
- Análise de variáveis: as variáveis são classificadas como internas, de população, de fase/sessão ou de nível.

O conjunto das variáveis internas é composto pelas utilizadas durante a implementação do jogo, devido a aspectos técnicos. Estas variáveis não devem ser aparentes aos UFEs ou UFAs (Usuário Final Aprendiz). As variáveis de população determinam os controles do jogo para o público em questão. Por exemplo, a noção de "Pequeno" se refere a um tamanho real para um usuário adulto e a outro tamanho real para um usuário criança. As variáveis de fase/sessão controlam o estágio do jogo, considerando que as diferenças notadas pelo usuário e o foco dos desafios na



transição de uma fase para outra são bastante significativas. As variáveis de nível visam manter a interatividade, a motivação e o desafio ao jogador dentro da fase e, por este motivo, são modificadas com constante frequência.

- Transições: nesta etapa, define-se a maneira em que a dificuldade do jogo será alterada, ou seja, com que intervalo o jogo realizará a avaliação do desempenho do jogador e quais as regras para avançar, retroceder ou mesmo permanecer em um nível ou fase.

A metodologia MOLDE foi adotada neste trabalho por atender de maneira adequada as necessidades durante o projeto do jogo proposto e também dos demais jogos da suíte *Move4Math*, principalmente na etapa do *level design*.

## 2.6 Considerações Finais do Capítulo

Nesta seção foram apresentados os conceitos que servem como base para o desenvolvimento do trabalho. Dentre eles, destacam-se os relacionados à Alfabetização Matemática, principalmente à habilidade cognitiva de sequenciação; e a discussão a respeito de JD e sua relação com ICC.

## 3 Trabalhos Relacionados

Conceitualmente, as produções podem estar relacionadas ao presente trabalho a partir de duas frentes: Jogos Sérios desenvolvidos para transmitir um conhecimento específico ao público infantil, que serão apresentados na seção 3.1; ou recomendações para projeto/desenvolvimento de Jogos Sérios para o público-alvo crianças, que serão discutidos na seção 3.2. Estes trabalhos foram selecionados pelo fato de: i) no caso dos JS, atenderem três ou mais diretrizes de tecnologias para crianças durante o desenvolvimento e/ou estarem fortemente relacionados à fase de Alfabetização Matemática; ii) no caso dos trabalhos com diretrizes, descreverem diretrizes com aplicabilidade em JS. Os trabalhos são apresentados conforme o nível de relacionamento, do menos ao mais relacionado, em cada uma das seções.

### 3.1 Jogos Sérios para Crianças

Nesta seção são apresentados os trabalhos relacionados pertencentes ao grupo de JS para crianças. Estes trabalhos foram selecionados pelo público-alvo ao qual são voltados e pelo fato de, durante o projeto do jogo, terem buscado formas de identificar as necessidades relacionadas a este público e atendê-las.

#### 3.1.1 Jogo Sérico para Crianças Autistas

O Jogo Sérico desenvolvido por Bernardini, Porayska-Pomsta e Smith (2014), busca estimular a interação social em crianças com autismo. Para tal, a interação da criança com o jogo ECHOES acontece por intermédio de um agente virtual, chamado Andy.

As atividades propostas no jogo são divididas em dois tipos: orientadas à objetivo, onde este está bem definido e claramente exibido; cooperação, cujos objetivos de reciprocidade social, tomada de decisão e cooperação estão intrínsecos ao jogador. Tarefas como separar um conjunto de bolas de acordo com suas respectivas cores ou organizar as flores do jardim são exemplos de atividades orientadas à tarefas. Nas atividades de cooperação, encontram-se aquelas em que o personagem do jogo necessita de ajuda.

Figura 3.1: Crianças Interagindo com o Jogo e com o Assistente Social



Fonte: Bernardini, Porayska-Pomsta e Smith (2014).

Todas as atividades são realizadas em conjunto do parceiro social que realiza as interações com a criança, mostrando-se mais ou menos ativo, dependendo do objetivo da atividade. Por exemplo, se o objetivo é fazer com que a criança desenvolva sua empatia, Andy irá liderar a atividade e solicitar a ajuda do jogador. Porém, quando o intuito da tarefa é estimular a proatividade, o personagem aguarda a iniciativa da criança que, caso não aconteça, é dada pelo próprio Andy.

Para a criação do agente presente no jogo e das atividades de aprendizado, foram seguidas *guidelines* sobre intervenções, recomendações de *design* para usuários autistas definidas por Prizant et al. (2005). Projetar um parceiro social para uma criança, principalmente quando esta pertence ao espectro autista, requer um alto nível de credibilidade que, segundo os autores, é atingido a partir da habilidade do agente de adaptar-se ao jogador em tempo real, alterando seu nível de previsibilidade a fim de ser utilizado de maneira confortável e atingir o objetivo proposto. O jogo foi testado com 19 crianças pertencentes ao espectro autista e, apesar do grupo relativamente pequeno, foram constatadas melhorias nos números de respostas às interações do agente e iniciativas de interações. Apesar de citar a utilização de *guidelines* e de recomendações de *design*, o autor não descreve de forma explícita quais os aspectos foram levantados e como estes foram atendidos no jogo desenvolvido.

### 3.1.2 Jogos Sérios para Crianças do Primeiro e Segundo Ano do Ensino Fundamental

O principal objetivo de Rosas et al. (2002) foi avaliar os efeitos do uso de JS em sala de aula. Para tal, foram desenvolvidos cinco diferentes jogos focados no público infantil das duas séries iniciais do ensino fundamental para promover as habilidades matemáticas e de leitura.

A ferramenta projetada consiste em uma plataforma de baixo custo com *hardware* externo idêntico ao do aparelho NINTENDO *Gameboy*, no entanto, o cartucho e o *software* foram desenvolvidos pelos autores. Todos os jogos foram projetados seguindo os princípios gerais:

- $P_1$ : Como a atenção da criança está voltada ao jogo, não ao aprendizado, os conteúdos a serem ensinados foram inseridos de maneira intrínseca no jogo com o objetivo de tornar o aprendizado "acidental" para a criança;
- $P_2$ : Os conteúdos foram distribuídos em um nível de complexidade crescente, similar ao do currículo escolar. Com os 5 jogos, todos os conteúdos de leitura e matemática foram contemplados;
- $P_3$ : Os jogos possuíam um nível progressivo de dificuldade e, de acordo com a interação da criança, forneciam o *feedback* de resposta correta ou incorreta;
- $P_4$ : Os jogos tinham um sistema automático de adaptação do nível de dificuldade do jogo ao desempenho do jogador, de forma a apresentar ao usuário um conteúdo compatível com o seu nível de conhecimento;
- $P_5$ : Os jogos possuíam interface e dinâmica parecidas com às dos videogames comerciais com fins de entretenimento. A Figura 3.2 ilustra a semelhança de um dos jogos com o jogo comercial Mario World.

Após o desenvolvimento, os jogos foram testados com 1274 estudantes do primeiro e do segundo ano do ensino fundamental e 30 professores. Como resultado, os jogos apresentaram aspectos positivos em relação à compreensão dos conceitos abordados através da aplicação de testes antes e depois dos jogos.

Figura 3.2: Similaridade Entre o JS Desenvolvido e o Jogo Comercial Mario Bros



Fonte: Adaptado de Rosas et al. (2002).

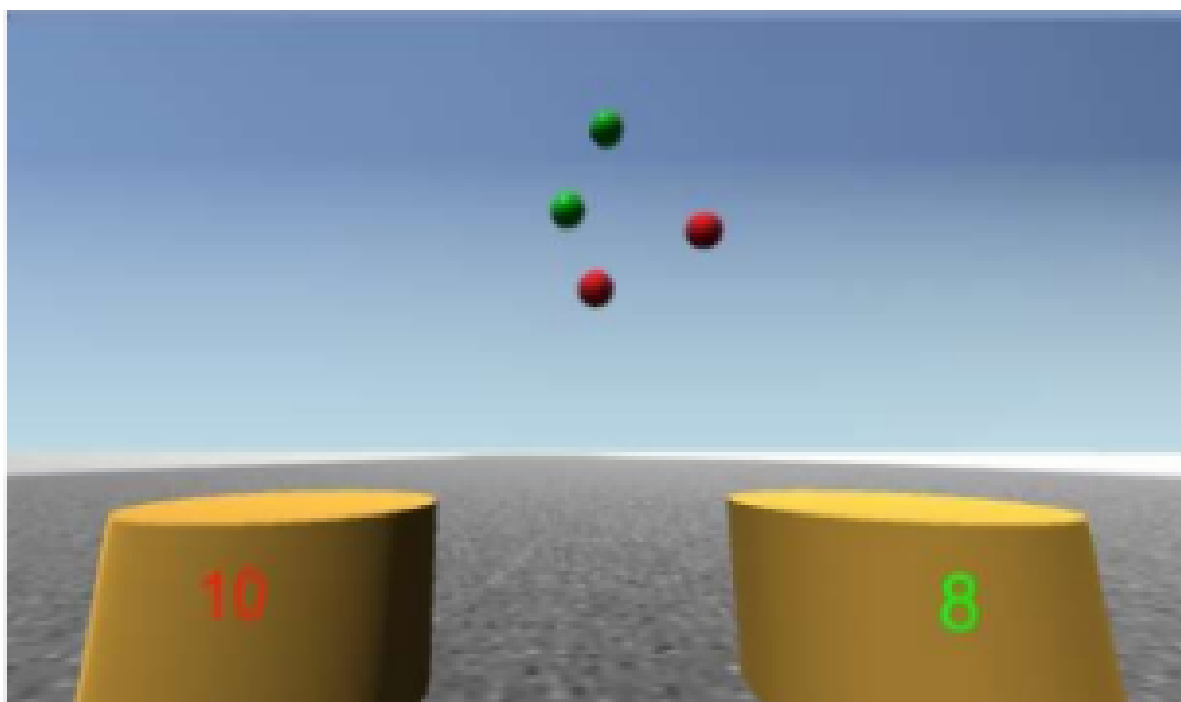
### 3.1.3 Jogo Sérico para Ensino de Habilidades Matemáticas através de Interface Natural

Pedrosa, Mustaro e Lopes (2016) apresentam um jogo digital educacional voltado ao desenvolvimento de habilidades matemáticas básicas que faz uso de uma NUI (*Natural User Interface*) onde, por intermédio de um Kinect v.2, a criança controla os objetos tridimensionais do jogo com o movimento do corpo. No contexto do jogo, o jogador controla um personagem (*avatar*) e, ao se movimentar pelo ambiente, encontra diversos *minigames* que buscam concretizar conhecimentos relacionados à Matemática. Um dos desafios, por exemplo, consiste em separar objetos conforme sua forma geométrica (habilidade de classificação) através dos gestos corporais de pegar e largar. Outra, ilustrado na Figura 3.3, faz com que o jogador separe as bolas que estão vindo em sua direção conforme suas cores, escolhendo o cesto à esquerda para as vermelhas e à direita para as verdes.

O processo de desenvolvimento do jogo contou com a participação de uma criança de 5 anos que, além de sugerir melhorias, gravou as falas narrativas do jogo, necessárias pelo fato de os jogadores não serem alfabetizados. O desenvolvimento dos desafios foi direcionado, em sua maior parte, pelos princípios de ensino definidos por (KAMII, 1990) que, de maneira resumida, envolvem fatores necessários para o ensino da Matemática para crianças de 4 a 6 anos como a disponibilização dos objetos e das ações e eventos que geram relações, a quantificação dos objetos e a interação social para discussão de possibilidades.

O autor justifica a escolha das interfaces naturais por ser mais adequada ao público-alvo, visto que não é necessária a utilização de dispositivos de entrada e estas apresentam bons resultados do ponto de vista de aprendizado e motivação para crianças.

Figura 3.3: Desafio de Separar as Bolas Caindo Conforme a Cor



Fonte: Pedrosa, Mustaro e Lopes (2016).

Do ponto de vista de experiência do usuário, porém, não foram seguidas ou especificadas recomendações a respeito do desenvolvimento de jogos para crianças nem foi apresentada a maneira como os elementos presentes na interface foram projetados ou desenvolvidos para que o jogo alcançasse melhores resultados.

#### 3.1.4 Jogo Sérioso para Letramento

A contribuição de Vasconcelos, Júnior e Malaquias (2017) baseia-se em um jogo que busca facilitar a alfabetização (letramento) de crianças com deficiências intelectuais. No jogo, ambientes do dia-a-dia são simulados virtualmente e, na interação do jogador com os objetos virtuais, são estimuladas as atividades de escrita e da pronúncia de vários objetos presentes no cotidiano dos jogadores. De três diferentes maneiras, a criança deve procurar os objetos solicitados em ambientes como casa e *shopping* para que consiga completar os desafios propostos. A Figura 3.4 ilustra a execução de uma atividade no ambiente cozinha.

O conjunto de objetos varia de acordo com o a atividade escolhida, porém, objetos que aparecem em diferentes locais mantêm todas as suas características como tamanho, cor e forma. Durante as atividades do jogo, o jogador aprende como falar, escrever e até mesmo como soletrar as palavras propostas. O conjunto de palavras a serem

Figura 3.4: Tela do jogo Aprendendo com Tarefas



Fonte: Vasconcelos, Júnior e Malaquias (2017).

trabalhadas e as atividades propostas foram definidas com o auxílio de profissionais que atuam com este público-alvo em sala de aula.

Durante o projeto do jogo, foram elencados 15 requisitos através de entrevistas com dois profissionais da área de educação com experiência em educação especial. Dentre eles, destacam-se:

- $R_1$ : O processo de alfabetização deve ser abordado de forma lúdica, despertando o interesse no jogador e proporcionando um ambiente de interação e criatividade nos contextos cotidianos;
- $R_2$ : Devem ser utilizados objetos e situações do dia-a-dia da criança, categorizando-as e explorando seus aspectos particulares como funções e características visuais;
- $R_3$ : Fornecer diferentes situações que levem as crianças a interagirem com diferentes objetos, de acordo com cada situação;
- $R_4$ : Mostrar a forma escrita dos objetos, bem como sua separação silábica e pronúncia quando a criança interagir o elemento;
- $R_5$ : Distribuir os objetos no ambiente de forma a ensinar ao jogador onde encontrar e qual a utilização de cada objeto;

- $R_6$ : Permitir que o professor mediador intervenha no fluxo do jogo para permitir a abordagem de conceitos específicos;
- $R_7$ : Utilizar fontes maiúsculas e simples, visto que é com este tipo de fonte que as crianças estão acostumadas e a partir delas que estão sendo letradas;
- $R_8$ : Possuir instruções faladas como requisitos para cumprir objetivos dentro do jogo. Mesmo que as instruções sejam faladas, o texto deve ser visível ao jogador, estimulando a leitura e a compreensão do texto e da fala;
- $R_9$ : As cores reais dos objetos devem ser mantidas;
- $R_{10}$ : Prover *feedbacks* que motivem o jogador em caso de acerto e não o desestimulem em caso de erro;

Os requisitos levantados são essencialmente referentes ao contexto e ao jogo em questão, porém, alguns aspectos podem ser generalizados para outros tipos de jogos ou até mesmo para outros tipos de *softwares* para crianças.

Durante o jogo, a criança recebe o acompanhamento do educador, que intervirá para garantir o uso correto da aplicação e encorajar o jogador a progredir. Como forma de acompanhamento do aprendizado, o jogo armazena dados a respeito do tempo necessário para completar dada tarefa e o número de erros cometidos pelo jogador. A avaliação do *software* desenvolvido foi realizada através de questionários aplicados com educadores e jogadores.

Desta forma, o jogo se apresenta como uma poderosa ferramenta de auxílio ao educador, tornando mais interessante e produtivo o processo de letramento para o jogador.

### 3.1.5 Jogo Sério para Ensino das Quantidades

A contribuição de Lopes (2015) se baseia em uma pesquisa qualitativa (exploratória e descritiva) com o objetivo de analisar um jogo específico, projetado e desenvolvido para atividades matemáticas. A pesquisa é dada a partir de duas frentes: na primeira, observa os aspectos referentes ao projeto do jogo como o processo de criação de *software*, suas etapas de concepção e as premissas de desenvolvimento com base em uma equipe



multidisciplinar. No segundo ponto de vista, a pesquisa permeia os assuntos ligados à experiência da criança diante do ambiente lúdico e interativo criado no jogo.

O resultado da pesquisa é a construção de um quadro descritivo sobre a concepção e o desenvolvimento de um jogo com foco na criança em processo de Alfabetização Matemática. Ainda, a pesquisa destaca a criação e o desenvolvimento de jogo educativo como atividade complexa que envolve conhecimentos de diversas áreas e, por este motivo, necessita do acompanhamento de um educador durante a concepção do jogo e seu processo de desenvolvimento, até que este se torne uma ferramenta de ensino e possa fazer parte do planejamento das aulas.

Em relação ao jogo adotado, conhecido como "Jogo dos Pratinhos", trata-se de um jogo bastante conhecido e explorado por educadores da Matemática para estimular a descoberta das primeiras noções de número, quantidade e contagem. O jogo está contido no âmbito de uma suíte de jogos para Matemática que carrega a temática de aventura com personagens enquanto são ensinados conceitos matemáticos. O jogo dos pratinhos trabalha com a metáfora de pratos de papel de festas infantis em que estão dispostos vários doces, representados por figuras de brigadeiros, de forma a explorar as noções de conservação de quantidades discretas e as habilidades de contagem e quantificação. No campo didático, o jogo é recomendado durante a iniciação aos conceitos matemáticos.

A interface do jogo foi desenvolvida visando atender às necessidades do público-alvo. O autor cita que, no caso das salas de aula físicas, há professores que se preocupam com a influência no aprendizado que exercem aspectos como a cor da parede, as imagens fixadas, a existência de algum quadro de atividades do dia-a-dia, a disposição das carteiras e os materiais didáticos disponíveis. Para o *software*, o mesmo nível de preocupação foi considerado a cada passo da construção do jogo, observando as maneiras como cada dinâmica de ação e movimento podem impactar no processo de concepção dos conceitos matemáticos.

Além dos cuidados pedagógicos, os fatores técnicos também influenciam na qualidade da aplicação. Para o desenvolvimento do jogo, adotou-se a tecnologia *Flash*, que foi escolhida pelo autor por sua integração nativa com *actionScript* e pelo fato de possuir diversas funcionalidades e recursos como ilustração, imagens, gráficos, textos, animações, áudios e reconhecimento das entradas do usuário. Outros dois aspectos levantados são a utilização de imagens vetoriais, por possuírem qualidade superior às outras extensões, e

os cuidados com a tipografia, buscando adequar ao máximo a qualidade da informação das palavras e, principalmente, a expressividade e sentido dos números.

Figura 3.5: Personagem Hércules Propondo que o Jogador Encontre os Pratos com "um" Docinho



Fonte: Lopes (2015).

Na imagem apresentada na Figura 3.5, segundo Lopes (2015), o intuito é apresentar a tela de maneira leve e com poucos elementos gráficos, mostrando a quantidade de elementos da jogada com a maior clareza possível à criança. A respeito da maneira como o desafio é proposto, a tela apresenta cinco informações de reforço à compreensão que visam garantir o entendimento da quantidade esperada. São elas:

- $R_1$ : O número escrito textualmente: "ache todos os pratinhos com um docinho", com destaque na cor vermelha para a palavra "um";
- $R_2$ : O número escrito como algarismo, com o símbolo "1" em fonte grande e cor vermelha, destacando-se entre os objetos;
- $R_3$ : Desenho de um prato com um docinho, representando simbolicamente o número um, com formatos circulares para facilitar a visualização;

$R_4$ : Comando de áudio com a fala do personagem, que reproduz a frase "Ache todos os pratinhos com um docinho";

$R_5$ : Ainda, a mão esquerda do personagem expressa a quantidade numérica de um elemento, de maneira a estimular a utilização do corpo como instrumento de contagem.

Na tela em que a criança deve realizar o desafio, há diversos pratos dispostos com quantidades diferentes de doces, cabendo ao jogador encontrar os pratos com a quantidade solicitada. A referência do desafio ainda permanece na tela e, ao receber um clique do mouse, o áudio que propõe o desafio é reproduzido novamente.

O *level design* do jogo é bem definido e, na medida em que a criança completa corretamente os objetivos, são incluídos mais pratos e, posteriormente, diferentes tipos de doces para que o jogador permaneça sendo desafiado.

## 3.2 *Guidelines* para Desenvolvimento de Jogos para Crianças

Nesta seção são apresentados os trabalhos relacionados às *guidelines* para desenvolvimento de tecnologias para crianças. Estes trabalhos foram selecionados pela sua relação com os jogos.

### 3.2.1 Requisitos de Ambientes de Aprendizado Voltados às Crianças

O trabalho de Nousiainen e Kankaanranta (2008) explora as experiências adquiridas em três projetos de ambientes de aprendizagem que contaram com a colaboração de crianças do ensino fundamental. Apesar de relatar principalmente as experiências relacionadas à participação das crianças no *design* dos projetos, a contribuição também discute as expectativas que este público-alvo possui em relação à interface de um *software* e seu conteúdo.

Estas expectativas foram, então, categorizadas em quatro conjuntos: i) navegação, ii) aparência, iii) conteúdo/temas e iv) funcionalidades, conforme a Tabela 3.1.

Tabela 3.1: Questões Descobertas nos Projetos.

Categoria	Recomendação
Interface / Navegação	$R_1$ : Utilizar interfaces e convenções já conhecidas do usuário $R_2$ : Controles claramente visíveis o tempo todo $R_3$ : <i>Status</i> do jogo visível o tempo todo
Interface / Aparência	$R_4$ : <i>Layouts</i> ricos de conteúdo, com pouco espaço vazio $R_5$ : Aparência realística, por exemplo, fotos
Conteúdo / Tema	$R_6$ : Temas relacionados à vida real $R_7$ : Grande variedade de temas
Conteúdo / Funcionalidade	$R_8$ : Grande possibilidade de exploração $R_9$ : Possibilidade de criar algo $R_{10}$ : Um personagem principal, servindo como “mas-cote”

Fonte: Nousiainen e Kankaanranta (2008).

Segundo os autores, um dos desejos das crianças em uma ferramenta tecnológica é que se possa facilmente observar sua pontuação ou classificação perante os demais usuários. As interfaces devem ser ricas em conteúdo, visto que as telas não tão abundantes parecem entediantes para estes usuários, que anseiam por oportunidades de exercer sua criatividade e explorar as possibilidades. Ainda, há a preferência das crianças por fotografias ao invés de desenhos dos objetos que pode ocorrer pela intenção de que a interface não pareça demasiadamente "infantil". Por outro lado, a presença de um personagem como guia em um site ou avatar em um jogo é atraente para as crianças, fazendo com que ocorra uma relação pessoal com a aplicação.

### 3.2.2 Princípios de *Design* para Jogos Sérios e Aplicação em um Jogo para Matemática

A produção de Chorianopoulos, Giannakos e Chrisochoides (2014) consistiu em elencar três princípios de *design* para Jogos Sérios em Matemática, que são: i) envolver o jogador com uma história de herói, ii) empregar mecânicas familiares de jogos populares e iii)

prover *feedback* construtivo de tentativa a erro para promover o aprendizado.

Visando ilustrar a aplicação destes três princípios levantados na literatura, foi desenvolvido um JS para ensino de adição e subtração com foco em crianças de 13 e 14 anos de idade. Cada uma das recomendações foi atendida da seguinte maneira:

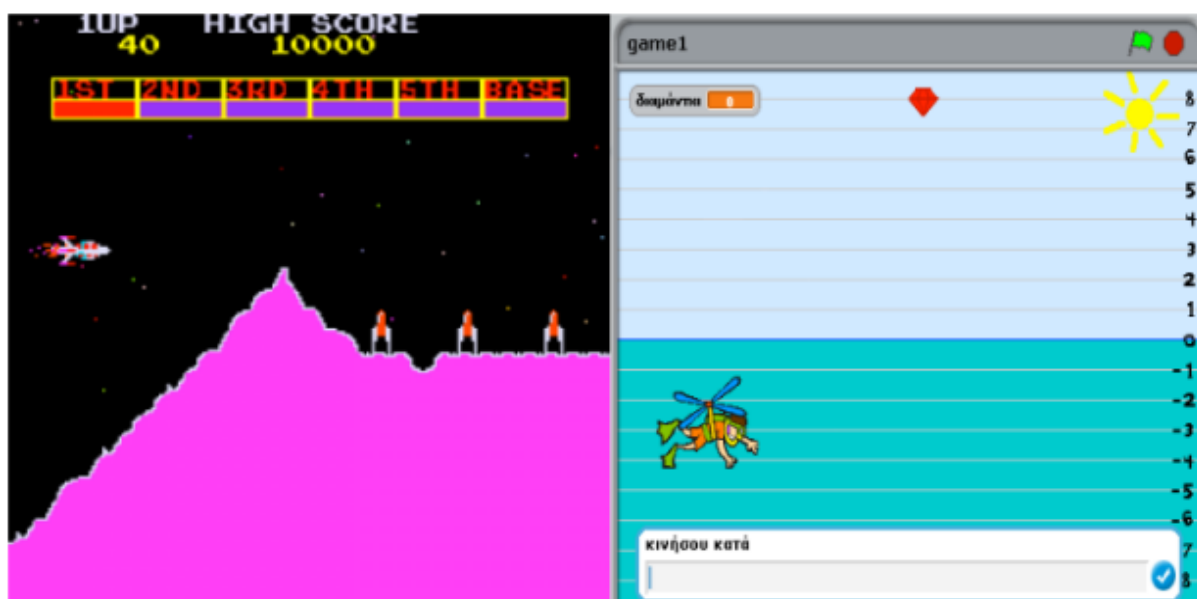
### **Herói e Narrativa**

O jogo possui uma história baseada em um herói e uma missão proposta. Estes elementos foram utilizados para estimular a interação dos jogadores e motivá-los a continuar jogando. A intenção durante o desenvolvimento foi que os diálogos e as figuras fossem divertidas. Ainda, os diálogos buscam seguir a estrutura proposta por Vogler (1998) que se baseia, basicamente, na seguinte sequência: i) primeiro, o herói é introduzido ao jogador apresentando-se suas características e o situando em um contexto cotidiano; ii) depois, o herói se depara com alguma situação que o obriga a deixar o conforto do dia-a-dia. No contexto do jogo, esta situação é o sequestro de seu cão de estimação por um vilão que solicita uma quantidade de diamantes para devolver o animal; iii) uma vez que o jogador se compromete com a aventura, é iniciado o processo de solução de problemas. Durante este processo, o jogador se depara com diversos desafios e, ao vencê-los, acumula os diamantes até que obtenha a quantidade necessária para resgatar seu cachorro.

### **Interações Familiares**

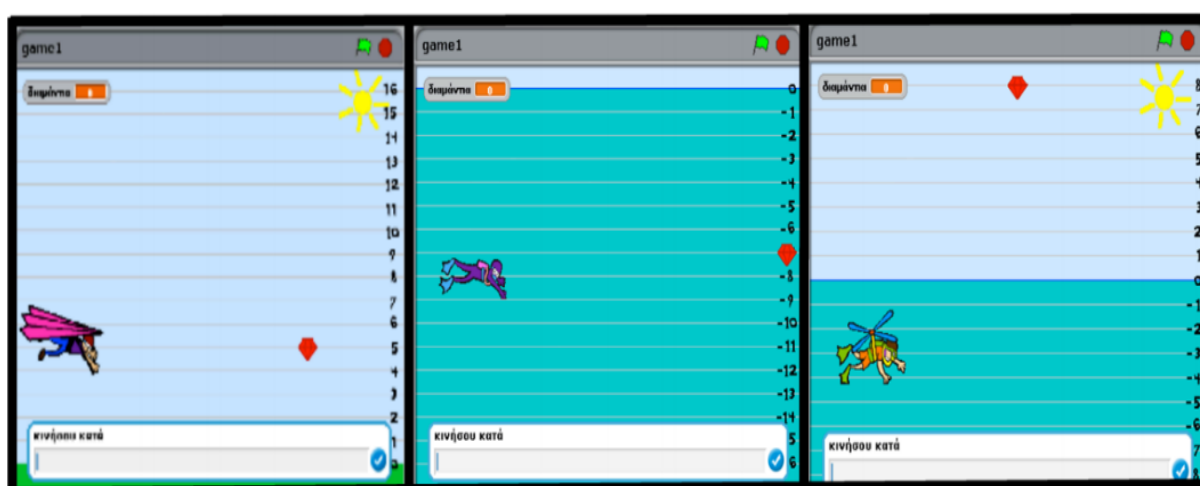
O jogo desenvolvido foi inspirado no jogo *Scramble*, produzido pela Konamy em 1981 e seu contexto foi adaptado para representar uma reta de números inteiros direcionada na vertical, ilustrado na Figura 3.6. Os números inteiros negativos são representados pela metáfora de estarem abaixo do nível do mar, enquanto os positivos localizam-se acima desta marcação. Para cada ambiente, o herói veste uma roupa associada ao contexto e aos movimentos que realiza. Os níveis, por sua vez, seguem a ordem de apresentar apenas números positivos, apenas negativos e ambos; conforme ilustrado na Figura 3.7.

O personagem se movimenta para cima ou para baixo, de acordo com as entradas do usuário. As entradas são sempre numéricas e correspondem ao deslocamento do avatar. Por exemplo, se o personagem se encontra na linha de número 6 e o diamante surge na tela na linha 1, o usuário deve entrar o valor -5. Desta forma, o jogador associa de maneira intrínseca a ideia espacial de movimento para cima quando a operação é de

Figura 3.6: Tela de Jogo do Gem (à direita), que é Inspirada no Jogo *Scramble* (à esquerda)

Fonte: Chorianopoulos, Giannakos e Chrisochoides (2014).

Figura 3.7: Níveis com Números Inteiros, Negativos e Ambos; Respetivamente.



Fonte: Chorianopoulos, Giannakos e Chrisochoides (2014).

adição e para baixo quando a operação é de subtração.

### ***Feedback Construtivo***

Os *feedbacks* são visualizados pelo jogador de maneira instantânea, pois o fato de o avatar se encontrar ou não na linha em que está o diamante é visualmente claro. O que acontece, porém, é que ao somar ou subtrair valores que não correspondem à linha objetivo, o jogador pode continuar a fornecer entradas, de modo a corrigir seu próprio erro. Um deslocamento de 5 casas para cima, por exemplo, pode ser realizado com uma única entrada +5 ou com as entradas +4, que resulta na posição errada, seguida da entrada

+1, que corrige o resultado para o valor esperado. Este modelo de *feedback* permite que o jogador visualize claramente seus erros e seja capaz de corrigi-los com outra entrada que, em termos práticos, também o conduz ao aprendizado das operações de adição e subtração.

O fato de os princípios levantados terem sido baseados na literatura através dos trabalhos de Kelleher et. al (2007), Rieber (1996) e Gee (2009) fornece indícios de que eles possuam efeito prático, porém, os autores sugerem que estes três princípios sejam, além de utilizados, avaliados e expandidos por trabalhos futuros.

### 3.2.3 Princípios de *Design* para Tecnologias para Crianças

A obra de Chiasson e Gutwin (2005) teve o objetivo de, a partir de uma ampla pesquisa a respeito de tecnologias para crianças, apresentar um catálogo de princípios de *design* para tecnologias voltadas a este público, considerando suas necessidades, habilidades e expectativas. Com isto, os autores visaram suprir a dificuldade dos *designers* em encontrar de maneira organizada e em um só lugar estas recomendações de *design*.

Para tal, o catálogo foi organizado em três categorias de aspectos: i) cognitivos, compostos por letramento, *feedback*, desenvolvimento mental e imaginação; ii) físicos, que se referem às habilidades motoras e tangibilidade; e iii) sociais/emocionais, que dizem respeito ao engajamento, às interações sociais e à colaboração. A seguir, são descritas as três categorias e seus grupos, conforme Chiasson e Gutwin (2005).

#### **$P_1$ : Letramento**

Em geral, o vocabulário das crianças é menos rico que o dos adultos, porém, as habilidades de leitura e escrita do público infantil podem variar bastante conforme a idade. Enquanto crianças com mais idade podem apenas não compreender totalmente o significado do texto, crianças mais novas sequer sabem o alfabeto. Por conta disto, as interfaces para crianças devem ser desenvolvidas com a idade do público-alvo em mente. As metáforas que substituem os textos devem fazer parte do universo da criança para que a relação destas com a funcionalidade que representam faça sentido ao usuário, bem como serem fáceis de memorizar. Ainda, alguns autores sugerem que, para alinhar os diferentes níveis de alfabetização, sejam introduzidos no ambiente opções de leitura em voz alta, que

podem ser realizadas por personagens, por exemplo. O ponto comum em relação às recomendações relacionadas ao letramento analisadas foi que o texto não se apresenta como uma maneira eficaz de transmitir informação para crianças, o que faz com que meios visuais ou de áudio contribuam à experiência do usuário, desde que utilizados adequadamente.

### ***P<sub>2</sub>: Feedback***

No que diz respeito aos *Feedbacks*, o autor cita que as crianças esperam ver os resultados de suas ações imediatamente e, caso isto aconteça, elas provavelmente irão repetir a ação, o que poderá levar o sistema à comportamentos indesejados. Sendo assim, mesmo que *feedbacks* sonoros e visuais constantes sejam incômodos aos adultos, eles são justamente o que as crianças esperam. Outro papel dos *feedbacks* é guiar o usuário em seu processo de aprendizado (seja do próprio uso do sistema ou de algum conceito específico, no caso das ferramentas educacionais). Um cuidado a ser tomado, no entanto, é em relação ao momento em que o *feedback* é dado pois, caso não esteja alinhado com a ação, é possível que as crianças entendam a imagem ou o áudio mostrados como puramente aleatórios. Além disto, a orientação das crianças em relação ao que fazer não pode ser realizada através de um manual de instruções, ou seja, o produto deve ser de uso intuitivo ou disponibilizar alguma forma de guiar o usuário em suas primeiras jornadas.

### ***P<sub>3</sub>: Desenvolvimento Mental***

Quanto mais nova a criança, maior a sua dificuldade com conceitos abstratos e, provavelmente, menor o seu conhecimento necessário para navegar pela interface. Com isso, a abordagem de diversos usuários deste público é baseada em tentativa e erro: uma vez que estes encontram um método que funciona, eles não estão dispostos a encontrar maneiras mais eficientes de realizar a tarefa.

### ***P<sub>4</sub>: Imaginação***

As crianças são especialistas em "fazer de conta" e rapidamente se inserem profundamente no ambiente que estão fingindo. Com base nesta premissa, Strommen (1998) observou que, ao utilizar um *software* de simulação em primeira pessoa em uma floresta, as crianças



movimentavam suas cabeças para desviar dos galhos ou faziam silêncio para se esconder dos animais. Ainda, os animais foram aceitos pelas crianças como agentes sociais e elas interagiram com eles sem hesitar.

A imaginação também passa pelo caminho das metáforas e, conforme mostrado por Rader, Brand e Clayton (1997), as crianças esperam que representações de objetos reais tenham o mesmo comportamento no mundo virtual. Desta forma, é frustrante para estes usuários, por exemplo, uma gota d'água não possuir o comportamento de queda.

### **$P_5$ : Habilidades Motoras**

As crianças desenvolvem as suas habilidades motoras ao longo do tempo mas, enquanto estas habilidades não estão completamente desenvolvidas, elas podem apresentar dificuldade ao controlar o mouse sob pequenas áreas na tela ou em tarefas que necessitem pressionar o botão do mouse e movê-lo de maneira simultânea. Ainda a respeito do mouse, as crianças podem sentir-se confusas com as diferentes funcionalidades do botão e, por isso, é sugerido que todos eles realizem a mesma ação e que o duplo-clique seja desativado.

A digitação é igualmente influenciada: em geral, as crianças utilizam a técnica *hunt-and-peck* (em que apenas um ou dois dedos são utilizados para digitar), o que torna a entrada por teclado lenta.

Considerando as dificuldades percebidas, o autor sugere que as interfaces sensíveis a toque, quando aplicáveis, possam solucionar alguns dos problemas encontrados.

### **$P_6$ : Tangibilidade**

As crianças gostam de brincar com brinquedos de pelúcia e usá-los em muitas situações imaginárias, logo, mesclar isto com interfaces de computador pode ser interessante. Strommen (1998) mostrou que os brinquedos de pelúcia computadorizados podem ser eficientes para envolver a criança em interações sociais e serem parceiros de brincadeiras para crianças mais novas. Contudo, estes brinquedos não precisam ser necessariamente de boa aparência para serem atraentes para as crianças. Um dispositivo tangível simples pode levar a exploração e aprendizado valiosos.

**$P_7$ : Motivação e Engajamento**

Para adultos, as interfaces devem possuir o objetivo principal de otimizar a realização das tarefas que o *software* possibilita. Elas consideram que o usuário possui um conhecimento tecnológico mínimo e faz do computador uma ferramenta para atingir seu objetivo. Para crianças, porém, o uso da tecnologia possui fins educacionais, sociais ou de entretenimento. Desta forma, o produto deve focar seus esforços em manter a atenção do usuário ao invés de permitir que ele realize a tarefa de maneira mais eficiente.

No caso dos sistemas que possuem o objetivo de ensinar ou ajudar a desenvolver algum conhecimento ou habilidade, o fato de manter a atenção do usuário é ainda mais importante. Segundo o autor, isto pode ser realizado de três maneiras: i) projetar novas tarefas e incorporar recursos divertidos para que as crianças possam fazer uma pausa na atividade principal; ii) fornecer agentes animados que guiam e encorajam os usuários a alcançarem seus objetivos; e iii) utilizar recompensas para estimular que a criança continue trabalhando em uma dada tarefa.

 **$P_8$ : Interações Sociais**

A interação social é parte importante da infância. Com a tecnologia, as possibilidades de interação são muito maiores do que aquelas encontradas no passado, que limitavam-se às crianças da vizinhança. Sendo assim, o *software* deve, sempre que possível, garantir a experiência de interação social entre os usuários de maneira segura e saudável.

 **$P_9$ : Colaboração**

Mesmo possuindo máquinas individuais, as crianças gostam de reunir-se em torno de um mesmo computador para compartilhar suas experiências. Muitas vezes, elas acabam obtendo mais sucesso após a colaboração entre si.

Porém, a maioria das tecnologias não foi desenvolvida com preocupações a respeito da colaboração e, mesmo que o diferente ponto de vista de um espectador possa ser útil, ele brevemente perde o interesse em apenas assistir. Contudo, um problema inerente da colaboração está associado aos conflitos pessoais que podem ocorrer. Estes conflitos geralmente são contornados pelos adultos, porém, mesmo com conscientização antes do uso, algumas crianças podem se recusar a respeitarem o tempo e o modo de

interação dos colegas.

A obra de Chiasson e Gutwin (2005), então, é uma síntese de diversas recomendações levantadas na literatura, apresentadas de forma objetiva e categorizadas em três grandes grupos. Não fez parte da proposta, porém, a aplicação destas recomendações para que os princípios identificados pudessem ser empregados e avaliados. Segundo os autores, há diversos caminhos pelos quais o catálogo pode ser refinado e é necessário envolver metodologias de projeto e avaliação que incorporem e façam uso destes princípios. Outro aspecto relevante é que os princípios levantados não são direcionados à jogos ou jogos educacionais, mesmo que a maioria deles seja aplicável à este contexto.

### 3.2.4 Análise da Interação Exploratória em um Jogo Sériado em Pensamento Computacional

O trabalho desenvolvido por Falcão e Barbosa (2015) visou apresentar análises formativa e objetiva de aspectos pedagógicos relevantes no processo de interação de crianças com um jogo que envolve lógica de programação. Segundo os autores, estes parâmetros apresentam potencial para comporem um método de avaliação formal dos jogos deste grupo.

Para atingir tal objetivo, o trabalho utilizou um estudo de caso para analisar e discutir as dificuldades de interação do público infantil com interfaces digitais, apoiando-se em heurísticas de usabilidade.

A percepção dos autores, porém, foi que os sistemas educacionais possuem características próprias, de forma que nem sempre as heurísticas gerais se aplicam. Desta forma, partindo-se da premissa de que as heurísticas são consideradas um método efetivo de avaliação de interfaces, a avaliação formativa foi analisada de forma a exceder as heurísticas de Nielsen para o contexto de *softwares* educacionais.

As heurísticas foram abordadas a partir de três grupos: interação exploratória, metáforas visuais da interface e *design* da interação. Cada heurística avaliada e o grupo a que pertence é apresentada na Tabela 3.2 e suas particularidades em relação aos jogos educacionais são abordadas a seguir.

Quanto a heurística  $H_1$ , a ajuda em jogos educacionais é um desafio para projetistas por conta da pouca paciência que as crianças possuem para estudar o jogo e o baixo nível de compreensão que apresentam ao lerem as instruções, como observado

Tabela 3.2: Heurísticas de Usabilidade Utilizadas

Heurística	Grupo
$H_1$ : Ajuda e documentação: se necessária, deve ser facilmente encontrada e consultada	Interação Exploratória: Livre vs Guiada
$H_2$ : Visibilidade do estado do sistema: o sistema deve manter o usuário informado através de <i>feedback</i> apropriado	Interação Exploratória: Livre vs Guiada
$H_3$ : Erros: o sistema deve pedir confirmações das ações do usuário para prevenir ações indesejadas	Interação Exploratória: Livre vs Guiada
$H_4$ : Controle e liberdade do usuário: o sistema deve prover meios para o usuário realizar as ações que deseja com possibilidade de desfazê-las e refazê-las	Interação Exploratória: Livre vs Guiada
$H_5$ : Reconhecimento em vez de recordação: as informações e objetos relevantes devem estar visíveis para minimizar a carga de trabalho da memória do usuário	Metáforas Visuais da Interface
$H_6$ : Correspondência entre o sistema e mundo real: o sistema deve falar a linguagem do usuário e usar conceitos familiares e convenções do mundo real	Design da Interação

Fonte: Falcão e Barbosa (2015).

neste trabalho de Falcão e Barbosa (2015). Desta forma, um *software* educacional deve ser idealmente intuitivo o suficiente para que seu uso não precise de ajuda documentada.

Em relação a  $H_2$ , em contextos educacionais, o entendimento de "*feedback* apropriado" deve permear os processos de *scaffolding*, em que as tecnologias tornam-se mediadoras do processo de aprendizagem. No jogo do estudo de caso, por exemplo, um *scaffolding* auxiliaria as crianças a explorarem o jogo de maneira independente, com menos necessidade de ajuda externa.

Sobre  $H_3$ , as diretrizes de erros se aplicam aos *softwares* educacionais da mesma maneira que aos demais tipos de *softwares*. Por outro lado, é necessário expandir a percepção dos erros para abrigar os erros conceituais. O tipo de *feedback* gerado por um erro conceitual é tratado de acordo com a abordagem da aplicação educacional. Um exemplo é, após diversas tentativas errôneas do usuário, o sistema fornecer dicas da ação desejada.

No que diz respeito à  $H_4$ , esta heurística é importante para proporcionar a possibilidade de aprendizagem por descoberta, pois permite que o usuário explore a interface sem medo de errar. Ainda, a capacidade de desfazer-refazer é um dos grandes ganhos pedagógicos que as tecnologias interativas trouxeram para o processo de aprendizagem.

A heurística  $H_5$  diz que, além de identificáveis, os elementos devem ser compre-

ensíveis. No estudo de caso, os comandos de setas rotatórias não foram compreendidos e exigiam que, em cada vez que apareciam, os usuários precisassem descobrir sua utilização por tentativa e erro.

Por fim,  $H_6$  fala sobre a correspondência entre o sistema e o mundo real. No caso do jogo utilizado, por exemplo, a questão do salto implicou em algumas dificuldades. Em dado momento, era necessário que o robô controlado pelo jogador pulasse uma calçada e, provavelmente influenciadas pela experiência com videogames, as crianças achavam que precisavam associar o comando de saltar com o de movimentar-se para frente. Ainda, as crianças esperavam que o deslocamento do robô continuaria de onde ele havia parado e não que ele retornaria ao início (como acontece no jogo), pois no mundo real as pessoas continuam de onde pararam.

Segundo os próprios autores, as contribuições do trabalho vão em duas direções: a compreensão dos aspectos que devem ser considerados no processo de desenvolvimento de jogos educacionais exploratórios e a construção de um método de avaliação voltado à jogos exploratórios envolvendo pensamento computacional. Ainda, uma reflexão importante é levantada a respeito do fato de que as heurísticas ou diretrizes gerais nem sempre se aplicam ao contexto dos Jogos Sérios voltados ao público infantil.

### 3.3 Considerações Finais do Capítulo

Nesta seção são apresentadas as análises dos trabalhos relacionados estudados. Para auxiliar nas análises, é realizado um levantamento das principais características de cada trabalho. A análise aqui presente está dividida conforme o tipo de relação que cada grupo de trabalhos apresenta, ou seja, para Jogos Sérios voltados à crianças (na Tabela 3.3) ou para trabalhos que abordem recomendações de projeto ou avaliação de tecnologias para este mesmo público (na Tabela 3.4).

A respeito dos JS analisados, confirma-se a lacuna identificada por Carvalho, Hounsell e Gasparini (2015) em relação à carência de JS voltados ao estágio de Alfabetização Matemática. Ainda, nota-se que mesmo que os jogos tenham sido pensados e desenvolvidos para o público infantil, a busca da adequação ao público-alvo nem sempre é a principal preocupação.

Por outro lado, os trabalhos que se dedicam ao estudo de recomendações para

Tabela 3.3: Análise Comparativa dos Jogos Sérios Relacionados

Autor(es)	Interação	Elemento Sérico	Público-alvo	Diferencial/Análise
<b>Bernardini, Porayska-Pomsta e Smith (2014)</b>	Tela LCD multitoque de 42 polegadas com rastreamento do olhar	Interações sociais: comunicação social e controle emocional	Crianças de 8 a 14 anos, pertencentes ao espectro autista	Um agente virtual foi projetado a partir de recomendações para crianças não pertencentes e pertencentes ao espectro autista. O jogo foi testado com 19 crianças e demonstrou resultados positivos. Porém, destaca-se o custo do equipamento utilizado, que se torna um empecilho para a aplicação do jogo em larga escala
<b>Rosas (2002)</b>	<i>Hardware</i> específico desenvolvido, similar ao <i>Gameboy</i>	Matemática: sequências numéricas, reconhecimento de figuras geométricas e operações de adição e subtração. Letramento: vocabulário, reconhecimento de sílabas, distinção entre letras maiúsculas e minúsculas	Primeiro e segundo ano do ensino fundamental (6 a 8 anos)	Além do <i>software</i> , o <i>hardware</i> dos jogos também foi desenvolvido e é idêntico ao de videogames comerciais. O jogo foi desenvolvido a partir de três <i>guidelines</i> e sua aplicação foi testada com 1274 estudantes e 30 professores avaliando impacto no desempenho e na motivação, apresentando resultados positivos
<b>Pedrosa, Mustaro e Lopes (2016)</b>	Corporal, através de um Kinect v.2	Matemática: classificação	Crianças de 4 a 6 anos	Apesar de o uso da interface natural com intermédio do Kinect v.2 ter sido justificado pela melhor adequação ao público-alvo, não foram seguidas ou especificadas diretrizes para este público. A necessidade do equipamento é uma barreira para a aplicação do jogo em locais que não possuam condições de comprá-lo
<b>Vasconcelos, Júnior e Malaquias (2017)</b>	Realidade Virtual não-imersiva: mouse, teclado e monitor	Letramento: vocabulário, gramática e pronúncia	Primeiro ao quinto ano do ensino fundamental (6 a 10 anos)	Para o desenvolvimento do jogo, foram realizadas entrevistas com especialistas da área e foram levantados 15 requisitos que nortearam o projeto e a implementação, sendo que alguns destes requisitos são expansíveis à outros JS e, portanto, foram incorporados na proposta da Seção 3.2. Ainda, o jogo foi projetado para que seu uso seja acompanhado por um especialista
<b>Lopes (2015)</b>	Mouse, teclado e monitor	Matemática: quantidades e representação dos números	5 a 8 anos	Há a utilização de um personagem e seu mascote. O personagem é o intermediador dos desafios e o mascote é o responsável pela pontuação e pela sensação de progresso

Fonte: o Autor.

este público-alvo não abrangem a prática, deixando de aplicar e/ou testar as diretrizes propostas. Além disto, as *guidelines* propostas por estes trabalhos não são específicas a um contexto e, portanto, por vezes, não se aplicam a jogos.

Tabela 3.4: Análise Comparativa dos Trabalhos Relacionados com Recomendações de Design para Crianças.

Autor(es)	Breve Descrição	Abordagem	Diferencial/Análise
Nousiainen e Kankaanranta (2008)	Relata experiências adquiridas em três projetos de ambientes de aprendizagem que utilizaram design participativo com crianças do ensino fundamental	As experiências vivenciadas foram categorizadas em conjuntos e discutidas ao longo do trabalho	O trabalho surgiu a partir das expectativas das crianças em relação aos elementos que uma interface ideal deveria conter
Chorianopoulos, Giannakos e Chrisochoides (2014)	Foram levantados três princípios de design para Jogos Sérios e aplicados em um JS para Matemática	O levantamento ocorreu exclusivamente de forma literária e não foi realizado algum tipo de avaliação dos princípios	Além de levantados, os princípios foram aplicados em um Jogo Sério real. Porém, assim como os princípios, o jogo também não foi avaliado
Chiasson e Gutwin (2005)	Sintetização de princípios de design para tecnologias para crianças	Foram levantados e categorizados diversos princípios de <i>design</i> para o público infantil encontrados na literatura	Há um número expressivo de princípios que estão divididos em grupos conforme o aspecto ao qual se relacionam, tornando o trabalho uma rica fonte para projetistas e desenvolvedores que trabalham com foco em crianças. Por outro lado, os princípios levantados não foram aplicados e/ou testados
Falcão e Barbosa (2015)	Aplicação de heurísticas de <i>design</i> em um Jogo Educacional Exploratório	A avaliação do jogo foi realizada nas etapas i) formativa, em que se buscou observar o uso real do <i>software</i> por seu público-alvo; e ii) objetiva, em que algumas das heurísticas de <i>design</i> de Nielsen foram aplicadas e transpostas para o contexto do jogo	A abordagem utilizada gerou resultados satisfatórios e foram apresentadas direções para um conjunto de parâmetros/heurísticas adaptadas ao contexto dos jogos educacionais explorativos, visto que nem todas as heurísticas gerais se adaptam ao contexto

Fonte: o Autor.

## 4 Proposta de *Guidelines* para Desenvolvimento de Jogos para Crianças

Por conta da crescente exposição das crianças às tecnologias, torna-se uma necessidade que estas sejam projetadas levando em conta as habilidades, os interesses e as necessidades das crianças (HOURCADE, 2008). Este cuidado no projeto e no desenvolvimento é essencial quando trata-se de um jogo e, conforme Barendregt e Bekker (2004), uma das maneiras de garantir a qualidade do *software* desenvolvido é, a partir de testes com o usuário final, traduzir seus resultados em diretrizes ou heurísticas que sirvam como entrada para o próximo processo de *design*. Porém, recomendações organizadas de forma objetiva com o intuito de auxiliar no projeto destes sistemas são escassas, fazendo com que, muitas vezes, os projetistas adotem os mesmos princípios para interfaces tradicionais, que são focadas em adultos (CHIASSON; GUTWIN, 2005). Sendo assim, esta seção visa levantar e classificar recomendações para o projeto de sistemas com público-alvo infantil.

As recomendações foram levantadas a partir de aspectos observados no projeto, desenvolvimento e avaliação de JS voltados ao público infantil e de contribuições à área da ICC. Os artigos foram levantados a partir de buscas pelas palavras-chave "Jogos Sérios para Crianças" e "*Guidelines* de Jogos para Crianças" em ferramentas de busca como o *Google Scholar* e Academia.edu, sempre substituindo o termo *guideline* por diretriz, recomendação ou heurística. A partir dos artigos encontrados inicialmente, foram analisadas a existência de um conjunto de *guidelines*, os trabalhos relacionados e os autores referenciados. Posteriormente, os autores e trabalhos comumente observados também foram investigados.

A seguir, é apresentado de maneira objetiva o conjunto de *guidelines* propostas e, em seguida, cada um dos elementos é discutido. Estas recomendações foram avaliadas e refinadas com especialistas da área de desenvolvimento de *software* e educação infantil. As fontes são informadas na Tabela 8.2 através de seus índices, que estão descritos na Tabela 4.2. Quando não informada a faixa etária ou a fase da infância, entende-se que a fonte de onde a diretriz foi tirada não disponibilizou explicitamente esta informação e desta forma, considera-se que a recomendação não está restrita a um período específico



da infância do indivíduo.

### **$D_1$ : Simplificar o uso do mouse**

O desenvolvimento motor dos indivíduos pertencentes à infância não é igual aos da fase adulta. As crianças estão em fase de desenvolvimento e, por isto, podem apresentar dificuldades ao utilizar dispositivos projetados para adultos, como é o caso do *mouse*. Esta dificuldade se apresenta em ações mais complexas como manter o botão pressionado para arrastar objetos e em ações mais simples como o clique-duplo. Ainda, pode ser um problema para as crianças memorizar as ações de cada um dos botões do *mouse* ou posicioná-lo sobre pequenas regiões.

### **$D_2$ : Evitar a diferenciação entre esquerda e direita**

Bem como o desenvolvimento motor, os aspectos cognitivos também estão em evolução durante a infância. Por isto, muitas vezes as crianças podem não compreender ou apresentar dificuldades com os conceitos de esquerda e direita, tanto de si próprios quanto tomando outros objetos como referencial. Um exemplo de produto que considera este aspecto em seu *design* é o animal de pelúcia “*Hug & Learn Baby Tad*” (<http://www.leapfrog.com>), que possui ações diferentes quando cada uma de suas patas é pressionada. Pensando nas crianças que não sabem diferenciar as patas como esquerda e direita, cada pata recebe uma marcação diferente e, desta forma, a criança entende que cada pata gera uma ação específica.

### **$D_3$ : Utilizar mecanismos eficientes de interação com os elementos**

A destreza manual em desenvolvimento não permite que algumas crianças realizem com facilidade a ação de *drag and drop*, por exemplo. Além disto, elementos de interação muito pequenos podem exigir uma precisão não alcançada pelas crianças. Por conta disto, os mecanismos de interação devem considerar as habilidades manuais da criança, bem como os elementos devem possuir tamanhos e espaçamentos maiores.

***D*<sub>4</sub>: Permitir instruções faladas**

Conforme observado por Vasconcelos, Júnior e Malaquias (2017) e Lopes (2015), para os casos em que o usuário se encontra em processo de letramento, o fato de o sistema prover instruções em áudio pode ser uma forma de auxílio à criança. Mesmo com a opção de instruções faladas, é sugerido que o texto seja mantido para que a criança acompanhe a instrução ouvida com a leitura.

***D*<sub>5</sub>: Esconder funcionalidades de nível avançado**

Conforme observado por Halgren, Fernandes e Thomas (1995), a tendência das crianças em interagir com os objetos presentes na tela faz com que oferecer muitas possibilidades aos usuários iniciantes seja uma espécie de armadilha, levando-os a executar ações que eles não entendem. Desta forma, uma solução é manter as funcionalidades de maior complexidade "escondidas" em menus ou atalhos, para continuar permitindo o uso destas por usuários avançados e não confundir os iniciantes.

***D*<sub>6</sub>: Explorar o uso cooperativo**

Além de aceitarem melhor que os adultos o uso compartilhado do dispositivo (INKPEN, 1997), ganhos em produtividade e satisfação podem ser gerados com a cooperação entre as crianças durante os jogos.

***D*<sub>7</sub>: Utilizar fontes que facilitem a leitura**

As habilidades de leitura, quando existentes, ainda não estão totalmente desenvolvidas. Desta maneira, fontes pequenas ou muito customizadas apresentam desafios ainda maiores do que a leitura em si. O estudo de Bernard et. al (2001) apontou que crianças entre 9 e 11 anos de idade preferem fonte em tamanho 14 do que o geralmente utilizado tamanho 12. Segundo Bruckman, Bandlow e Forte (2002), muitos projetistas aplicam de maneira empírica a regra de que "quanto mais nova a criança, maior a fonte". Ainda, deve-se dar preferência a letras maiúsculas, já que é com este tipo de fonte que as crianças são alfabetizadas (VASCONCELOS; JÚNIOR; MALAQUIAS, 2017).

**$D_8$ : Relacionar as metáforas de interface ao universo das crianças**

Esta diretriz aplica-se aos usuários de outras idades. No caso das crianças, deve-se atentar ao fato de que elas muitas vezes não são capazes de estabelecer metáforas que se mostram eficientes para os adultos, por exemplo, às relacionadas ao escritório. Porém, ao fazer uso de elementos pertencentes ao universo infantil, as metáforas devem ser cuidadosas o suficiente para que as expectativas do usuário não excedam os limites da interface.

 **$D_9$ : Dar visibilidade aos elementos de interação**

Ao contrário dos adultos que, ao se depararem com uma interface *web*, por exemplo, tendem a varrer a tela com os olhos, lendo alguns pontos importantes de informação para, então, decidirem interagir com o sistema; as crianças raramente rolam a tela para buscar informações e suas primeiras ações não são observar a interface mas sim interagir com os elementos exibidos na tela inicial.

 **$D_{10}$ : Adequar o tempo de interação com a idade**

Assim como para o esforço cognitivo, o maior tempo de interação demandado pelo usuário por conta da baixa destreza também deve ser considerado pelo sistema. Este aspecto é particularmente relevante no caso dos jogos já que, muitas vezes, o tempo para realizar a atividade proposta faz parte do desafio do jogo.

 **$D_{11}$ : Utilizar ícones significativos para substituir ou colaborar com os textos**

Como, dependendo da idade, o usuário está em processo de letramento ou sequer chegou à esta fase, os ícones devem ser utilizados para dar significado às ações e/ou textos.

 **$D_{12}$ : Preferir reconhecimento em vez de recordação**

Esta diretriz também não é específica do público infantil, porém, aplica-se a este. As informações devem ser claras o suficiente para que o usuário, ao deparar-se com um mesmo elemento, possa reconhecer seu uso ao invés de precisar memorizá-lo. Tratando-se

de um jogo, por exemplo, no teste realizado por Falcão e Barbosa (2015), os usuários não entenderam e, conseqüentemente, não memorizaram o uso de setas rotatórias e precisavam reaprender a utilizá-la por tentativa e erro cada vez que se deparavam com o objeto.

### ***D*<sub>13</sub>: Usar interface predominantemente visual**

Esta diretriz é especialmente importante no caso de usuários não letrados. Quando o usuário se encontra em processo de letramento, pode ser interessante mesclar elementos visuais e textuais. Porém, mesmo para usuários já letrados, interfaces muito textuais podem tornar-se rapidamente massantes.

### ***D*<sub>14</sub>: Prover *feedbacks* precisos e rápidos**

As crianças são usuários impacientes e desejam *feedback* rápido por parte do sistema. Caso não ocorra, elas podem repetir a ação até que uma resposta do sistema seja dada. Além disto, com *feedbacks* com um atraso grande, a criança pode entendê-lo como uma resposta aleatória do sistema ao invés de percebê-lo como resposta de sua ação.

### ***D*<sub>15</sub>: Mostrar claramente o estado atual do sistema**

Caso o sistema demande de tempo para processar, o usuário deve ser informado claramente sobre o que está ocorrendo. Ainda, especialmente no caso dos jogos, se o sistema está aguardando uma entrada do jogador e nada acontece por um longo período de tempo, algum *feedback* deve ser dado ao usuário para que ele realize alguma ação. Um exemplo deste tipo de *feedback* é *toe-tapping*, indicando que o sistema está "aguardando" uma ação.

### ***D*<sub>16</sub>: Utilizar personagens para interação**

Mesmo os personagens que não interagem e/ou não dão conselhos são recebidos positivamente pelas crianças. As aparições destes, porém, não devem ser intrusivas e não devem possuir tempo de duração muito longo, fazendo com que o jogador perca o foco.

**$D_{17}$ : Apresentar a informação ao usuário considerando seu nível de desenvolvimento**

Conforme a idade e o desenvolvimento intelectual, diferentes formas de apresentação do conteúdo e/ou dos objetivos, no caso dos jogos, podem ser desejadas. Em geral, quanto mais experiente, maior a otimização em relação à apresentação da informação que o usuário busca.

 **$D_{18}$ : Utilizar interfaces e convenções já conhecidas do usuário**

Nousiainen e Kankaanranta (2008) mostram que, enquanto projetistas de *software*, as crianças esperam que o sistema a ser desenvolvido possua comportamento e padrões similares aos de *softwares* já conhecidos por elas. No caso dos JS, pode-se buscar inspirações em jogos comerciais conhecidos pelo público. Ainda, a utilização de mecânicas e interfaces de jogos comerciais foi aplicada nos JS desenvolvidos por Rosas et al. (2002) e Chorianopoulos, Giannakos e Chrisochoides (2014).

 **$D_{19}$ : O *layout* deve ser rico de conteúdo, com pouco espaço vazio**

Nousiainen e Kankaanranta (2008) também observa que, ao participarem do processo de *design*, as crianças projetavam interfaces ricas de conteúdo e com poucos espaços vazios e, surpreendentemente, sentiam-se confortáveis com este tipo de *layout*.

 **$D_{20}$ : Apresentar classificação e/ou pontuação claramente na tela**

Nousiainen e Kankaanranta (2008) observaram que as crianças entre 7 e 9 anos, ao projetar interfaces, desejavam que as informações de *ranking* e pontuação estivessem sempre visíveis na tela.

 **$D_{21}$ : A interface deve possuir aparência e comportamento realistas**

Além da constatação de que crianças de 7 a 9 anos preferem que as interfaces tenham aparência realista como fotos, por exemplo (NOUSIAINEN; KANKAANRANTA, 2008),

Falcão e Barbosa (2015) sugerem que as metáforas da interface não utilizem abstrações complexas, de forma a exceder as capacidades de compreensão do usuário.

### **$D_{22}$ : Deve haver grande variedade de temas**

Outro desejo das crianças observado por Nousiainen e Kankaanranta (2008) é que o *software* possua diferentes temas e que cada usuário possa escolher aspectos como objetos e cores conforme sua preferência.

### **$D_{23}$ : Utilizar mais de uma forma de representação da informação**

No jogo desenvolvido por (LOPES, 2015), os números são representados pelo algarismo, textualmente, por figuras que expressão a quantidade, pelos gestos do personagem e por instruções de áudio. Todas estas maneiras de representação visam transmitir a mesma informação para que a quantidade expressada seja assimilada.

### **$D_{24}$ : Recompensar o jogador**

As estruturas de recompensa devem considerar o nível de desenvolvimento infantil e o contexto de uso. Elas são utilizadas para manter o jogador engajado nos objetivos e motivados a continuar realizando as tarefas (HANNA; RISDEN; ALEXANDER, 1999). Este fato foi observado por Pausch, Vogtle e Conway (1992) em crianças de 6 a 17 anos que, na ausência de pontos no jogo, passavam a contabilizá-los por conta própria.

### **$D_{25}$ : Utilizar formas de mostrar ao usuário onde encontrar as funcionalidades**

Hanna, Ridsen e Alexander (1999) citam, por exemplo, adicionar efeitos 3D aos botões para que pareçam clicáveis ou reproduzir áudios quando estes objetos clicáveis são apontados pelo mouse. Estas formas de destacar os elementos chave permite que o usuário diferencie os objetos mais importantes, geralmente com os quais pode interagir, dos demais objetos presentes na interface.

**$D_{26}$ : Ajuda e documentação deve ser fácil de achar e objetiva**

Ainda que, idealmente, um *software* deva ser intuitivo o suficiente para que o usuário interaja sem a necessidade de ajuda documentada, a documentação deverá estar bem localizada e abordar os conteúdos de forma breve, pelo fato de que as crianças ainda não possuem grandes habilidades de interpretação de texto.

 **$D_{27}$ : Permitir que o jogador corrija seus erros**

No jogo desenvolvido por Chorianopoulos, Giannakos e Chrisochoides (2014), além de observar em tempo real se a ação realizada foi correta ou errada, o jogador era capaz de corrigi-la com outra entrada que complementava a anterior. Este modelo de *feedback* e dinâmica permite que ao invés de ser simplesmente informado de seu erro, o jogador possa instantaneamente corrigi-lo caso identifique seu motivo. Ainda, quando se trata de um conteúdo específico sendo trabalhado, é interessante que o jogador possa ter mais de uma chance de assimilar tal conteúdo.

 **$D_{28}$ : Permitir que o usuário explore o ambiente e crie coisas**

Este princípio foi observado na experiência no design participativo com crianças do ensino fundamental, como um dos requisitos que elas esperavam em um sistema ideal. De acordo com (NOUSIAINEN; KANKAANRANTA, 2008), elas gostariam de poder criar funcionalidades, personagens e escolher a rumo que o jogo toma.

 **$D_{29}$ : Encadear logicamente o conteúdo**

Como observado por Pereira e Peruzza (2002) sendo um dos requisitos do JS desenvolvido, o principal objeto do JS, ou seja, seu conteúdo, deve ser abordado gradativamente para que, desta maneira, o conhecimento seja construído no jogador. Conteúdos não encadeados podem tornar o jogo massante ou excessivamente complexo, desmotivando o jogador em ambos os casos. Ainda, para que o aprendizado seja facilitado, os elementos apresentados ao jogador devem seguir a ordem de variação das formas, da quantidade e da cor, que atende às crianças com síndrome de Down sem que crianças não pertencentes a este público sejam prejudicadas. Esta forma de encadeamento foi levantada e aplicada

no JS desenvolvido por Carvalho, Hounsell e Gasparini (2017).

### **$D_{30}$ : Adequar o vocabulário ao público-alvo**

Os cuidados com o vocabulário devem ser tomados não só para que as informações textuais sejam compreendidas pelo usuário mas também para que elas não se tornem massantes. Ainda, quando as informações podem ser transmitidas também por meio de áudio, os usuários em fase de letramento são beneficiados.

### **$D_{31}$ : Adequar ao nível de experiência do usuário**

As atividades dentro do sistema devem se moldar conforme a evolução da criança enquanto usuário, ou seja, na medida em que ela domina as ações, o sistema deve permitir que ela consiga otimizá-las, atingindo outros níveis dentro do sistema.

### **$D_{32}$ : Projetar atividades interessantes e desafiadoras**

Desta forma, busca-se manter a atenção e a motivação da criança para continuar utilizando o *software*. No caso dos jogos, este objetivo pode ser alcançado através do *level design* adequado ou da possibilidade de diferentes atividades dentro do jogo.

### **$D_{33}$ : No caso de jogos com uso acompanhado, o professor deve poder configurar o jogo**

Esta diretriz foi seguida nos JS desenvolvidos por Carvalho, Hounsell e Gasparini (2017); e Vasconcelos, Júnior e Malaquias (2017). O professor deve ser capaz de incluir, excluir e alterar conteúdos pois, desta forma, é possível que ocorra a personalização de um conteúdo específico a ser trabalhado.

### **$D_{34}$ : Embutir o conteúdo alvo no jogo de forma "acidental"**

Esta diretriz foi elencada como requisito para o JS desenvolvido por Rosas et al. (2002). A ideia do autor é que, desta forma, a criança assimile o conteúdo proposto enquanto se diverte jogando, sem se preocupar com os aspectos educacionais e de forma natural.



***D*<sub>35</sub>: Utilizar narrativas para engajar o jogador**

No jogo desenvolvido por Chorianopoulos, Giannakos e Chrisochoides (2014), por exemplo, há a narrativa de herói, proposta por Vogler (1998), que se baseia em apresentar ao jogador um herói que se depara com um problema a ser resolvido por ele. A partir do momento em que o jogador se compromete com a aventura ele é motivado por um objetivo geral que o faz querer enfrentar os desafios encontrados pelo caminho.

***D*<sub>36</sub>: Definir objetivos claros**

Este foi um requisitos apresentado por Pereira e Peruzza (2002) no jogo desenvolvido. A ideia é que os desafios propostos pelo jogo sejam breves o suficiente para serem compreendidos pelo jogador. Esta recomendação é também enfatizada por (HANNA; RISDEN; ALEXANDER, 1999).

***D*<sub>37</sub>: Minimizar esforços de atenção e concentração**

Segundo Nasiri, Shirmohammadi e Rashed (2017), as crianças são facilmente distraídas e rapidamente sentem-se cansadas de realizar tarefas monótonas. Sendo assim, além de tornar as atividades interessantes, elas não devem possuir durações muito longas.

***D*<sub>38</sub>: Possibilitar acesso a diferentes níveis do programa**

Considerada requisito para os JS de Pereira e Peruzza (2002) e Carvalho, Hounsell e Gasparini (2017), a possibilidade de que diferentes níveis do jogo sejam acessados permite que i) conteúdos específicos sejam abordados, caso o JS aborde mais de um conteúdo; e ii) o nível de dificuldade do jogo possa ser manualmente ajustado ao jogador. Estas ações devem, idealmente, ser controladas apenas pelo UFE, no caso de jogos acompanhados.

***D*<sub>39</sub>: Manter os “rastros” realizados pelo usuário**

As crianças dificilmente lembram as áreas já exploradas por elas (STROMMEN, 1998). Desta forma, para evitar que o usuário navegue em ciclos, alguma maneira de representar que dado conteúdo já foi visitado deve ser utilizada. Ainda, as ações tomadas pelo jogador

servem como ferramenta para análise e avaliação do desempenho e da evolução deste por parte do educador.

### **$D_{40}$ : No caso de jogos acompanhados, prover controle ao educador**

No caso de jogos que tem seu uso acompanhado por um UFE, é necessário que este possua os controles para intervenções como, por exemplo, pausas para correções ou explicações do conteúdo, que se fazem importantes em jogos educacionais.

Tabela 4.1: Diretrizes Levantadas da Literatura: Grupo, Diretriz, Faixa Etária ou Fase e Fonte(s)

Grupo	Diretriz	Faixa etária ou Fase	Fonte(s)
Diretriz de Entrada (DE)	$D_1$ : Simplificar o uso do mouse		1, 3, 10, 11, 17
	$D_2$ : Evitar a diferenciação entre esquerda e direita		1, 4
DE	$D_3$ : Utilizar mecanismos eficientes de interação com os elementos		10, 11, 15, 17, 18
DE	$D_4$ : Permitir instruções faladas	Letramento	25, 28
DE	$D_5$ : Esconder funcionalidades de nível avançado		1, 7
DE	$D_6$ : Explorar o uso cooperativo		13
Interface / Saída (DI)	$D_7$ : Utilizar fontes que facilitem a leitura	Letramento	1, 5, 25, 26
DI	$D_8$ : Relacionar as metáforas de interface ao universo das crianças		1, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 26
DI	$D_9$ : Dar visibilidade aos elementos de interação		1, 12, 24
DI	$D_{10}$ : Adequar o tempo de interação com a idade		15
DI	$D_{11}$ : Utilizar ícones significativos para substituir ou colaborar com os textos		10, 15, 16
DI	$D_{12}$ : Preferir reconhecimento em vez de recordação		9, 19
DI	$D_{13}$ : Usar interface predominantemente visual	5 a 10 anos	10, 11, 24, 25
DI	$D_{14}$ : Prover <i>feedbacks</i> precisos e rápidos	4 a 14 anos	9, 10, 18, 21

Fonte: o Autor.

Grupo	Diretriz	Faixa etária ou Fase	
DI	$D_{15}$ : Mostrar claramente o estado atual do sistema		10, 16, 26
DI	$D_{16}$ : Utilizar personagens para interação		10, 16, 22
DI	$D_{17}$ : Apresentar a informação ao usuário considerando seu nível de desenvolvimento		17
DI	$D_{18}$ : Utilizar interfaces e convenções já conhecidas do usuário		26, 27
DI	$D_{19}$ : O <i>layout</i> deve ser rico de conteúdo, com pouco espaço vazio		26
DI	$D_{20}$ : Apresentar classificação e/ou pontuação claramente na tela	7 a 9 anos	26
DI	$D_{21}$ : A interface deve possuir aparência e comportamento realistas		9, 26
DI	$D_{22}$ : Deve haver grande variedade de temas	7 a 9 anos	26
DI	$D_{23}$ : Utilizar mais de uma forma de representar da informação		28
DI	$D_{24}$ : Recompensar o jogador	6 a 17 anos	10, 16
DI	$D_{25}$ : Utilizar formas de mostrar ao usuário onde encontrar as funcionalidades		10, 16
Diretriz de Conteúdo (DU)	$D_{26}$ : Ajuda e documentação deve ser fácil de achar e objetiva		9, 14
DU	$D_{27}$ : Permitir que o jogador corrija seus erros		29
DU	$D_{28}$ : Permitir que o usuário explore o ambiente e crie coisas		26
DU	$D_{29}$ : Encadear logicamente o conteúdo		20
DU	$D_{30}$ : Adequar o vocabulário ao público-alvo		20
DU	$D_{31}$ : Adequar ao nível de experiência do usuário		10, 16, 22
DU	$D_{32}$ : Projetar atividades interessantes e desafiadoras		10, 16, 25
DU	$D_{33}$ : No caso de jogos com uso acompanhado, o professor deve poder configurar o jogo		20, 24
DU	$D_{34}$ : Embutir o conteúdo alvo no jogo de forma "acidental"		27
DU	$D_{35}$ : Utilizar narrativas para engajar o jogador		29
DU	$D_{36}$ : Definir objetivos claros		29
DU	$D_{37}$ : Minimizar esforços de atenção e concentração		19
Diretriz de Controle (DC)	$D_{38}$ : Possibilitar acesso a níveis do programa		20, 24
DC	$D_{39}$ : Manter os "rastros" realizados pelo usuário		4, 10
DC	$D_{40}$ : No caso de jogos acompanhados, prover controle ao educador		17

Fonte: o Autor.

Tabela 4.2: Fontes Utilizadas no Levantamento das Diretrizes: Índice Citado, Autor(es) e Número de *Guidelines*

<b>Índice</b>	<b>Autor(es)</b>	<b>Número de <i>Guidelines</i></b>
<b>1</b>	(BRUCKMAN; BANDLOW; FORTE, 2002)	<b>7</b>
<b>2</b>	(BERKOVITZ, 1994)	1
<b>3</b>	(STEWART et al., 1998)	1
<b>4</b>	(STROMMEN, 1998)	1
<b>5</b>	(BERNARD et al., 2001)	2
<b>6</b>	(JONES, 1992)	1
<b>7</b>	(HALGREN; FERNANDES; THOMAS, 1995)	2
<b>8</b>	(SCHNEIDER, 1996)	1
<b>9</b>	(FALCÃO; BARBOSA, 2015)	4
<b>10</b>	(CHIASSEON; GUTWIN, 2005)	<b>10</b>
<b>11</b>	(DRUIN et al., 2001)	3
<b>12</b>	(GILUTZ; NIELSEN, 2002)	1
<b>13</b>	(INKPEN, 1997)	2
<b>14</b>	(XIE; ANTLE; MOTAMED, 2008)	1

Fonte: O Autor.

<b>Índice</b>	<b>Autor(es)</b>	<b>Número de <i>Guidelines</i></b>
<b>15</b>	(TSE et al., 2011)	4
<b>16</b>	(HANNA; RISDEN; ALEXANDER, 1999)	8
<b>17</b>	(HOURCADE, 2008)	4
<b>18</b>	(STEINER; MOHER, 1992)	2
<b>19</b>	(NASIRI; SHIRMOHAMMADI; RASHED, 2017)	2
<b>20</b>	(PEREIRA; PERUZZA, 2002)	4
<b>21</b>	(SAID, 2004)	1
<b>22</b>	(LESTER et al., 1997)	2
<b>23</b>	(NIELSEN, 2002)	2
<b>24</b>	(CARVALHO; HOUNSELL; GASPARINI, 2017)	2
<b>25</b>	(VASCONCELOS; JÚNIOR; MALAQUIAS, 2017)	3
<b>26</b>	(NOUSIAINEN; KANKAANRANTA, 2008)	8
<b>27</b>	(ROSAS et al., 2002)	2
<b>28</b>	(LOPES, 2015)	2
<b>29</b>	(CHORIANOPOULOS; GIANNAKOS; CHRISOCHOIDES, 2014)	2

Fonte: O Autor.

## 5 Proposta de Jogo S rio para a Habilidade de Sequenciação

Considerando o potencial da utilização de jogos como ferramenta educacional e a demanda por tecnologias que contribuam no ensino da Matemática principalmente durante os anos iniciais da vida escolar, a presente proposta baseia-se em um Jogo S rio que busca auxiliar no processo de Alfabetização Matemática trabalhando exclusivamente a habilidade cognitiva de sequenciação. Decisões relacionadas às tecnologias e ferramentas adotadas são influenciadas pelo fato de o jogo proposto pertencer   já existente suíte *Move4Math*. Desta forma, o projeto e o desenvolvimento do jogo visam atender os requisitos relacionados à própria suíte e as recomendações propostas no capítulo 4.

Como este projeto   continuidade do trabalho de (CARVALHO; HOUNSELL; GASPARINI, 2017), os resultados das ferramentas POP e PEED são herdados diretamente. Desta maneira, estas informações não são detalhadas além do que já foram no texto supracitado.

### 5.1 Sequenciação

Será mostrada ao jogador uma sequência de objetos a ser reproduzida, fazendo com que este interaja com os objetos seguindo a lógica implícita na própria sequência, no estilo "complete a sequência".

A escolha pela habilidade de sequenciação deu-se pelo fato de que ela geralmente é desenvolvida juntamente das demais habilidades cognitivas presentes na Alfabetização Matemática como a Classificação e a Ordenação e, por isto, faz parte do projeto do suíte M4M (CARVALHO; HOUNSELL; GASPARINI, 2017). A abordagem destas habilidades em conjunto também pode ser observada em estudos da área da pedagogia (DANTE, 1996) e em outras suítes de JS para Alfabetização Matemática (MALAQUIAS, 2012).

## 5.2 Game Design Document

O *Game Design Document* lista os critérios que um jogo possivelmente atende e relaciona o elemento que garante o cumprimento (GRIMES, 2018). O GDD para o jogo de sequenciação é apresentado de maneira sucinta na Tabela 5.1.

Tabela 5.1: GDD: *Game Design Document* do Jogo Sérico Proposto.

<b>Critério</b>	<b>Elemento</b>
Fantasia	Não há
Localização	Ambiente em que o usuário se encontra fisicamente
Enredo/Narrativa	Não há
Peças/Personagens	Figuras geométricas e objetos do cotidiano
HUD ( <i>Head-up display</i> )	Vidas, pontos, e objetos de recompensa
Mistérios/Surpresas	Não há
Jogabilidade	Controle com os movimentos corporais
Ações/Reações	Silhueta na mesma posição que objeto virtual: toque
Painel de controle/ <i>hot keys</i>	Pausar, sair, avançar/retroceder nível
Dados capturados	Pontos ganhos, objetos tocados de forma correta e incorreta, tempo da sessão e níveis avançados/retrocedidos
Desafios	Tocar os elementos corretos
Conflito/Esforço	A ação deve ser realizada no tempo disponibilizado
Fases e Níveis	Critério da sequência, tipo dos elementos, tamanho da sequência e quantidade de repetições
Progressão/Transição	Em função dos desempenhos motor e cognitivo
<i>Feedbacks</i> Visual/Sonoro	Cor do menu superior (verde, vermelho ou amarelo), sons de acerto, erro ou esperando ação
<i>Debriefing</i> de Fase/-Nível	Ao final da sessão
Pontuação	Proporcional aos desempenhos motor e cognitivo
Navegabilidade	Cadastro, tela de calibração e jogo
Relatórios	Detalhados por jogador
Mecânicas	O objeto correto aparece em uma posição aleatória da tela, juntamente de objetos incorretos para o desafio
Segurança	Não há preocupações relacionadas à segurança
Dinâmicas	Identificar e reproduzir a sequência

Fonte: o Autor.

## 5.3 Dinâmica e Protótipos

A interação do jogador com o jogo será realizada com os movimentos do corpo. Com uma *webcam* capturando seus movimentos, o usuário observará na tela sua própria imagem,

como em um espelho. O jogo, então, irá inserir na cena os elementos com os quais o usuário poderá interagir através do "toque". Este modelo de tecnologia recebe o nome de Realidade Aumentada, pois adiciona elementos virtuais ao mundo real. Este tipo de interação é particularmente positivo para crianças pois não é necessária a interação com dispositivos como *mouse* e teclado e trabalhos com JS observaram bons resultados em relação ao aprendizado e à motivação das crianças com o uso de RA (PEDROSA; MUSTARO; LOPES, 2016). Desta forma, a escolha pela Realidade Aumentada faz com que seja cumprida a diretriz  $D_3$ .

O jogador deverá ser acompanhado por um profissional da área da educação. Este profissional é o responsável por realizar o cadastro do jogador, configurar os parâmetros do jogo e verificar a evolução das habilidades motoras e cognitivas. A execução do jogo é dividida em algumas etapas, que estão descritas a seguir.

### 5.3.1 Apresentação do Objetivo

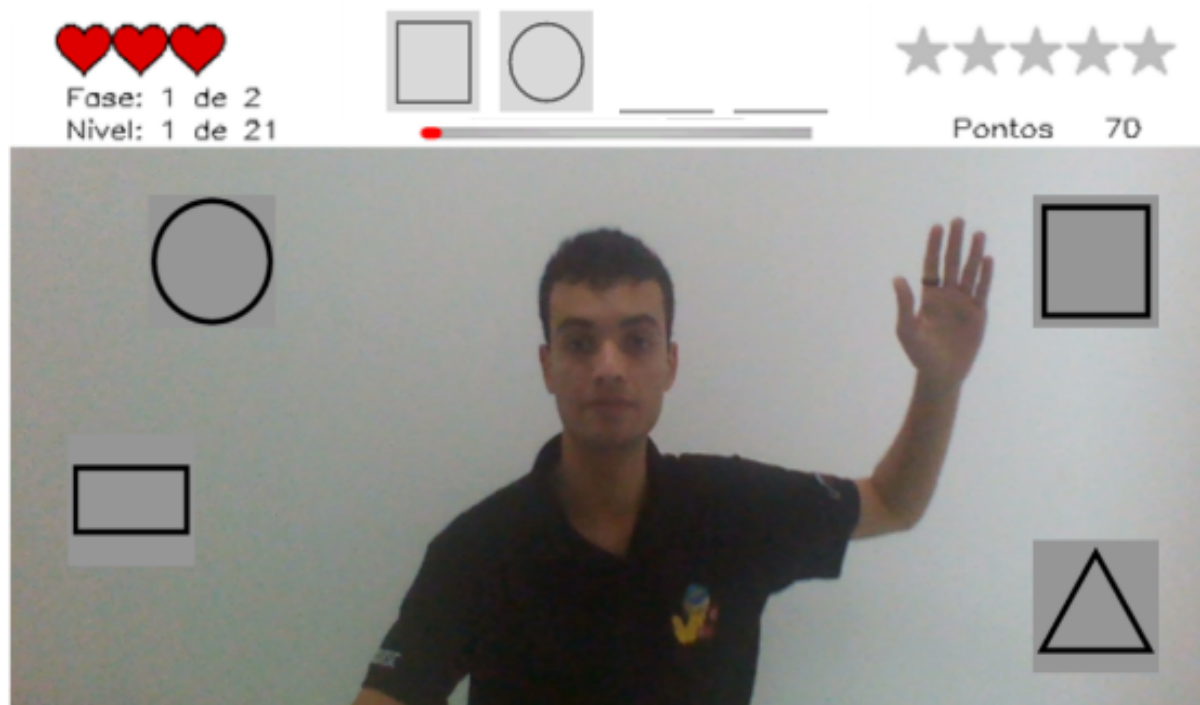
No início, as imagens de referência (que indicam quais os objetos a serem tocados pelo jogador) serão apresentadas durante um período de tempo adequado ao usuário, conforme parametrização em arquivos .csv. O ajuste da duração da exibição do objetivo pode ser realizado pelo profissional que acompanha o jogador, de acordo com as recomendações  $D_{10}$ ,  $D_{33}$  e  $D_{34}$ . Durante a apresentação das imagens de referência, não há nenhum elemento na região de toque e a cor amarelo indica ao usuário que o um novo desafio está sendo proposto ( $D_{15}$ ).

O arquivo de configuração no formato .csv que parametriza o jogo segue o modelo dos demais jogos da suíte e controla informações como: i) quantidade de imagens simultâneas que aparecerão na área de toque; ii) tamanho das imagens; iii) tempo para realização do desafio; vi) tempo de exibição do objetivo.

Ainda, a forma de apresentação do objetivo visa seguir a recomendação  $D_{17}$ , ou seja, conforme a idade e a experiência do usuário (neste caso, o nível do jogo no qual este se encontra), ele experimentará diferentes tamanhos de sequência e critérios de sequenciação, conforme especificado no *level design* do jogo.



Figura 5.1: Protótipo de um Desafio Básico Proposto pelo JS



Fonte: o Autor.

### 5.3.2 Geração do Desafio

Após a apresentação dos objetivos, serão geradas na área de toque do usuário as imagens com as quais ele deve interagir ( $D_9$ ) em um certo tempo também parametrizado (representado pela barra horizontal), visando tocar a imagem correta. Além da adequação do tempo para cumprir o desafio ( $D_{10}$ ), a barra horizontal que mostra ao usuário o tempo que ele ainda tem para realizar a tarefa visa atender a recomendação  $D_{15}$ . A cada novo desafio, o processo de exibição do objetivo ocorre da mesma maneira, fazendo com que o usuário não precise memorizar a dinâmica do jogo ( $D_{12}$ ).

### 5.3.3 Tratamento das Respostas

Caso o toque tenha sido realizado corretamente, o jogador perceberá que o menu superior alterou sua cor para verde e ouvirá um som com significado de acerto. Por outro lado, caso o toque tenha sido equivocado, o jogador observará o menu superior na cor vermelha e um som relacionado ao erro. Desta forma, a cada interação com os objetos da tela, o jogador recebe em tempo real *feedbacks* visuais e sonoros ( $D_{14}$ ). Ainda, a cada toque, o usuário acumula uma certa quantidade de pontos que são representados de forma textual e através de ícones no canto superior direito da tela.

A cada toque correto, após o *feedback*, o jogo adiciona a imagem tocada corretamente às referências, indicando que o usuário já realizou aquela porção do desafio ( $D_{39}$ ).

O modelo básico de um desafio proposto pelo jogo segue o padrão apresentado pela Figura 5.1. Na imagem, a sequência proposta foi: quadrado, círculo, quadrado, círculo; e o usuário já tocou corretamente um quadrado e um círculo.

## 5.4 Elementos da Interface

A interface de jogo é dividida em duas regiões: o menu superior e a região de toque. O menu superior é a área da tela onde estão dispostas as informações pertinentes à dinâmica do jogo. Estas informações estão organizadas de forma a cumprir a diretriz  $D_{13}$ . Enquanto a região de toque abriga apenas a imagem do usuário capturada pela *webcam* e os elementos com os quais ele pode interagir, no menu superior estarão presentes os seguintes elementos:

### 5.4.1 Vidas

Os corações são a forma visual de representar ao jogador a quantidade de vidas que este possui. Todos os jogadores iniciam o jogo com três vidas para o público em geral e cinco vidas para público especial, conforme os demais jogos da suíte *Move4Math*; a cada três níveis retrocedidos pelo jogador, uma vida é perdida. A escolha do ícone como forma de representação segue as recomendações  $D_8$ ,  $D_{11}$  e  $D_{18}$  pois a figura do coração faz parte do cotidiano da criança e é adotada em diversos jogos comerciais para representar a quantidade de vidas do jogador.

### 5.4.2 Informações de fase e nível

Estas informações são direcionadas exclusivamente ao profissional UFE que faz o acompanhamento do jogador, visto que este possui os controles de avançar e retroceder níveis, para ajustar manualmente a complexidade do jogo ao jogador. Por este motivo, a fase e o nível atual são apresentados de forma textual.

### 5.4.3 Pontos

Assim como as informações de fase e nível, os pontos são mostrados de maneira textual e a justificativa para tal segue a mesma lógica dos elementos anteriores. Porém, para que o jogador também consiga identificar seus pontos e, a partir disto, poder avaliar seu desempenho foram criados os objetos de recompensa.

### 5.4.4 Objetos de Recompensa

Estes objetos são a representação visual dos pontos que o jogador obteve em cada interação ( $D_{14}$ ). Ou seja, quanto mais a interação aproxima-se da pontuação máxima possível, mais objetos o jogador ganhará naquele toque. Este processo se repete a cada interação e serve como *feedback* visual que se relaciona ao desempenho do jogador em cada interação.

A definição do objeto a ser utilizado passa por duas abordagens: seguindo a recomendação  $D_{18}$ , pode-se fazer uso de estrelas, já que estas são comumente utilizadas por jogos comerciais com este significado; além de fazerem parte do cotidiano da criança ( $D_8$ ). Por outro lado, os objetos de recompensa são uma oportunidade para permitir uma pequena customização do objeto que mais agrada o usuário e que será mostrado como recompensa, seguindo  $D_{22}$ . Desta forma, optou-se pela segunda opção, em que a escolha do objeto é realizada no momento do cadastro do jogador. Caso não seja informado nenhum objeto, a estrela é adotada como padrão.

### 5.4.5 Elementos de Referência

Os elementos de referência ditam a lógica da sequência proposta. Eles estão centralizados no menu superior e são destacados conforme o estado do sistema (apresentando o objetivo, mostrando *feedback* de acerto ou mostrando *feedback* de erro). As figuras que irão compôr os elementos de referência variam de acordo com o nível em que o jogador se encontra, respeitando o *level design* proposto.

### 5.4.6 Elementos de Toque

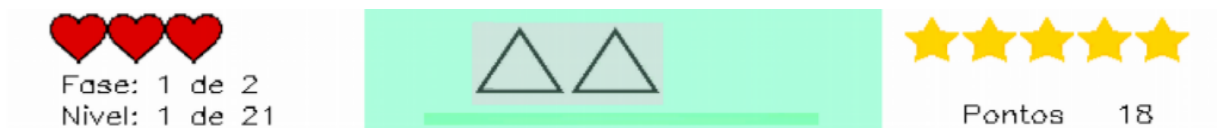
Os elementos de toque são as imagens com as quais o jogador pode interagir, tocando-as. Eles são gerados na cena após uma sequência ter sido proposta e a posição destes elementos

é aleatória, sem distinção ou probabilidades diferentes conforme a região à esquerda ou à direita do usuário ( $D_2$ ). Ainda, desta maneira, o jogador não é capaz de prever a aparição de dado objeto em dada posição da tela, fazendo com que cada toque consista no desafio de identificar a imagem correta e tocá-la ( $D_{32}$ ).

### 5.4.7 *Feedbacks*

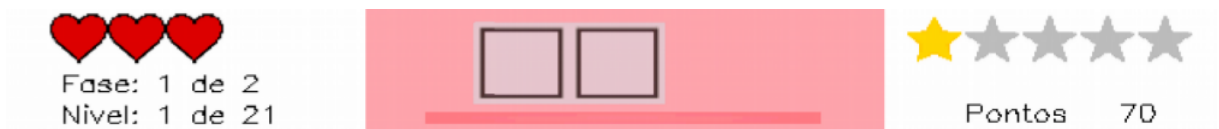
A cada imagem tocada (corretamente ou não) o jogador recebe imediatamente *feedbacks* visual e sonoro, conforme apresentado nas Figuras 5.2 e 5.3.

Figura 5.2: *Feedback* de Acerto no Menu Superior.



Fonte: o Autor.

Figura 5.3: *Feedback* de Erro no Menu Superior.



Fonte: o Autor.

Porém, há também a possibilidade de o jogador não efetuar nenhum toque. Neste caso, conforme a recomendação  $D_{15}$ , é necessário informar o jogador que o sistema está aguardando uma ação. Desta forma, ao restar apenas 20% do tempo do desafio e caso o jogador não tenha tocado nenhum objeto, o jogo reproduzirá um som de relógio, indicando que o tempo está passando e o jogador deve realizar alguma ação.

Além disto, há os *feedbacks* de transição de níveis. Como representam o encerramento de um ciclo, eles devem ser mais intensos que os de interação. Atualmente, na suíte *Move4Math* os *feedbacks* de níveis fazem uso de *emojis* que transmitem as sensações de felicidade, reflexão e tristeza para as ações de avançar, retroceder e permanecer no nível, respectivamente. Porém os *emojis*, mesmo que conhecidos pelos adultos, nem sempre fazem parte do cotidiano das crianças mais novas, reduzindo o significado para este público. Desta forma, visando atender as recomendações  $D_8$  e  $D_{16}$ , será inserida a figura de um mascote para transmitir estes *feedbacks*. O mascote ainda não foi definido mas opções como um personagem humano ou um cachorro são válidas e foram utilizadas no JS para letramento descrito na Seção 3.1.4.

## 5.5 *Level Design*

O *Level Design* do jogo é o elemento responsável por variar a complexidade das tarefas a serem realizadas para que o jogador ainda sinta-se desafiado e interessado em jogar. Cada pequeno incremento em relação à dificuldade é chamado de nível e um conjunto de 21 níveis configura uma fase. Em cada nível, há uma sequência de 4 desafios a serem realizados pelo jogador. Aspectos como o tipo das imagens presentes nos desafios, a quantidade, a cor e o tamanho variam de acordo com o avanço da complexidade do jogo ( $D_{29}$  e  $D_{31}$ ).

Estas definições gerais a respeito do *level design* são resultado da aplicação da metodologia MOLDE na suíte M4M (CARVALHO; HOUNSELL; GASPARINI, 2017). De forma a atender um requisito da suíte, o *level design* deve respeitar a seguinte sequência de complexidade para o público de pessoas com Síndrome de Down: forma das figuras, tamanho, quantidade de figuras e cores.

### 5.5.1 Fases

As fases, dentro da suíte *Move4Math*, representam mudanças bruscas no jogo. No caso do jogo de Sequenciação, estão previstas duas fases: a primeira (Tabela 5.2), dada apenas com objetos em preto e branco e, a segunda (Tabela 5.3), composta por objetos coloridos.

Tabela 5.2: Fase 1: Variação dos Desafios do JS Proposto: Número do Nível, Critério de Sequenciação, Tamanho do Conjunto a ser Sequenciado e Repetições da Sequência

Nível	Tamanho da Sequência	Repetições da Sequência	Critério da Sequência
1	2	1	Forma geométrica
2	3	1	Forma geométrica
3	2	2	Forma geométrica
4	3	3	Forma geométrica
5	4	2	Forma geométrica
6	2	1	Tamanho da forma geométrica
7	3	1	Tamanho da forma geométrica
8	2	2	Tamanho da forma geométrica
9	3	3	Tamanho da forma geométrica
10	4	3	Tamanho da forma geométrica

Fonte: o Autor.

Tabela 5.3: Fase 2: Variação dos Desafios do JS Proposto: Número do Nível, Critério de Sequenciação, Tamanho do Conjunto a ser Sequenciado e Repetições da Sequência

Nível	Tamanho da Sequência	Repetições da Sequência	Critério da Sequência
1	2	1	Forma geométrica
2	3	1	Forma geométrica
3	2	2	Forma geométrica
4	3	3	Forma geométrica
5	4	2	Forma geométrica
6	2	1	Tamanho da forma geométrica
7	3	1	Tamanho da forma geométrica
8	2	2	Tamanho da forma geométrica
9	3	3	Tamanho da forma geométrica
10	4	3	Tamanho da forma geométrica
11	2	1	Cor
12	3	2	Cor
13	2	2	Cor
14	3	3	Cor
15	4	3	Cor
16	3	1	Objeto
17	2	2	Objeto
18	3	2	Objeto
19	3	3	Objeto
20	4	2	Objeto
21	4	3	Objeto

Fonte: o Autor.

### 5.5.2 Níveis

Seguindo o formato dos demais jogos da suíte, cada nível conta com 4 diferentes desafios que visam abrigar as formas geométricas quadrado, círculo, triângulo e retângulo. A sequência em que os desafios serão propostos é gerada de maneira aleatória pelo jogo, para não tornar repetitiva a tarefa caso um jogador precise repeti-la. Após a realização destas 4 atividades, o jogo realiza a avaliação de transição de nível.

Os níveis apresentarão desafios que crescem em dificuldade conforme as Tabelas 5.2 e 5.3. Como pode ser observado, o primeiro avanço ocorre no tamanho do conjunto de sequência a ser reproduzido, que varia de 2 a 4 objetos. Após o aumento na cardinalidade

do conjunto, o incremento da dificuldade ocorre com o incremento da quantidade de repetições a serem realizadas no conjunto. A alteração mais significativa é o critério da sequência, que se altera a cada 5 níveis e segue a sequência adequada ao público com Síndrome de Down respeitada pela suíte *Move4Math*. Ainda, dentro de cada estágio, há a evolução do tamanho da sequência e da quantidade de vezes que o jogador precisa repetir a sequência para completar o desafio.

### **Fase 1: Níveis 1 a 5**

No primeiro estágio, a sequência é dada por características geométricas: quadrado - círculo, por exemplo, para o caso de tamanho da sequência igual a 2; ou triângulo - retângulo - quadrado, para o caso de tamanho da sequência igual a 3. A escolha das figuras é dada de forma aleatória pelo jogo.

### **Fase 1: Níveis 6 a 10**

No segundo, o jogador sequencia os objetos de mesma forma geométrica pelo seu tamanho: triângulo médio - triângulo pequeno - triângulo grande, por exemplo, para tamanho da sequência igual a 3. Neste estágio, uma forma geométrica é escolhida aleatoriamente para compor o desafio e a sequência de tamanhos também. Vale destacar que, caso a sequência de tamanho gerada aleatoriamente pelo jogo siga um padrão (pequeno - médio - grande, ou o inverso disto), trata-se de uma ordenação que é, tecnicamente, um caso particular de sequência.

### **Fase 2: Níveis 1 a 10**

Consideram a mesma evolução dos níveis de 1 a 5 e de 6 a 10 da primeira fase, porém, com objetos de diferentes cores.

### **Fase 2: Níveis 11 a 15**

A sequenciação considera as cores dos objetos: círculo azul - círculo vermelho - círculo amarelo, por exemplo, para o caso de tamanho da sequência igual a 3. Uma figura inicial é sorteada e então é gerada uma sequência aleatória para as cores.

**Fase 2: Níveis 16 a 21**

Por fim, o último estágio propõe a sequenciação de elementos variados do dia-a-dia da criança. Na prática, ao observar as diferenças entre estes objetos para reproduzir a sequência, a criança estará utilizando os critérios de forma, tamanho e cor juntos.

**5.5.3 Pontuação**

A pontuação do jogo é cumulativa e, a cada toque em um objeto do jogo, o jogador soma pontos que variam de 1 a 10. Em nenhuma situação o jogador perde pontos e, em caso de omissão, nenhum ponto é recebido.

Caso a imagem tocada pelo jogador corresponda à correta para o desafio, ele acumulará uma pontuação que varia de 6 a 10 pontos, de acordo com a velocidade com que o objeto foi tocado. Caso a imagem tocada esteja incorreta, o raio de pontuação variará de 1 a 5 pontos, também de acordo com a velocidade do toque.

Ainda, conforme mencionado anteriormente, os pontos acumulados em cada rodada são mapeados para os objetos de recompensa para, desta forma, poderem ser compreendidos pelo jogador visto que este se encontra na fase de Alfabetização Matemática.

**5.5.4 Transição**

A transição de níveis é realizada de acordo com os desempenhos motor e cognitivo do jogador, seguindo a lógica representada na Tabela 5.4.

Tabela 5.4: Critérios de Transição Conforme Velocidade e Escolha

<b>Velocidade / Escolha</b>	<b>Errada</b>	<b>Correta</b>
<b>Lento</b>	Retrocede	Repete
<b>Médio</b>	Retrocede	Avança
<b>Rápido</b>	Repete	Avança

Fonte: o Autor.

Desta maneira, o jogador estará apto a realizar desafios mais difíceis (ou seja, avançar de nível) apenas se, em geral, suas interações foram corretas e realizadas, no



mínimo, em velocidade considerada média.

## 5.6 Geração de Dados

Os dados a respeito das interações do jogador como tempo de duração, figura tocada de maneira correta ou incorreta, pontos ganhos, níveis avançados ou retrocedidos e sessões de jogo são gravadas em um arquivo .csv. Cada jogador possui um arquivo específico que serve, além de histórico, para que o UFE possa analisar estes dados e extrair informações que auxiliem no processo educacional.

## 5.7 Controles para o UFE

O UFE que acompanha o jogador durante o uso do *software* poderá i) cadastrar jogadores; ii) selecionar o nível de jogo ou avançar e retroceder manualmente; iii) desabilitar os *feedbacks* sonoros; iv) pausar o jogo para eventuais explicações ou demais motivos. Dentre estes itens, destaca-se o ajuste manual do nível a ser jogado, que visa cumprir a diretriz  $D_{38}$ .

## 5.8 Tecnologias

Para o desenvolvimento do jogo, será utilizada a linguagem de programação Java, em IDE NetBeans 8.1. Por se tratar de um jogo que faz uso da Realidade Aumentada, faz-se necessária a captação das imagens do ambiente e jogo e o tratamento destas.

A captação das imagens será realizada através da *webcam*, que obterá os movimentos do jogador em uma maneira análoga a um espelho. A *webcam* é um dispositivo relativamente barato e pode ser encontrado com facilidade, o que pode ser visto como fator positivo para adoção do jogo em escolas públicas.

Uma vez capturadas, as imagens serão tratadas pelo jogo com o auxílio da biblioteca OpenCV 3.0, que é amplamente utilizada para processamento de imagens não só através da linguagem Java. Outro ponto importante do OpenCV é o fato de ser uma biblioteca *opensource* e, por este motivo, possuir documentação, fóruns e outros conteúdos alimentados pelos próprios usuários na Internet.

Para a geração de arquivos, será utilizada a biblioteca OpenCSV, que apresenta métodos para geração e manipulação de arquivos em formato csv para a linguagem de programação Java.

## 5.9 Considerações Finais do Capítulo

O jogo M4M - Sequenciação foi projetado atendendo as diretrizes de JS para crianças conforme a Tabela 5.5. É possível observar que os elementos do jogo que mais foram validados pelas diretrizes foram a apresentação dos objetivos e os *feedbacks*.

Um fato a ser destacado é que, como o jogo de sequenciação demanda que o uso seja acompanhado por um UFE, a diretriz  $D_{26}$  que diz respeito à ajuda e/ou documentação não é aplicável. Também, as poucas informações textuais presentes no jogo não precisam seguir a diretriz  $D_{30}$  porque o jogador ainda está em fase de letramento.

Tabela 5.5: Cumprimento das Diretrizes para o JS Proposto

Diretriz	Atendida	Justificativa	Comentário
$D_1$	Não se aplica	A interação do jogador com o jogo não acontece via <i>mouse</i>	Discutido em 5.3
$D_2$	Sim	A diferenciação entre esquerda e direita não é necessária para realizar os desafios propostos pelo jogo	Discutido em 5.4.6
$D_3$	Sim	A realidade aumentada elimina a interação com dispositivos como mouse e teclado, facilitando o uso. Ainda, os movimentos corporais exigidos não excedem as habilidades motoras dos usuários	Discutido em 5.3
$D_4$	Parcialmente	Os desafios são apresentados apenas visualmente e as orientações faladas devem ser realizadas pelo educador	Discutido em 5.3
$D_5$	Não se aplica	Não há a distinção de níveis de funcionalidades ou atalhos que o usuário possa aprender	
$D_6$	Não	Os jogos da suíte <i>Move4Math</i> foram projetados para uso individual	
$D_7$	Sim	Mesmo com poucas informações na tela e que elas não sejam direcionadas ao UFA, elas seguem a diretriz	Discutido em 5.4.2
$D_8$	Sim	Os elementos a serem sequenciados, bem como os ícones de vida e os objetos de recompensa fazem parte do dia-a-dia das crianças	Discutido em 5.4.1, 5.4.4 e 5.4.1
$D_9$	Sim	Os elementos com os quais a criança interage são gerados na área de toque, ou seja, o jogador não precisa procurá-los em meio à outras informações	Discutido em 5.3.2
$D_{10}$	Sim	O tempo disponibilizado para a realização dos desafios, ainda que faça parte do jogo, é adequado para crianças. Este tempo também pode ser ajustado pelo UFE nos arquivos de configuração	Discutido em 5.3.1
$D_{11}$	Sim	Os ícones que representam as vidas, além de serem conhecidos pelas crianças, são comumente utilizados em jogos comerciais com este significado	Discutido em 5.4.1
$D_{12}$	Sim	A cada novo desafio, ocorre o processo de exibição do objetivo, que permite ao usuário reconhecer a sequência a ser proposta.	Discutido em 5.3.1
$D_{13}$	Sim	A apresentação do objetivo e dos <i>feedbacks</i> não demandam leitura	Discutido em 5.4
$D_{14}$	Sim	A cada interação do usuário, um <i>feedback</i> de acerto ou erro é mostrado	Discutido em 5.4.7

Fonte: o Autor.

Diretriz	Atendida	Justificativa	Comentário
$D_{15}$	Sim	Ao propor o desafio, o sistema destaca a sequência com a cor do menu superior alterando para amarelo. Ainda, o jogo exibe <i>feedback</i> sono de um relógio para indicar que o tempo para realizar o desafio está acabando	Discutido em 5.3.1, 5.3.2 e 5.4.7
$D_{16}$	Sim	O jogo fará uso de um mascote que aparecerá durante as transições de nível	Discutido em 5.4.7
$D_{17}$	Sim	Diferentes tamanhos de sequência e critérios de sequenciação serão apresentados ao usuário, conforme sua evolução no jogo	Discutido em 5.3.1
$D_{18}$	Sim	A exibição dos corações como representação das vidas, das estrelas como representação dos pontos e da barra vertical que diminui conforme a variação do tempo são elementos encontrados em jogos comerciais e, desta forma, conhecidos pelas crianças	Discutido em 5.4.1 e 5.4.4
$D_{19}$	Sim	O menu superior apresenta grande variedade de informações, de forma a preencher os espaços adequadamente	Discutido em 5.3
$D_{20}$	Sim	A pontuação do usuário é exibida durante todo o tempo de jogo, seja de forma textual ou através dos objetos de recompensa	Discutido em 5.4.4
$D_{21}$	Sim	Pelo fato de utilizar a tecnologia de Realidade Aumentada, o cenário é composto pela própria imagem do usuário, capturada pela <i>webcam</i>	Discutido em 5.3
$D_{22}$	Parcialmente	Atualmente, há apenas duas possibilidades de tema, relacionados aos objetos de recompensa	Discutido em 5.4.4
$D_{23}$	Sim	Os pontos, por exemplo, são exibidos em algarismos para o educador e transmitidos ao usuário através dos objetos de recompensa	Discutido em 5.4.4
$D_{24}$	Sim	A cada toque realizado, seja ele correto ou incorreto, o jogador recebe certa quantidade de pontos, que se acumulam durante todo o jogo	Discutido em 5.4.4
$D_{25}$	Sim	A alteração de cor do menu superior durante a exibição dos objetivos é uma forma de direcionar o usuário à informação pertinente naquele momento	Discutido em 5.3
$D_{26}$	Sim	Como o jogador seja acompanhado pelo UFE e este é quem ajuda o usuário, será provida ajuda e documentação para o educador	
$D_{27}$	Sim	Quando ocorre um toque errado, uma nova cena é gerada e o jogador possui, novamente, a chance de tocar o objeto proposto pelo desafio	Discutido em 5.3
$D_{28}$	Não	No jogo não há a possibilidade de criação de avatares ou exploração de mapas	Discutido em 5.5
$D_{29}$	Sim	O <i>level design</i> do jogo foi pensado para atender a evolução gradual do conhecimento, respeitando também as crianças com Síndrome de Down	Discutido em 5.5
$D_{30}$	Parcialmente	O usuário ainda está em processo de letramento. Cabe ao UFE, porém, estimular o aprendizado das formas geométricas e dos demais objetos presentes no jogo	Discutido em 5.3
$D_{31}$	Sim	Com a evolução do jogo, a quantidade de elementos da sequência, o critério de sequenciação e os objetos a serem sequenciados se alteram, gerando um nível de complexidade maior às tarefas	Discutido em 5.5
$D_{32}$	Sim	Com a evolução da complexidade das tarefas, o jogador continua sendo desafiado e, mesmo assim, capaz de realizar as atividades propostas pelo jogo	Discutido em 5.4.6
$D_{33}$	Sim	Desde os elementos do jogo até os parâmetros como o tempo de exibição e o tempo para realizar o desafio são parametrizáveis e podem ser ajustados pelo UFE	Discutido em 5.3.1
$D_{34}$	Sim	Os conceitos são abordados de maneira sutil, implícitos no desafio proposto	Discutido em 5.3.1
$D_{35}$	Não	Não está previsto o uso de uma história ou narrativa	Não discutido
$D_{36}$	Sim	Os objetivos de cada desafio são claros e atingíveis	Discutido em 5.3.2
$D_{37}$	Sim	Os momentos que requerem máxima concentração são breves e parametrizáveis	Discutido em 5.3
$D_{38}$	Sim	O educador pode selecionar manualmente um nível específico a ser jogado. Ainda, durante o jogo, é possível avançar e retroceder níveis	Discutido em 5.7
$D_{39}$	Sim	As informações sobre sessões de jogo contendo dados dos objetos tocados, tempo de jogo, erros e acertos são gravadas pelo sistema	Discutido em 5.6
$D_{40}$	Sim	O UFE pode controlar a existência ou não do <i>feedback</i> sono, avançar/retroceder níveis e pausar o jogo para eventuais explicações	Discutido em 5.7

Fonte: o Autor.

## 6 Validação dos *Guidelines*

A validação do conjunto de *guidelines* deu-se através de um formulário respondido por 38 participantes. Este modelo de validação é conhecido como Validação por Experiência, visto que faz uso da visão que profissionais e estudiosos com experiência na área têm sobre o tema.

Para tal, os especialistas foram contatados via *e-mail*, solicitando para que respondessem a um formulário na ferramenta *Google Forms* <sup>1</sup>. O levantamento dos *e-mails* foi realizado na Internet através da identificação de autores de artigos relacionados a jogos cujo o título continha palavras como "criança" e "infantil", bem como trabalhos aceitos como *short* ou *full-paper* no Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames) que apresentavam potencial relação com o tema da pesquisa ou interesse dos autores. Também foram contatados membros do LARVA (*LA*boratory for *R*esearch on *V*isual *A*pplications) que possuem experiência com o desenvolvimento de jogos para crianças. Por fim, foram contatados também os autores utilizados como referência para o levantamento do conjunto de *guidelines* descrito no capítulo 4, com limitação aos falantes de língua portuguesa. Este processo de levantamento resultou em 272 *e-mails*, cabendo a ressalva que, destes, em torno de 20 *e-mails* não puderam ser entregues ao destinatário por não existirem.

Da amostra inicial de contatos, 10 foram utilizados para o envio da primeira versão, chamada versão piloto, em que se solicitava sugestões de melhoria para o formulário que foram acatadas e implicaram em alterações como a posição das perguntas descritivas e, principalmente, no tempo estimado que foi alterado de 20 para 30 minutos. As perguntas descritivas estavam, primeiramente, localizadas após a diretriz  $D_{40}$  e, a partir do formulário piloto enviado a 10 especialistas e seus *feedbacks*, optou-se por repeti-las ao final de cada um dos grupos, facilitando a consulta e aproveitando a memória de curto prazo do respondente.

O formulário inicia com perguntas sobre o perfil do respondente como formação, idade, sexo e tempo de experiência na área em que atua. A seguir, cada um dos

---

<sup>1</sup><https://docs.google.com/forms>

grupos (entrada, saída/interface, conteúdo e controle) com suas respectivas diretrizes e descrições são apresentados, juntamente das seguintes questões para cada diretriz: i) Concordo com a diretriz  $D_x$ ; ii) A diretriz  $D_x$  está definida de maneira clara; e iii) A diretriz  $D_x$  é importante no *design* de Jogos Sérios para crianças. A primeira questão é respondida obrigatoriamente com sim ou não, enquanto as duas últimas aceitam valores entre 0 e 10 que indicam a concordância com a afirmação sobre a clareza ou a importância da diretriz, sendo 0 a menor concordância possível e 10 a maior. Ainda, ao fim de cada um dos grupos, há questões descritivas relacionadas à inconsistências entre as diretrizes: i) Há conflitos entre as diretrizes? Quais?; ii) Há diretrizes repetidas? Quais?; e iii) Alguma diretriz está contida em / contendo outra?

A escolha do intervalo entre 0 e 10 deu-se pela intenção de que a avaliação fosse análoga à uma nota dentro deste mesmo intervalo e que, desta forma, pudesse ser avaliada matematicamente. Sendo assim, a questão (i) que aceita valores "Sim" ou "Não", foi analisada através da fórmula 6.1, resultando em um valor também entre 0 e 10, sendo 10 a diretriz que obteve a concordância de todos os respondentes. Já para as questões (ii) e (iii), a estatística obtida se dá pela extração da média, mediana e desvio padrão das respostas.

$$concordancia = \frac{n_{sim}}{n_{respostas}} \times 10 \quad (6.1)$$

## 6.1 Estatísticas

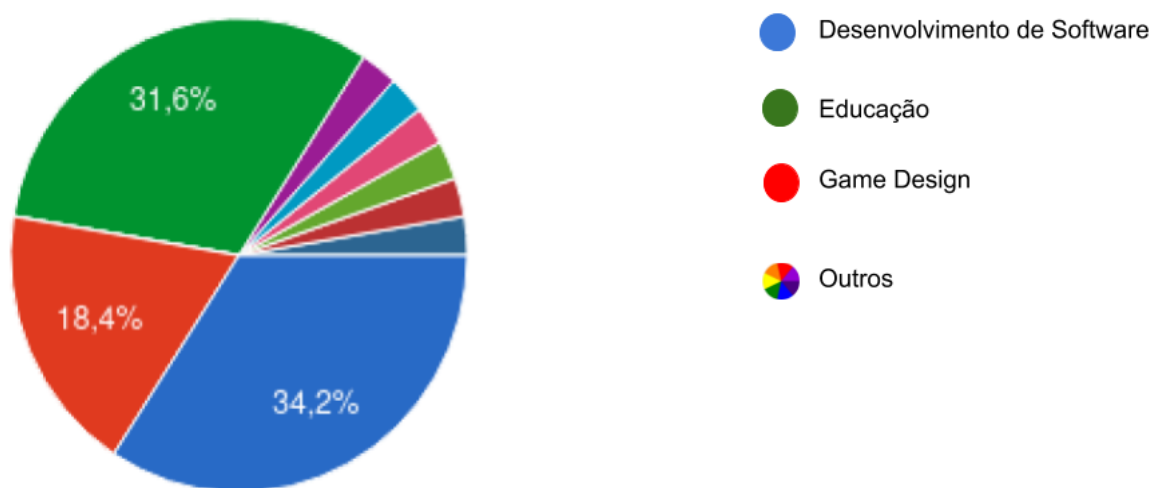
Considerando apenas questões relacionadas às quarenta diretrizes, visto que há pelo menos três questões, o total de repostas fornecidas pelo usuário é de, no mínimo, 120 respostas. Devido à quantidade grande de informações geradas em cada um dos envios do formulário, as respostas foram exportadas em *csv* para uma planilha no *Google Sheets*, ilustrada na Figura 6.6. As análises relacionadas ao público-alvo puderam ser realizadas diretamente pelos gráficos gerados pela ferramenta, porém, para as diretrizes foi criada uma segunda planilha para buscar e gerar estatísticas a partir da planilha que armazena todas as respostas, descritas na Tabela 6.1.

### 6.1.1 Perfil dos Especialistas

Em relação ao perfil dos especialistas que colaboraram com a validação é possível analisar estatisticamente os dados conforme os critérios Área de Atuação (Figura 6.1), Experiência na Área em Anos (Figura 6.2), Sexo (Figura 6.3), Idade (Figura 6.4) e Escolaridade Completa (Figura 6.5). Para os valores essencialmente numéricos como é o caso da Experiência na Área e da Idade, ambos em anos, é relevante informar também a média e o desvio padrão. Para a experiência na área, tem-se uma média de 10,28 anos com desvio padrão de 7,62. Já para idade, observa-se uma média de 34,26 anos, com 10,10 anos de desvio padrão. Para a área de atuação, o item "outros" inclui profissões citadas por apenas um respondente como Psicologia, Terapia Ocupacional e Saúde. Ainda, para a escolaridade, a opção outros inclui as respostas "mestrando" e "pós-graduada", inseridas manualmente por dois respondentes.

A discussão a respeito da interpretação destes dados é realizada no Capítulo 8.

Figura 6.1: Área de Atuação dos Respondentes (n=38)

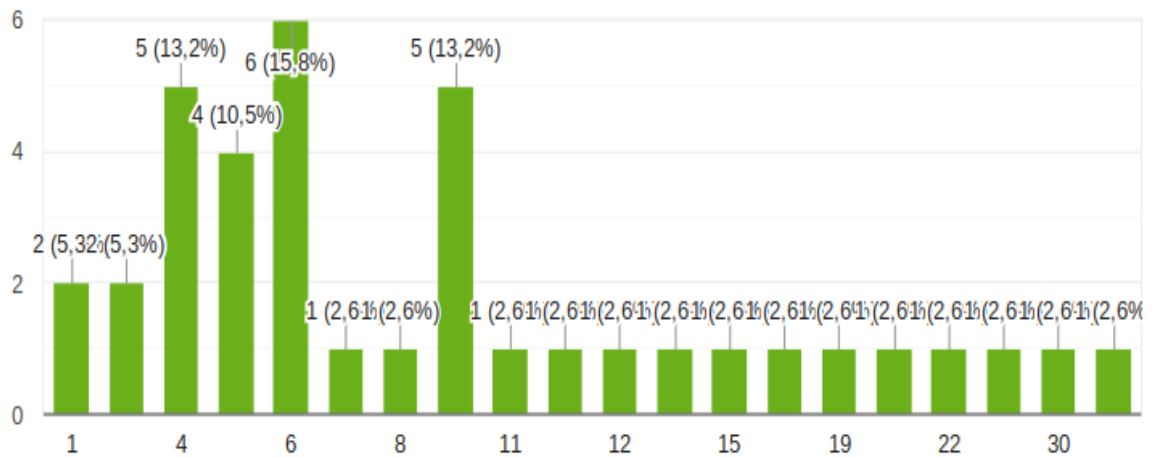


Fonte: o Autor.

### 6.1.2 Diretrizes

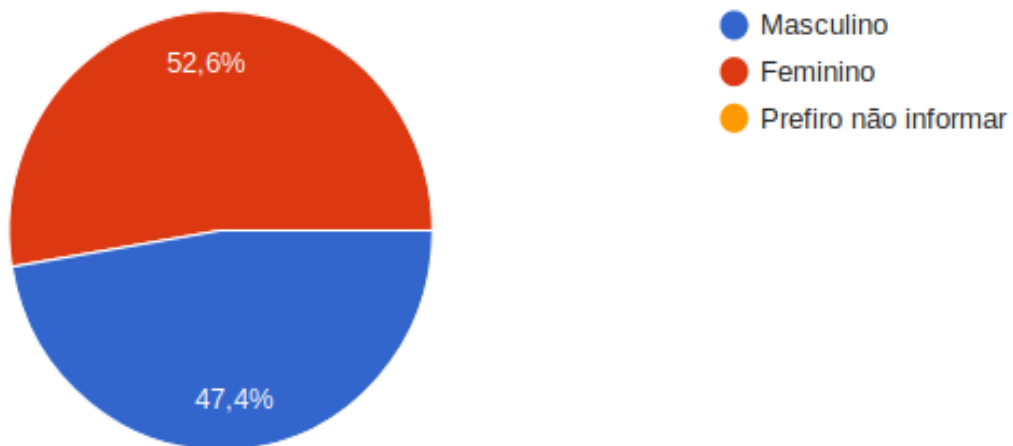
Em relação às respostas dos especialistas sobre cada uma das *guidelines*, conforme já mencionado, extraiu-se média, mediana e desvio padrão. Todos estes valores organizados por diretriz podem ser observados na Tabela 6.1, destacando-se as diretrizes com melhores

Figura 6.2: Experiência na Área (em anos) dos Respondentes (n=38)



Fonte: o Autor.

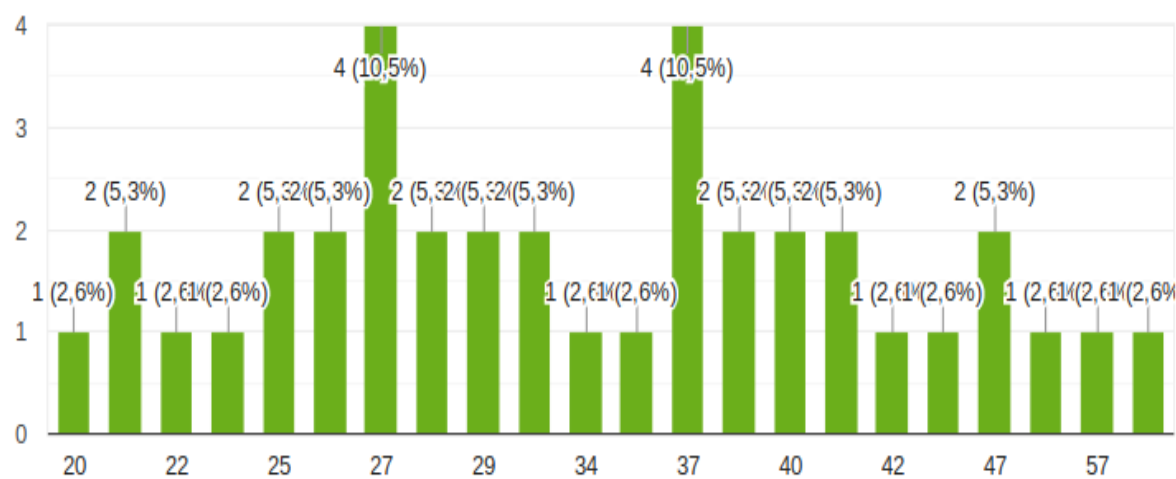
Figura 6.3: Sexo dos Respondentes (n=38)



Fonte: o Autor.

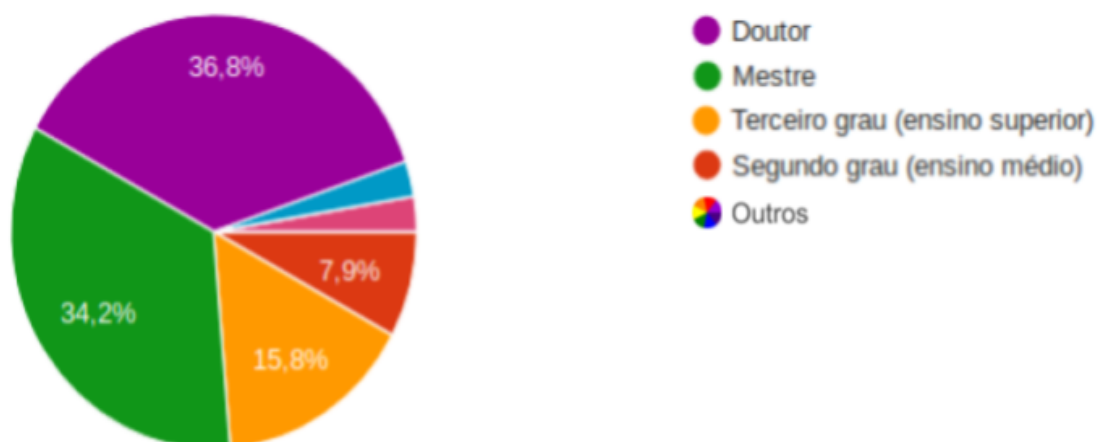
e piores resultados para cada um dos grupos com exceção à diretriz com índice  $D_{21}$ , que não foi a pior de seu grupo mas foi destacada por ser a segunda pior de todo o conjunto. Vale ressaltar que as diretrizes foram agrupadas por Diretrizes de Entrada ( $D_1$  à  $D_6$ ), Diretrizes de Conteúdo ( $D_{26}$  à  $D_{37}$ ), Diretrizes de Saída / Interface ( $D_7$  à  $D_{25}$ ) e Diretrizes de Controle ( $D_{38}$  à  $D_{40}$ );

Figura 6.4: Idade (em anos) (n=38)



Fonte: o Autor.

Figura 6.5: Escolaridade Completa



Fonte: o Autor.



Figura 6.6: Planilha com Respostas ao Formulário

A	B	C	D	E	F
Carimbo de data/hora	Área de atuação	Experiência na área (em	Sexo	Idade	Escolaridade (completa)
11/09/2018 14:49:51	terapia ocupacional	12	Feminino	38	mestrando
21/09/2018 12:36:47	Educação	22	Feminino	41	Pós graduada
26/09/2018 20:00:07	Desenvolvimento de softv	30	Masculino	61	Mestre
27/09/2018 13:26:26	Game Design	1	Masculino	21	Segundo grau (ensino m
04/10/2018 21:35:48	Saúde	6	Feminino	27	Mestre
04/10/2018 21:56:01	Desenvolvimento de softv	4	Feminino	29	Mestre
04/10/2018 22:11:52	Desenvolvimento de softv	6	Masculino	25	Mestre
04/10/2018 22:29:05	Game Design	4	Masculino	27	Mestre
05/10/2018 01:05:33	Game Design	1	Feminino	20	Terceiro grau (ensino su
05/10/2018 12:16:46	Game Design	12	Masculino	37	Doutor
05/10/2018 14:39:11	Desenvolvimento de softv	4	Feminino	23	Terceiro grau (ensino su
05/10/2018 15:03:58	Desenvolvimento de softv	4	Feminino	29	Terceiro grau (ensino su
05/10/2018 16:28:46	Educação	7	Masculino	32	Mestre
07/10/2018 02:31:40	Desenvolvimento de softv	11	Masculino	26	Mestre
08/10/2018 16:14:43	Pesquisa	10	Feminino	32	Mestre
09/10/2018 04:09:28	Desenvolvimento de softv	5	Masculino	26	Terceiro grau (ensino su
15/10/2018 12:14:30	Educação	10	Feminino	36	Doutor
15/10/2018 12:20:27	Educação	6	Feminino	27	Mestre
15/10/2018 12:32:16	Educação	15	Feminino	41	Mestre

Fonte: o Autor.

Tabela 6.1: Estatísticas das Respostas ao Formulário

Diretriz	Concordância	Clareza			Importância		
		Média	Mediana	Desv. padrão	Média	Mediana	Desv. padrão
$D_1$	7,89	8,5	9,0	1,9	8,18	9,0	2,49
$D_2$	8,68	8,37	9,0	2,07	8,61	9,5	2,02
$D_3$	10,0	8,84	10,0	1,69	9,24	10,0	1,44
$D_4$	9,21	9,34	10,0	1,36	9,21	10,0	1,47
$D_5$	8,95	8,95	10,0	1,37	8,89	10,0	1,62
$D_6$	8,42	7,97	9,0	2,44	8,0	9,0	2,44
$D_7$	9,21	9,39	10,0	1,1	9,45	10,0	1,06
$D_8$	8,42	7,58	8,0	2,48	8,13	9,0	2,44
$D_9$	9,21	9,16	10,0	1,64	9,24	10,0	1,34
$D_{10}$	9,47	8,76	9,5	1,91	8,92	10,0	1,82
$D_{11}$	10,0	9,34	10,0	1,32	9,55	10,0	1,03
$D_{12}$	9,74	7,89	8,5	2,31	9,13	10,0	1,46
$D_{13}$	9,74	9,26	10,0	1,35	9,47	10,0	1,37
$D_{14}$	9,74	9,45	10,0	0,95	9,61	10,0	1,08
$D_{15}$	10,0	9,32	10,0	1,02	9,34	10,0	1,44
$D_{16}$	8,95	8,58	10,0	2,04	8,26	9,0	2,26
$D_{17}$	9,47	8,55	9,0	1,88	8,97	10,0	1,68
$D_{18}$	9,47	9,13	10,0	1,79	9,26	10,0	1,41
$D_{19}$	4,21	7,84	9,0	2,8	6,47	7,5	2,84
$D_{20}$	9,47	8,87	10,0	2,04	9,08	10,0	1,92
$D_{21}$	3,68	8,39	9,5	2,41	6,18	6,0	3,07
$D_{22}$	7,89	8,89	10,0	1,9	7,42	8,0	2,99
$D_{23}$	8,95	7,76	9,0	2,78	8,08	9,0	2,26
$D_{24}$	10,0	9,21	10,0	1,61	9,74	10,0	0,64
$D_{25}$	9,21	9,03	10,0	1,7	9,08	10,0	1,76
$D_{26}$	8,42	9,13	10,0	1,47	7,79	10,0	3,17
$D_{27}$	9,74	9,26	10,0	1,06	9,29	10,0	1,18
$D_{28}$	8,68	9,0	10,0	1,64	8,29	9,0	1,84
$D_{29}$	9,21	8,68	10,0	1,71	9,11	10,0	1,35
$D_{30}$	10,0	9,42	10,0	1,11	9,61	10,0	0,82
$D_{31}$	9,21	9,16	10,0	1,46	9,55	10,0	1,06
$D_{32}$	10,0	9,11	10,0	1,78	9,53	10,0	0,83
$D_{33}$	9,47	9,32	10,0	1,61	8,76	10,0	1,73
$D_{34}$	7,89	8,5	10,0	2,25	8,55	10,0	2,41
$D_{35}$	9,74	9,03	10,0	1,44	8,5	10,0	2,04
$D_{36}$	9,21	9,53	10,0	1,61	9,29	10,0	1,69
$D_{37}$	8,95	9,37	10,0	1,62	9,05	10,0	1,93
$D_{38}$	8,42	8,08	9,0	2,53	7,95	9,0	2,3
$D_{39}$	8,95	8,61	10,0	2,01	8,71	9,5	1,78
$D_{40}$	8,95	9,39	10,0	1,28	8,53	9,5	1,74

Fonte: O Autor.

## 7 Implementação

A implementação, diferentemente dos outros jogos da suíte M4M, não contou com o envolvimento do Usuário Final Entendido (UFE) ou seguiu alguma metodologia de desenvolvimento de *software* explicitamente. Ao invés disto, o *software* visou atender progressivamente as funcionalidades principais do jogo como montagem da cena, identificação do toque, avaliação do desempenho e transição de níveis. A partir disto, foram geradas versões estáveis incrementais, gerenciadas em um repositório no *GitHub* <sup>1</sup>.

Foi necessária a revisão da definição das duas fases realizada no Capítulo 5 para a implementação inicial de apenas uma fase por conta da escassez de tempo para implementação e testes, bem como a adaptação do *level design* motivada pela complexidade dos níveis em que se sugeria determinado número de repetições da sequência. Isto porque para três repetições de uma sequência com 3 elementos, por exemplo, a dinâmica de mostrar toda a sequência com seus elementos lado a lado precisaria ser substituída para sanar a falta de espaço em tela.

### 7.1 Tecnologia

Para o desenvolvimento, a adoção da linguagem de programação Java e utilização da biblioteca OpenCV mostrou-se eficiente e permitiu que funcionalidades como a identificação de colisão do jogador com um elemento gerado pelo jogo fossem reaproveitadas dos demais jogos da suíte M4M. Ainda, a escolha da IDE NetBeans 8.1 também mostrou-se adequada pelas opções de *debugging* e criação automática de telas, utilizadas no cadastro do jogador e no menu inicial.

É válido ressaltar também que o Sistema Operacional utilizado para o desenvolvimento foi o Windows 7, pelo fato de ser utilizado pela maior parte dos usuários finais e, desta forma, retratar fielmente o produto final mesmo que, idealmente, a filosofia da linguagem de programação Java sugira que o código deva ser escrito apenas uma vez para que execute em todos os Sistemas Operacionais, por conta da *Java Virtual Machine* (JVM).

---

<sup>1</sup>[github.com/mathvalenza/move4math](https://github.com/mathvalenza/move4math)

O que se observa na prática, porém, são procedimentos de configuração do ambiente de desenvolvimento, escalonamentos de *threads* e até mesmo visuais da aplicação diferentes conforme o Sistema Operacional. Estes motivos conduziram à adoção do mesmo Sistema Operacional utilizado pelo usuário final.

### 7.1.1 Parametrização

A parametrização dos tempos disponibilizados para exposição das referências e toque nos objetivos, bem como as imagens que compõem cada uma das rodadas do jogo, é realizada por um arquivo *csv*, conforme mostra a Figura 7.1. Estes arquivos seguem os padrões dos arquivos de parametrização dos demais jogos da suíte. Foi necessária a implementação adicional para leitura da nova coluna relacionada ao jogo de Sequenciação mas, por conta do padrão dos arquivos ser o mesmo, o método para realizar a interpretação dos parâmetros pode ser reaproveitado e permanece único para todos os jogos.

Na coluna chamada ICC\_SEQUENCIACAO (sendo ICC a sigla utilizada em todo o código para Imagens que Compõem a Cena), deverão ser informados os índices das imagens que farão parte da respectiva rodada. Estes *ids* são mapeados no arquivo *tabela\_imagens.csv*, onde índice e nome do arquivo da imagem são relacionados em um modelo "de - para". Uma vez informados os *ids* das imagens, o jogo as renderizará considerando a coluna QIO (Quantidade de Imagens no Objetivo) da seguinte maneira: considerando QIO com valor inteiro  $n$ , as  $n$  primeiras imagens informadas na coluna ICC\_SEQUENCIACAO irão compor o vetor de objetivo da rodada, respeitando a sequência em que foram escritas; para compor a região de toque do jogador, todas as imagens escolhidas para aquela rodada serão renderizadas. As imagens da região de toque sempre são geradas em posições aleatórias.

### 7.1.2 Features

Conforme levantado no Capítulo 5, dentre as principais modificações a serem realizadas se encontravam: i) utilização de um mascote para *feedbacks* visuais; ii) possibilidade de personalização dos elementos de recompensa; e iii) *feedback* sonoro de relógio em caso de jogador inativo.

Os elementos i) e ii) podem ser observados na Figura 7.2, que representa o

Figura 7.1: Arquivo de Parametrização dos Níveis

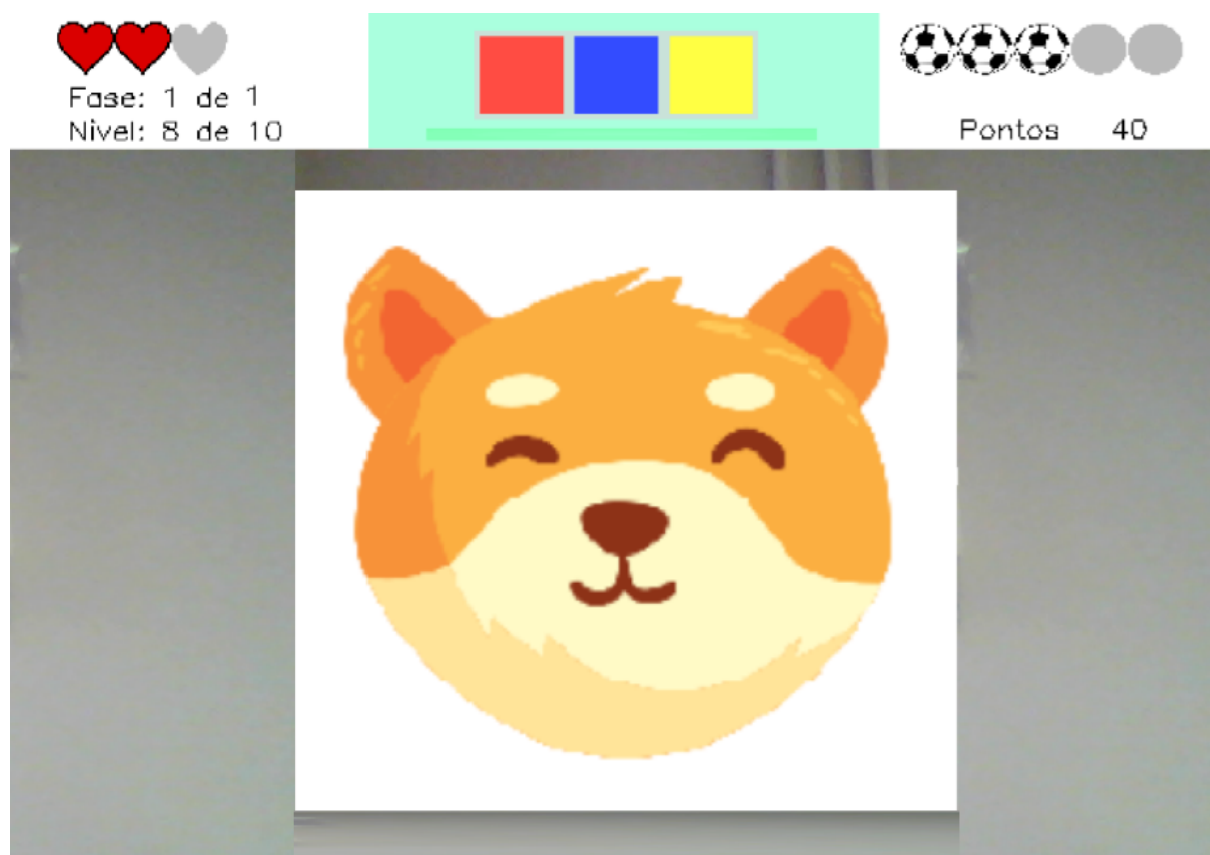
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	TAI	TEI	LAD	TIO	QIS	QJO	OTI	TEO	ICC1	ICC2	ICC3	ICC_SEQUENCIACAO	
2	G	G	A	G	M	2	0 G	7 16 25 34	43 52 61 70	44 89 98 107	4 13 22 31	Forma Geométrica	
3	G	G	A	G	M	2	0 G	16 25 34 7	88 97 106	53 80 98 107	13 4 22 31		
4	G	G	A	G	M	2	0 G	25 34 7 16	133 142 116 2	80 89 107	22 31 4 13		
5	G	G	A	G	M	2	0 G	34 7 16 25	70 43 52 61	71 80 89 98	31 22 4 13		
6	G	G	A	G	M	3	0 G	1 10 19 28	73 82 91 10	80 125 134 143	31 22 13 4		
7	G	G	A	G	M	3	0 G	10 19 28 1	118 127 138 9	116 134 143	22 31 4 13		
8	G	G	A	G	M	3	0 G	19 28 1 10	55 64 37 4	98 116 125 143	4 31 13 22		
9	G	G	A	G	M	3	0 G	28 1 10 19	100 73 82	107 116 125 134	13 22 31 4		
10	G	G	A	G	M	2	0 G	2 11 20 29	38 47 56 6	8 53 62 71	5 8 2 22	Tamanho	
11	G	G	A	G	M	2	0 G	11 20 29 2	83 92 101	17 44 62 71	17 11 14 8		
12	G	G	A	G	M	2	0 G	20 29 2 11	128 137 112	64 44 53 71	20 23 26 13		
13	G	G	A	G	M	2	0 G	29 2 11 20	65 38 47 5	35 44 53 62	32 29 31 14		
14	G	G	A	G	M	3	0 G	9 18 27 36	81 90 99 1	8 53 98 143	2 22 5 8		
15	G	G	A	G	M	3	0 G	18 27 36 9	126 135 145	3 8 98 143	14 8 17 11		
16	G	G	A	G	M	3	0 G	27 36 9 18	63 72 45 5	98 8 53 143	26 13 20 23		
17	G	G	A	G	M	3	0 G	36 9 18 27	108 81 90	143 8 53 98	31 14 32 29		
18	G	G	A	G	M	4	0 G	3 12 21 30	111 120 128	44 80 116	3 12 21 30	Forma Geométrica	
19	G	G	A	G	M	4	0 G	8 17 26 35	116 125 131	116 53 62 71	31 22 13 4		
20	G	G	A	G	M	4	0 G	17 26 35 8	53 62 71 4	125 44 62 71	22 31 4 13		
21	G	G	A	G	M	4	0 G	26 35 8 17	98 107 80	134 44 53 71	4 31 13 22		
22	G	G	A	G	M	4	0 G	35 8 17 26	143 116 121	43 44 53 62	5 2 8 22	Tamanho	
23	G	G	A	G	M	4	0 G	18 27 36 9	126 135 145	3 8 98 143	17 11 14 8		

Fonte: o Autor.

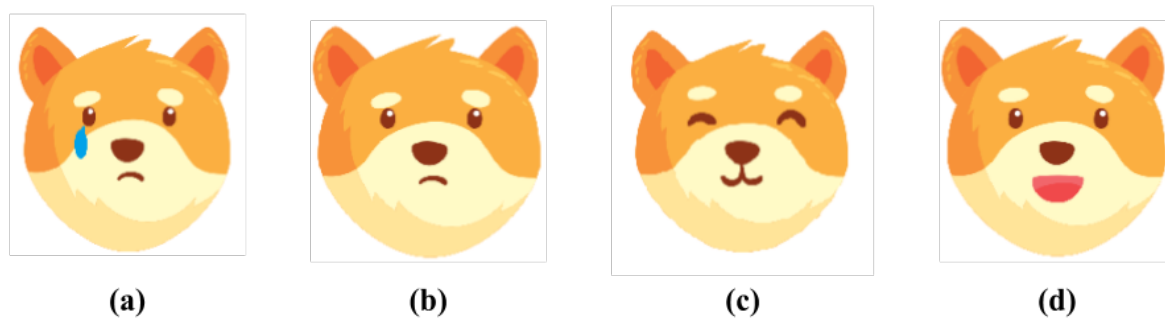
*feedback* de transição de rodada após o jogador ter tocado corretamente toda a sequência proposta. Pode-se observar que há a presença de um mascote expressando felicidade e que os pontos ganhos na rodada são expressos, neste caso, por bolas de futebol. Ainda, nota-se que por se tratar de um nível avançado dentro do jogo, o critério de sequenciação solicitado, ou seja, a característica que diferencia os elementos e permite que estes sejam postos em uma sequência, é a cor de cada um dos objetos.

Como complemento à Figura 7.2, a Figura 7.3 mostra todos os *feedbacks* visuais presentes no jogo e utilizados para: (a) retrocesso de nível, (b) permanência no nível, (c) avanço de desafio, e (d) avanço de nível. Pelo fato da implementação ter contemplado somente a primeira fase, não foram definidos *feedbacks* visuais para avanço e retrocesso de fase.

Figura 7.2: Nível 8: Sequenciação por Cores



Fonte: o Autor.

Figura 7.3: *Feedbacks* Visuais

Fonte: o Autor.

## 8 Discussão

Este capítulo visa apresentar e discutir os pontos importantes identificados nos processos de validação dos *guidelines* (Capítulo 6) e implementação do jogo (Capítulo 7).

### 8.1 Validação

A presente seção discute o processo de validação das diretrizes, abordando pontos importantes na obtenção das respostas, perfil dos especialistas e resultados.

#### 8.1.1 Obtenção de Respostas

Por conta da baixa conversão de *e-mails* em respostas (13,97%), foram necessárias três rodadas de levantamento e envio de convites. Cada uma das rodadas ainda foi composta de um segundo contato para reforço do convite e do prazo para respostas.

Esta taxa de respostas é baixa e os motivos podem estar atrelados, principalmente, a dois fatores: i) a extensão do formulário: em média, os respondentes investiram 25,89 minutos com desvio padrão de 11,88 para responder todas as questões. No formulário piloto, um dos respondentes alegou ter necessitado de uma hora e quarenta minutos e o menor tempo de resposta foi de 11 minutos; ii) a restrição de público: a validação era, necessariamente, destinada a profissionais e estudiosos com experiência no *design* ou desenvolvimento de jogos para crianças. Uma das pessoas contatadas, inclusive, apesar de alegar interesse no tema, declarou sua falta de conhecimento e incapacidade de contribuir na pesquisa. Ainda sobre a limitação a respeito do público, há o fato de que 24 dos 29 autores utilizados na criação do conjunto de diretrizes e, obviamente, potenciais respondentes, não são falantes da língua portuguesa e, por este motivo, não puderam ser contatados neste momento para contribuir com o processo.

### 8.1.2 Perfil dos Especialistas

Sobre os respondentes, conforme ilustrado na Figura 6.5, observa-se que 71% dos respondentes já concluíram a graduação e, destes, a maioria possui doutorado. Este alto nível de escolaridade é visto de maneira positiva por conta de, na maioria das vezes, pessoas com este perfil estarem diretamente relacionadas à pesquisas, trabalhos acadêmicos e/ou orientações e coordenações de grupos de pesquisa. Ainda, o grau de instrução desta maioria de participantes condiz com o fato de a pesquisa ser destinada a especialistas da área.

### 8.1.3 Resultados

A análise e discussão dos resultados é realizada a partir dos seguintes critérios: para cada um dos quatro grupos de diretrizes, são apresentadas na Tabela 8.1 e discutidas logo abaixo as diretrizes com maior e menor grau de concordância, clareza e importância, apresentando possíveis justificativas e comentários dos respondentes. Vale lembrar que a classificação de "melhor" e "pior" deu-se pela relação entre os valores de média, mediana e desvio padrão para as colunas relacionadas à clareza e importância.

Acredita-se que a clareza esteja diretamente ligada aos outros indicadores e ao desvio padrão, visto que, para uma avaliação mais precisa, o especialista deve, antes de tudo, compreender o que a diretriz sugere.

Tabela 8.1: Análise da Validação das Diretrizes

Grupo de Diretrizes	Maior			Menor		
	Concordância	Clareza	Importância	Concordância	Clareza	Importância
Entrada	$D_3$	$D_4$	$D_3$	$D_1$	$D_6$	$D_6$
Saída / Interface	$D_{11, 15, 24}$	$D_{14}$	$D_{24}$	$D_{19, 21}$	$D_8$	$D_{19, 21}$
Conteúdo	$D_{30, 32}$	$D_{36}$	$D_{30}$	$D_{34}$	$D_{34}$	$D_{26}$
Controle	$D_{39, 40}$	$D_{40}$	$D_{39}$	$D_{38}$	$D_{38}$	$D_{38}$

Fonte: O Autor.

#### Diretrizes de Entrada

Observando os maiores indicadores, observa-se que a diretriz com maior grau de concordância e importância é " $D_3$ : Utilizar mecanismos eficientes de interação com os elementos". O alto nível de concordância condiz com a quantidade de autores (5) citando a diretriz, visto que, junto com  $D_1$ , esta é a diretriz com maior número de autores do grupo. Ainda, a maior clareza foi atingida pela diretriz " $D_4$ : Permitir instruções faladas". Pos-



sivelmente devido à preocupação dos especialistas com as crianças em fase de letramento ou ainda não letradas.

Ao analisar os piores indicadores, a menor concordância pertencente à " $D_1$ : Simplificar o uso dos dispositivos de interação". Este fato não condiz com a quantidade de autores citando a diretriz (5), porém, devido ao baixo número de diretrizes no grupo, a diferença da taxa de concordância destas para as demais diretrizes não é considerada relevante. Em relação à clareza e importância, a diretriz " $D_6$ : Explorar o uso cooperativo" apresentou os piores indicadores. Este fato condiz com a quantidade de referências embasando a *guideline* (apenas uma) e possivelmente o resultado está atrelado à falta de clareza ao definir a diretriz sobre como a cooperação poderia ser explorada no contexto dos jogos.

### Diretrizes de Saída / Interface

Os maiores índices em concordância foram alcançados pelas diretrizes  $D_{11}$ ,  $D_{15}$  e  $D_{24}$ , enquanto que clareza e importância foram alcançados pelas diretrizes  $D_{14}$  e  $D_{24}$  respectivamente. Em relação à  $D_{24}$ , que diz que deve-se "recompensar o jogador", acredita-se que os níveis de concordância e importância se deem pelo entendimento dos especialistas em relação à definição de um jogo, ou seja, independentemente de ser voltado ou não à crianças, os jogos devem recompensar seus jogadores. A clareza da diretriz  $D_{14}$ , que sugere "prover *feedbacks* precisos e rápidos" está, talvez, atrelada ao fato de que especialistas em desenvolvimento de jogos estão familiarizados com o termo *feedback* e que a definição de rapidez, embora abrangente, seja intuitiva dentro do contexto do jogo.

Analisando os menores índices do grupo das Diretrizes de Entrada/Saída, tem-se " $D_{21}$ : A interface deve possuir aparência e comportamento realistas" com menor concordância e menor importância. Além de não ser trivial quando se pensa em JS para crianças, esta diretriz foi embasada em apenas duas referências, o que talvez indique uma divergência entre os estudos referenciados e o conhecimento empírico dos especialistas.

A diretriz  $D_{19}$  também deve ser citada pelo fato de que mesmo não sendo a diretriz com os piores indicadores no grupo, é a segunda pior em todo o conjunto de *guidelines*. Possivelmente por também não tratar-se de uma convenção já adotada na IHC e por, de certa maneira, conflitar com as intenções de redução dos esforços de atenção e concentração (conforme sugere  $D_{37}$ , que obteve resultados melhores que a  $D_{19}$ ).

Com menor clareza, a " $D_8$ : Relacionar as metáforas de interface ao universo das crianças", apesar de ser a diretriz com mais fontes de todo o conjunto (8 autores), em primeira análise, não apresentou nível satisfatório de clareza por conta do alto nível de abstração em que se encontra. A descrição desta *guideline*, por exemplo, não cita nenhum aspecto diretamente aplicável a jogos.

### Diretrizes de Conteúdo

A concordância máxima foi observada nas diretrizes  $D_{30}$  e  $D_{32}$ , sendo que a primeira apresentou também a maior importância, sugerindo " $D_{30}$ : Adequar a linguagem ao público-alvo". Esta correlação entre concordância e importância indica que não só o respondente julga a *guideline* como válida para o conjunto como também avalia que a qualidade do JS depende fortemente do cumprimento desta diretriz. A maior clareza, dada a partir de " $D_{36}$ : Definir objetivos claros", sugere que, apesar de pouco extensas, sentença e descrição conseguiram transmitir adequadamente o significado da diretriz.

Fazendo a análise dos piores indicadores, temos " $D_{34}$ : Embutir o conteúdo alvo de forma 'acidental'" com menor concordância e clareza. Esta diretriz, além de ter sido embasada em apenas uma referência, encontra-se em um alto nível de abstração, não citando exemplos práticos de como pode ser cumprida, o que possivelmente justifica os valores encontrados. Já a diretriz " $D_{26}$ : Ajuda e documentação devem ser fáceis de achar e objetivas", apesar de ter sido exposta de maneira clara, não foi vista pelos respondentes como menos importante dentro do grupo. Uma possível interpretação deste resultado vai de encontro à busca por minimizar esforços de atenção por parte do jogador, ou ainda, do fato de que, por vezes, a criança é acompanhada por um educador.

### Diretrizes de Controle

Como o grupo possui apenas três diretrizes, a diferença entre as diretrizes não é suficiente a ponto de permitir uma análise aprofundada dos indicadores apresentados. Fato é, porém, que a diretriz " $D_{38}$ : Possibilitar acesso a diferentes níveis do programa" obteve os valores mais baixos nos três quesitos e, por isto, pode ser considerada a diretriz de menor consistência dentro do grupo.

## 8.2 Relevância

Criou-se um indicador de relevância como forma de sumarizar as várias opiniões obtidas dos especialistas. A relevância foi calculada a partir dos indicadores de concordância, clareza e importância. Para os indicadores que continham mediana e desvio padrão (clareza e importância), foi considerado apenas o valor da média. A partir destas quantias, foi calculada a média, resultando no indicador de relevância.

$$relevancia = \frac{concordancia + media\_clareza + media\_importancia}{3} \quad (8.1)$$

A tabela completa com todas as diretrizes e suas relevâncias é apresentada na Seção 8.5. Observou-se que apenas duas das quarenta diretrizes obtiveram indicador de relevância abaixo de 7,0 e todas as demais apresentaram relevância acima de 8,0. Também destaca-se o fato de que seis diretrizes alcançaram relevância maior que 9,5.

As duas diretrizes com as piores relevâncias ( $D_{19}$  e  $D_{21}$ ) pertencem ao grupo de Saída / Interface e destoaram das demais com cerca de um ponto de relevância a menos que a terceira pior diretriz de todo o conjunto. Ainda, a diretriz com maior relevância em todo o conjunto foi a  $D_{40}$ , com valor 9,68.

A quantidade de autores poderia, mas não foi utilizada no cálculo da relevância. Esta decisão foi motivada pela disparidade na quantidade de autores visto que há uma diretriz com 8 referências e outras 13 com apenas uma referência da literatura. Além da divergência de quantidade, notou-se que a diretriz com o maior número de autores também foi a com menor índice de clareza dentro de seu grupo ( $D_8$ , no grupo das diretrizes de Saída / Interface).

## 8.3 Questões Discursivas

Dentre as questões discursivas (que eram opcionais), notou-se que os especialistas, quando identificavam inconsistências, dificilmente divergiam em suas opiniões. Sendo assim, pela quantidade baixa de respostas às questões discursivas e divergência de opiniões, não foi possível categorizar ou analisar estatisticamente os resultados às perguntas "Há conflitos entre as diretrizes? Quais?", "Há diretrizes repetidas? Quais?" e "Alguma diretriz está contida em / contendo outra?". O Apêndice 10 mostra todas as repostas discursivas para

o grupo das diretrizes de entrada bem como as respostas obtidas na seção de dúvidas, sugestões ou críticas.

## 8.4 Implementação

Esta seção visa discutir os desafios encontrados na implementação do jogo e sobre a etapa de testes e validação com o usuário final.

### 8.4.1 Desafios

Em relação aos desafios, pode-se citar que a utilização da abstração da biblioteca OpenCV, apesar de facilitar o desenvolvimento, trouxe consigo custos durante o aprendizado das ferramentas e estudo da documentação, a configuração do ambiente de desenvolvimento e, principalmente, durante a depuração do código. Apesar disto, por se tratar de uma biblioteca largamente utilizada, as documentações, discussões e exemplos são facilmente encontrados na *web*, mesmo que muitas vezes em outras linguagens como C++.

Também destaca-se o fato de que, ao desenvolver um jogo, a lógica de programação atinge níveis mais complexos que a programação imperativa usual. Isto acontece porque, para capturar os movimentos do jogador, é necessário uma *thread* em *looping* que, a cada iteração, avalia e toma decisões conforme o jogador se move. Ainda, como a imagem do jogador visa reproduzir a metáfora de um espelho, é essencial que a *thread* principal não tenha sua execução interrompida ou pausada, aumentando a complexidade de tarefas comuns em jogos como *delay* para exibição de *feedbacks*.

### 8.4.2 Testes e Avaliação

Devido à escassez de tempo, não foram realizados testes ou avaliações formais com o usuário final, seja ele aprendiz (UFA) ou entendido (UFE). Foi priorizado, então, o levantamento das diretrizes e consulta aos especialistas porque, uma vez que estas são confirmadas, o fato indica que o projeto do jogo possui potencial para atender às crianças.

## 8.5 Tabela Final

A seguir é apresentada a tabela final do conjunto de *guidelines* indicando o grupo a que a diretriz pertence, sua sentença, a relevância oriunda do processo de validação por experiência dos especialistas e seu embasamento científico. Os índices apresentados para a coluna das fontes estão descritos na Tabela 4.2.

Tabela 8.2: Tabela Final das Diretrizes

Grupo	Diretriz	Relevância	Concordância	Clareza	Importância	Fonte(s)
Diretriz de Entrada (DE)	$D_1$ : Simplificar o uso do mouse	8,19	8,68	8,50	8,18	1, 3, 10, 11, 17
DE	$D_2$ : Evitar a diferenciação entre esquerda e direita	8,55	8,68	8,37	8,61	1, 4
DE	$D_3$ : Utilizar mecanismos eficientes de interação com os elementos	9,36	10,00	8,84	9,24	10, 11, 15, 17, 18
DE	$D_4$ : Permitir instruções faladas	9,25	9,21	9,34	9,21	25, 28
DE	$D_5$ : Esconder funcionalidades de nível avançado	8,93	8,95	8,95	8,89	1, 7
DE	$D_6$ : Explorar o uso cooperativo	8,13	8,42	7,97	8,00	13
Interface / Saída (DI)	$D_7$ : Utilizar fontes que facilitem a leitura	9,35	9,21	9,39	9,45	1, 5, 25, 26
DI	$D_8$ : Relacionar as metáforas de interface ao universo das crianças	8,04	8,42	7,58	8,13	1, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 26
DI	$D_9$ : Dar visibilidade aos elementos de interação	9,20	9,21	9,16	9,24	1, 12, 24
DI	$D_{10}$ : Adequar o tempo de interação com a idade	9,05	9,47	8,76	8,92	15
DI	$D_{11}$ : Utilizar ícones significativos para substituir ou colaborar com os textos	9,63	10,00	9,34	9,55	10, 15, 16
DI	$D_{12}$ : Preferir reconhecimento em vez de recordação	8,92	9,74	7,89	9,13	9, 19
DI	$D_{13}$ : Usar interface predominantemente visual	9,49	9,74	9,26	9,47	10, 11, 24, 25
DI	$D_{14}$ : Prover <i>feedbacks</i> precisos e rápidos	9,60	9,74	9,45	9,61	9, 10, 18, 21
DI	$D_{15}$ : Mostrar claramente o estado atual do sistema	9,55	10,00	9,32	9,34	10, 16, 26
DI	$D_{16}$ : Utilizar personagens para interação	8,60	8,95	8,58	8,26	10, 16, 22
DI	$D_{17}$ : Apresentar a informação ao usuário considerando seu nível de desenvolvimento	9,00	9,47	8,55	8,97	17
DI	$D_{18}$ : Utilizar interfaces e convenções já conhecidas do usuário	9,29	9,47	9,13	9,26	26, 27
DI	$D_{19}$ : O <i>layout</i> deve ser rico de conteúdo, com pouco espaço vazio	6,18	4,21	7,84	6,47	26
DI	$D_{20}$ : Apresentar classificação e/ou pontuação claramente na tela	9,14	9,47	8,87	9,08	26
DI	$D_{21}$ : A interface deve possuir aparência e comportamento realistas	6,09	3,68	8,39	6,18	9, 26
DI	$D_{22}$ : Deve haver grande variedade de temas	8,07	7,89	8,89	7,42	26
DI	$D_{23}$ : Utilizar mais de uma forma de representar da informação	8,26	8,95	7,76	8,08	28
DI	$D_{24}$ : Recompensar o jogador	9,65	10,00	9,21	9,74	10, 16
DI	$D_{25}$ : Utilizar formas de mostrar ao usuário onde encontrar as funcionalidades	9,11	9,21	9,03	9,08	10, 16
Diretriz de Conteúdo (DU)	$D_{26}$ : Ajuda e documentação deve ser fácil de achar e objetiva	8,45	8,42	9,13	7,79	9, 14
DU	$D_{27}$ : Permitir que o jogador corrija seus erros	9,43	9,74	9,26	9,29	29
DU	$D_{28}$ : Permitir que o usuário explore o ambiente e crie coisas	8,66	8,68	9,00	8,29	26
DU	$D_{29}$ : Encadear logicamente o conteúdo	9,00	9,21	8,68	9,11	20
DU	$D_{30}$ : Adequar o vocabulário ao público-alvo	9,68	10,00	9,42	9,61	20
DU	$D_{31}$ : Adequar ao nível de experiência do usuário	9,31	9,21	9,16	9,55	10, 16, 22
DU	$D_{32}$ : Projetar atividades interessantes e desafiadoras	9,54	10,00	9,11	9,53	10, 16, 25
DU	$D_{33}$ : No caso de jogos com uso acompanhado, o professor deve poder configurar o jogo	9,18	9,47	9,32	8,76	20, 24
DU	$D_{34}$ : Embutir o conteúdo alvo no jogo de forma "acidental"	8,32	7,89	8,50	8,55	27
DU	$D_{35}$ : Utilizar narrativas para engajar o jogador	9,09	9,74	9,03	8,50	29
DU	$D_{36}$ : Definir objetivos claros	9,34	9,21	9,53	9,29	29
DU	$D_{37}$ : Minimizar esforços de atenção e concentração	9,12	8,95	9,37	9,05	19
Diretriz de Controle (DC)	$D_{38}$ : Possibilitar acesso a níveis do programa	8,15	8,42	8,08	7,95	20, 24
DC	$D_{39}$ : Manter os "rastros" realizados pelo usuário	8,75	8,95	8,61	8,71	4, 10
DC	$D_{40}$ : No caso de jogos acompanhados, prover controle ao educador	8,96	8,95	9,39	8,53	17

Fonte: o Autor.

---

A respeito da interpretação dos respondentes, observa-se que algumas diretrizes localizadas tanto no início quanto no meio, ou ao fim da lista, obtiveram avaliações destoantes das demais, o que sugere que os especialistas se mantiveram atentos e críticos ao longo de toda a lista, apesar de sua extensão. Ainda, nota-se que mais da metade das diretrizes (vinte e uma) obtiveram relevância maior que 9,0 e que apenas duas receberam relevância menor que 7,0.

## 9 Conclusão

Identificada a carência de JS voltados para a fase de Alfabetização Matemática, o outro ponto de vista de desenvolver alternativas para a aprendizagem da Matemática é identificar maneiras de desenvolver JS que supram esta necessidade do ponto de vista educacional e lúdico. Para tal, é necessário considerar tanto os aspectos específicos do desenvolvimento de JS quanto os fatores relacionados ao público-alvo para o qual são voltados: as crianças.

Sendo assim, o conjunto de diretrizes identificado nesta pesquisa visa auxiliar desenvolvedores de JS para crianças, levantando cuidados que devem ser tomados no projeto e no desenvolvimento do *software*. Ainda, as diretrizes foram utilizadas como base para o projeto de um JS focado na habilidade de sequenciação, que integrará a suíte *Move4Math*. As principais mudanças em relação aos outros jogos da suíte que foram evidenciadas graças ao uso das diretrizes foram:

- Os objetos de recompensa serão escolhidos pelo usuário durante o cadastro, de forma a atender  $D_{22}$ ;
- Ao atingir 20% do tempo do desafio, o jogo transmitirá o *feedback* sonoro de relógio, atendendo  $D_{15}$ ;
- Os *emojis* serão substituídos por um mascote, considerando  $D_{16}$ .

Como resultados obtidos, há os seguintes artefatos:

- Conjunto de 40 diretrizes, levantado da literatura, validado pela experiência de especialistas com indicador de relevância;
- Primeira fase do jogo de Sequenciação, compondo a suíte *Move4Math*;
- artigo (VALENZA; HOUNSELL, 2018) publicado e apresentado presencialmente no SBGames18 como *Full Paper* na trilha de Arte & Design.

A respeito do artigo, vale ressaltar que este não contempla a aplicação das *guidelines* no jogo ou sequer aborda a discussão da Matemática no Brasil, bem como não

descreve o processo de validação das diretrizes por conta do limite de páginas e, consequentemente, de escopo. Sendo assim, o artigo está relacionado diretamente ao Capítulo 4 deste trabalho, mostrando o processo de levantamento e apresentando o conjunto de diretrizes.

Os objetivos específicos de i) levantar na literatura e validar recomendações para desenvolver JS para crianças e ii) implementar um JS Ativo para auxiliar no processo Alfabetização Matemática, atentando-se às recomendações de *design* de JS para crianças; foram devidamente atingidos, com a limitação da implementação da segunda fase do jogo e sua avaliação com os usuários finais. Com o cumprimento dos objetivos específicos, o objetivo geral do TCC, de contribuir para melhorar o *design* de Jogos Sérios voltados a crianças, também foi contemplado.

## 9.1 Trabalhos Futuros

Dentre os trabalhos futuros, do ponto de vista científico, pode-se citar o refinamento do conjunto de *guidelines* seja pela adição de novas diretrizes disponíveis na literatura, pela alteração das diretrizes identificadas com menor clareza ou por buscas em profundidade em cada uma delas, com o intuito de encontrar mais referências e exemplos de aplicação em jogos.

Desdobrando a etapa de validação, também deve-se citar a tradução das diretrizes, suas descrições e do formulário para o inglês, visando analisar a visão de novos especialistas, principalmente os utilizados como referência durante o levantamento das *guidelines*. Avaliando a análise das respostas, poderiam ser consideradas outras maneiras de cálculo da relevância, bem como uma análise conforme público do especialista, categorizando os respondentes por escolaridade, experiência na área, etc.

Outro trabalho futuro inclui a disponibilização do conjunto de *guidelines* e do formulário de validação de maneira pública, identificando novas respostas e atualizando automaticamente os índices de concordância, clareza e importância. Este trabalho teria o objetivo de manter o conteúdo acessível a estudiosos da área e sendo constantemente refinado, visando reduzir as defasagens oriundas do passar do tempo e do avanço tecnológico e ampliando a validade do trabalho.

Em relação ao jogo, os trabalhos futuros se dão pela avaliação com os UFA e



---

UFE, bem como a implementação da Fase 2. Ainda, projetar e implementar possibilidades para que o educador possa definir sequências com tamanhos maiores que o limite atual dado pelo tamanho da tela (5 elementos), poderiam permitir a repetição de subsequências e outras atividades para o desenvolvimento da habilidade cognitiva de sequenciar.

## Referências

- ANNETTA, L. A. The “i’s” have it: A framework for serious educational game design. *Review of General Psychology*, v. 14, n. 2, 2010. Disponível em: <<http://psycnet-apa-org.ez74.periodicos.capes.gov.br/fulltext/2010-11858-006.pdf>>.
- AVISON, G. F. D. E. Information systems development methodologies, techniques and tools. McGraw-Hill, London, 1997.
- BALASUBRAMANIAN, N.; WILSON, B. Games and simulations. 2005. Disponível em: <[http://www.coulthard.com/library/Files/balasubramanianwilson\\_2005-gamesandsimulations.pdf](http://www.coulthard.com/library/Files/balasubramanianwilson_2005-gamesandsimulations.pdf)>.
- BARACHO, A. F. de O.; GRIPP, F. J.; LIMA, M. R. de. Os exergames e a educação física escolar na cultura digital. *Rev. Bras. Ciênc. Esporte*, v. 34, n. 1, 2012. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttextpid=S0101-32892012000100009](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttextpid=S0101-32892012000100009)>.
- BARENDREGT, W.; BEKKER, M. M. Towards a framework for design guidelines for young children’s computer games. Springer, Berlin, Heidelberg, 2004.
- BERKOVITZ, J. Graphical interfaces for young children in a software-based mathematics curriculum. *Proceedings of the ACM Conference on Human Factors in Computing Systems*, Celebrating Interdependence, Boston, MA, p. 247, 248, 1994.
- BERNARD, M. et al. Which fonts do children prefer to read online? *Software Usability Research Laboratory (SURL)*, p. 288–295, 2001.
- BERNARDINI, S.; PORAYSKA-POMSTA, K. ka; SMITH, T. J. *ECHOES: An intelligent serious game for fostering social communication in children with autism*. Elsevier, 2014. Disponível em: <[www.elsevier.com/locate/ins](http://www.elsevier.com/locate/ins)>.
- BRUCKMAN, A.; BANDLOW, A.; FORTE, A. Hci for kids. Georgia Institute of Technology, 2002.
- CARVALHO, M. F. de; HOUNSELL, M. da S.; GASPARINI, I. Jogos digitais para alfabetização matemática: Um mapeamento sistemático da produção brasileira. *XIV SBGames*, SBC – Proceedings of SBGames, Teresina – PI – Brazil, Ano XIX, n. 12, p. 430–431, 2015. Disponível em: <<http://www.sbgames.org/sbgames2015/anaispdf-artesedesign-full/147454.pdf>>.
- CARVALHO, M. F. de; HOUNSELL, M. da S.; GASPARINI, I. *Move4Math: Jogos Sérios para Alfabetização Matemática*. Joinville, SC: Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada da Universidade do Estado de Santa Catarina, 2017.
- CARVALHO, M. F. de et al. Move4math: Jogos sérios ativos para alfabetização matemática. *SBGames - Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital*, 2017. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/64884473-Move4math-jogos-serios-ativos-para-alfabetizacao-matematica.html>>.

- CHIASSEON, S.; GUTWIN, C. Design principles for children's technology. Department of Computer Science, University of Saskatchewan, 2005.
- CHORIANOPOULOS, K.; GIANNAKOS, M. N.; CHRISOCHOIDES, N. Design principles for serious games in mathematics. Ionian University, 2014.
- CONE, B. Cyber security training and awareness through game play. *IFIP International Federation for Information Processing*, [https://calhoun.nps.edu/bitstream/handle/10945/7140/06paper\\_csec.pdf?sequence=1](https://calhoun.nps.edu/bitstream/handle/10945/7140/06paper_csec.pdf?sequence=1), v. 201, p.431 – 436, 2006.
- DANTE, L. R. *Didática da Matemática na Pré-Escola*. São Paulo: Editora Ática, 1996.
- DANYLUK, S. O. *Um estudo sobre o significado da alfabetização matemática*. Rio Claro, SP: IGCE-UNESP: Universidade do Estado de São Paulo, 1988.
- DJAOUTI, D. et al. Origins of serious games. 2011. Disponível em: <[http://www.ludoscience.com/files/ressources/origins\\_of\\_serious\\_games.pdf](http://www.ludoscience.com/files/ressources/origins_of_serious_games.pdf)>.
- DRUIN, A. et al. Designing a digital library for young children. *Proc. ACM JCDL*, 2001.
- EBC. *Brasil passa a integrar grupo de elite da União Matemática Internacional*. 2018. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/pesquisa-e-inovacao/noticia/2018-01/-/brasil-passa-integrar-grupo-de-elite-da-uniao-matematica>>.
- ECK, R. V. Digital game-based learning: It's not just the digital natives who are restless. . . . *EDUCAUSE Review*, v. 41, n. 2, p. 3, 2006.
- FALCÃO, T. P.; BARBOSA, R. S. Aperta o play! análise da interação exploratória em um jogo baseado em pensamento computacional. *Anais do XXVI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2015)*, Recife, PE, v. 26, n. 1, 2015.
- FALKEMBACH, G. A. M. O lúdico e os jogos educacionais. *Mídias na Educação*, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação, 2006. Disponível em: <[http://penta3.ufrgs.br/midiasedu/modulo13-/etapa1/leituras/arquivos/Leitura\\_1.pdf](http://penta3.ufrgs.br/midiasedu/modulo13-/etapa1/leituras/arquivos/Leitura_1.pdf)>.
- FARIAS, E. H. et al. Molde – a methodology for serious games measure-oriented level design. *SBC – Proceedings of SBGames*, 2014. ISSN 2179-2259.
- FINCO, M.; MASS, R. The history of exergames: Promotion of exercise and active living through body interaction. *Serious Games and Applications for Health - SeGAH14*, Asociación Mundial de Educadores Infantiles (AMEI-WAECE), 2014. Disponível em: <[http://www.waece.org/ameicongresocompetencias/ponencias/victor\\_da\\_fonseca.pdf](http://www.waece.org/ameicongresocompetencias/ponencias/victor_da_fonseca.pdf)>.
- FONSECA, V. da. Desenvolvimento psicomotor e aprendizagem. *Congreso Internacional EDUCACIÓN INFANTIL Y DESARROLLO DE COMPETENCIAS*, Asociación Mundial de Educadores Infantiles (AMEI-WAECE), 2008. Disponível em: <[http://www.waece.org/ameicongresocompetencias/ponencias/victor\\_da\\_fonseca.pdf](http://www.waece.org/ameicongresocompetencias/ponencias/victor_da_fonseca.pdf)>.
- GILUTZ, S.; NIELSEN, J. Usability of websites for children: 70 design guidelines based on usability studies with kids. *Nielsen Norman Group Report*, 2002.

- GRIMES, R. H. *Sistema biomédico com Jogo Sérioso e Dispositivo para Reabilitação Respiratória*. Joinville, SC: Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). Dissertação de mestrado (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica), 2018.
- GROS, B. The impact of digital games in education. *First Monday*, v. 8, n. 7, p. 6, 2003. Disponível em: <<http://firstmonday.org/ojs/index.php/fm/issue/view/159>>.
- HALGREN, S.; FERNANDES, T.; THOMAS, D. Amazing animation tm: Movie making for kids design briefing. *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, Denver, CO, p. 519 – 525, 1995.
- HANNA, L.; RISDEN, K.; ALEXANDER, M. C. K. J. The role of usability research in designing childrens computer products. *The Design of Childrens Technology*, 1999.
- HERRINGTON, A.; HERRINGTON, J.; MANTEL, J. Design principles for mobile learning. 2009.
- HOURLCADE, J. P. *Interaction Design and Children*. University of Iowa, USA: Foundations and Trends in Human-Computer Interaction, 2008.
- HSIAO, H.-C. A brief review of digital games and learning. *IEEE International Workshop on Digital Games and Intelligent Toys-based Education (DIGITEL)*, p. 124–129, 2007. Disponível em: <<https://www.computer.org/csdl/proceedings/digitel/2007/2801/00-/28010124-abs.html>>.
- INKPEN, K. Three important research agendas for educational multimedia: Learning, children and gender. *Proceedings of Educational Multimedia 97*, Calgary, AB, p. 521–526, 1997.
- IOSCHPE, G. *A ignorância custa um mundo*. [S.l.]: Objetiva, 2016. ISBN 9788547000172.
- JONES, T. Recognition of animated icons by elementary-aged children. *Association for Learning Technology Journal*, p. 40 – 46, 1992.
- KAMII, C. A criança e o número: implicações educacionais da teoria de piaget para a atuação junto a escolares de 4 a 6 anos. Campinas: Papirus, 1990.
- KAULA, P. N. Rethinking on the concepts in the study of classification. *Herald of Library Science*, v. 23, 1984.
- KIRNER, C.; ZORZAL, E. R.; KIRNER, T. G. Case studies on the development of games using augmented reality. p. 1, 2006.
- KIRRIEMUIR, J.; MCFARLANE, A. Literature review in games and learning. *A NESTA Futurelab Research report - report 8*, 2004. Disponível em: <<https://telearn.archives-ouvertes.fr/hal-00190453/document>>.
- KRAMER, S. Alfabetização leitura e escrita: formação de professores em curso. São Paulo: Ática, 2001.
- LEAVITT, M. O.; SHNEIDERMAN, B. *Based Web Design & Usability Guidelines*. [S.l.]: US Department of Health and Human Services Washington, DC., 2006.

- LEONARDO, P. P. A construção do conceito de número na educação infantil segundo a perspectiva piagetiana. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Tecnológicas, Curso de Licenciatura em Matemática, Joinville, 2013.
- LESTER, J. et al. The persona effect: Affective impact of animated pedagogical agents. *Proc. ACM CHI*, p. 359–366, 1997.
- LOPES, F. R. F. *Software educativo, lúdico e interativo, como recurso didático em apoio à construção do conceito de número por crianças em processo de alfabetização matemática*. Brasília - DF: Universidade de Brasília (UnB) – Faculdade de Educação (FE). Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGE), 2015.
- LORENZATO, S. Que matemática ensinar no primeiro dos nove anos do ensino fundamental? FE/Unicamp, 2009.
- LOURENÇO, E. M. da S.; BAIOSCHI, V. T.; TEIXEIRA, A. C. Alfabetização matemática nas séries iniciais: O que é? como fazer? *Revista da Universidade Ibirapuera*, Universidade Ibirapuera, São Paulo, v. 4, p. 32–39, 2012. Disponível em: <<http://www.revistaunib.com.br/vol4/44.pdf>>.
- MALAGUIAS, F. F. de O. *Realidade Virtual como Tecnologia Assistiva para Alunos com Deficiência Intelectual*. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2012.
- MARIAGE, C.; VANDERDONCKT, J.; PRIBEANU, C. State of the art of web usability guidelines. Université catholique de Louvain, Belgium, 2004.
- MEC. Anos iniciais do ensino fundamental. *Salto para o Futuro*, Ano XIX, n. 12, p. 11, 2009. Disponível em: <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/materiais/0000012182.pdf>>.
- MEC. *Prova Brasil: apresentação*. 2016. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/prova-brasil>>.
- MICHAEL, D.; CHEN, S. *Serious Games: Games that Educate, Train and Inform*. [S.l.]: Thomson Course Technology PTR, 1981. (International series of monographs on physics).
- MICHAELIS, D. *Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa*. 2018. Disponível em:
- MODESTO, F. A. C.; MUSTARO, P. N. Revisão sistemática para estudo de interação criança computador associada a ra e jogos digitais. *CBIE 2014 - 3º Congresso Brasileiro de Informática na Educação*, 2014. Disponível em: <<http://br-ie.org/pub/index.php/wcbie/article/view/3279/2817>>.
- NASIRI, N.; SHIRMOHAMMADI, S.; RASHED, A. A serious game for children with speech disorders and hearing problems. In: IEEE. *Serious Games and Applications for Health (SeGAH), 2017 IEEE 5th International Conference on*. [S.l.], 2017. p. 1–7.
- NIELSEN, J. Kids' corner: Website usability for children. 2002.
- NOUSIAINEN, T.; KANKAANRANTA, M. Exploring children's requirements for game-based learning environments. *Advances in Human-Computer Interaction*, Hindawi Publishing Corporation, 2008.

- OECD. *Education at a Glance 2016*. 2016. Disponível em: <[http://www.oecd-ilibrary.org/education/education-at-a-glance-2016\\_eag-2016-en;jsessionid=1hn5je0lipamo.x-oecd-live-02](http://www.oecd-ilibrary.org/education/education-at-a-glance-2016_eag-2016-en;jsessionid=1hn5je0lipamo.x-oecd-live-02)>.
- PAUSCH, R.; VOGTLE, L.; CONWAY, M. One dimensional motion tailoring for the disabled: A user study. In: ACM. *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*. [S.l.], 1992. p. 405–411.
- PEDROSA, D. C.; MUSTARO, P. N.; LOPES, P. B. Digital educational game with natural user interface: Proposal for learning mathematical rudiments to illiterate children. *XIV International Conference on Engineering and Technology Education*, COPEC, Salvador, Brazil, March 2016.
- PEREIRA, A. R.; PERUZZA, A. P. P. M. Tecnologia de realidade virtual aplicada à educação pré-escolar. *XIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação – SBIE – UNISINOS 2002*, Marília, SP, 2002.
- PIAGET, J.; SZEMINSKA, A. A gênese do número na criança. Zahar, Rio de Janeiro, 1975.
- PNAIC. *Pacto Nacional pela Alfabetização na Idade Certa*. 2017. Disponível em: <<http://pacto.mec.gov.br/index.php>>.
- PRENSKY, M. Digital natives, digital immigrants. *On the Horizon*, v. 9, n. 5, 2001. Disponível em: <<https://www.marcprensky.com/writing/Prensky\%20-\%20Digital\%20Natives,\%20Digital\%20Immigrants\%20-\%20Part1.pdf>>.
- PRIZANT, B. M. et al. *A Comprehensive Educational Approach for Children with Autism Spectrum Disorders*. [S.l.]: Brookes Publishing Company, 2005.
- QEDU. *Aprendizado dos alunos: Brasil*. 2015. Disponível em: <<http://www.qedu.org.br/brasil/aprendizado>>.
- READ, J.; BEKKER, M. The nature of child computer interaction. *Paper Presented at the HCI2011*, Newcastle, UK, 2011.
- READ, J. C.; MARKOPOULOS, P. Child–computer interaction. *International Journal of Child-Computer Interaction*, SciVerse ScienceDirect, p. 1, 2012. Disponível em: <[www.elsevier.com/locate/ijcci](http://www.elsevier.com/locate/ijcci)>.
- ROCHA, R. V. da; ARAÚJO, R. B. de. Metodologia iterativa e modelos integradores para desenvolvimento de jogos sérios de treinamento e avaliação de desempenho humano. *Anais dos Workshops do IV Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2015)*, 2015.
- ROSAS, R. et al. Beyond nintendo: design and assessment of educational video games for first and second grade students. *Computers Education*, Pergamon, 2002.
- SAID, N. An engaging multimedia design model. *Proc. ACM IDC*, p. 169–172, 2004.
- SALEN, K.; ZIMMERMAN, E. Rules of play. *Game Design Fundamentals*, Cambridge, MA: MIT Press, 2004. Disponível em: <[http://penta3.ufrgs.br/midiasedu/modulo13-etapa1/leituras/arquivos/Leitura\\_1.pdf](http://penta3.ufrgs.br/midiasedu/modulo13-etapa1/leituras/arquivos/Leitura_1.pdf)>.

- SANTOS, A. O.; OLIVEIRA, C. R.; OLIVEIRA, G. S. de. *FUNDAMENTOS DA ALFABETIZAÇÃO MATEMÁTICA: ALGUMAS IMPLICAÇÕES NA CONSTRUÇÃO DE CONCEITOS MATEMÁTICOS*. Campo Mourão: [s.n.], 2015. 70 p.
- SAVI, R.; ULBRICHT, V. R. Jogos educacionais digitais: Benefícios e desafios. *Novas Tecnologias na Educação*, CINTED-UFRGS, p. 4, 2008. Disponível em:
- SCHNEIDER, K. G. Children and information visualization technologies. *Interactions*, p. 68 – 73, 1996.
- SILVEIRA, M. R. A. da. A dificuldade da matemática no dizer do aluno: ressonâncias de sentido de um discurso. *Educação & Realidade*, v. 36, n. 3, 2011.
- SOUZA, K. do Nascimento Venerando de. AlfabetizaÇÃo matemática: ConsideraÇÕes sobre a teoria e a prÁtica. 2010. Disponível em: <<http://www2.marilia.unesp.br/revistas/index.php/ric/article/viewFile/273/259>>.
- SPARKS, D.; CHASE, D.; COUGHLIN, L. Wii have a problem: a review of self-reported wii related injuries. *Informatics in Primary Care*, Milton Keynes, v. 17, n. 1, 2009. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_nlinksref=000158pid=S0101-3289201200010000900036lng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinksref=000158pid=S0101-3289201200010000900036lng=en)>.
- STEINER, K.; MOHER, T. Graphics storywriter: An interactive environment for emergent storytelling. *Proc. ACM IDC*, p. 357–364, 1992.
- STEWART, J. et al. When two hands are better than one: enhancing collaboration using single display groupware. *Proceedings of the ACM Conference on Human Factors in Computing Systems*, Celebrating Interdependence, Los Angeles, CA, p. 287 – 288, 1998.
- STROMMEN, E. When the interface is a talking dinosaur: Learning across media with actimates barney. *Proceedings of the ACM Conference on Human Factors in Computing Systems*, Celebrating Interdependence, Los Angeles, CA, p. 288 – 295, 1998.
- TAROUCO, L. M. R. et al. Jogos educacionais. *Revista Novas Tecnologias na Educação - RENOTE*, v. 2, 2004.
- TFOUNI, L. V. Letramento e alfabetização. São Paulo, 2006.
- TOELDO, M.; TOLEDO, M. *Como dois e dois – a construção da matemática*. [S.l.]: FTD, 1997.
- TORI, R.; KIRNER, C.; SISCOOTTO, R. *Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada*. Belém – PA: Pré-Simpósio VIII Symposium on Virtual Reality, 2006. 29 p.
- TSE, E. et al. Child computer interaction: Workshop on ui technologies and educational pedagogy. *CHILD COMPUTER INTERACTION 2nd WORKSHOP ON UI TECHNOLOGIES AND THEIR IMPACT ON EDUCATIONAL PEDAGOGY*, Vancouver, Canada, 2011.
- VALENZA, M. V.; HOUNSELL, M. da S. Guidelines para game design de jogos sérios para crianças. *SBGames - Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimeto Digital*, 2018. Disponível em: <<http://www.sbgames.org/sbgames2018/files/papers/ArtesDesignFull/188223.pdf>>.

VANDEVENTER, S. S.; WHITE, J. A. Expert behavior in children's video game play. 2002. Disponível em: <<http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/1046878102033001002>>.

VASCONCELOS, D. F. P. de; JÚNIOR, E. A. L.; MALAQUIAS, F. F. de O. The protocol of a serious game based on virtual reality to aid in the literacy of children with intellectual disability. Federal University of Uberlândia, Faculty of Education (FACED/UFU), Uberlândia City Hall, Uberlândia, MG, Brazil, March 2017.

VISCA, J. O diagnóstico operatório na prática psicopedagógica. Pulso, São José dos Campos, 2008.

WERNER, H. M. L. O processo da construção do número, o lúdico e tics como recursos metodológicos para a criança com deficiência intelectual. *Diretoria de Políticas e Programas Educacionais Programa de Desenvolvimento Educacional – PDE*, Secretaria do Estado de Educação Superintendência da Educação, Paranaguá - PR, 2008.

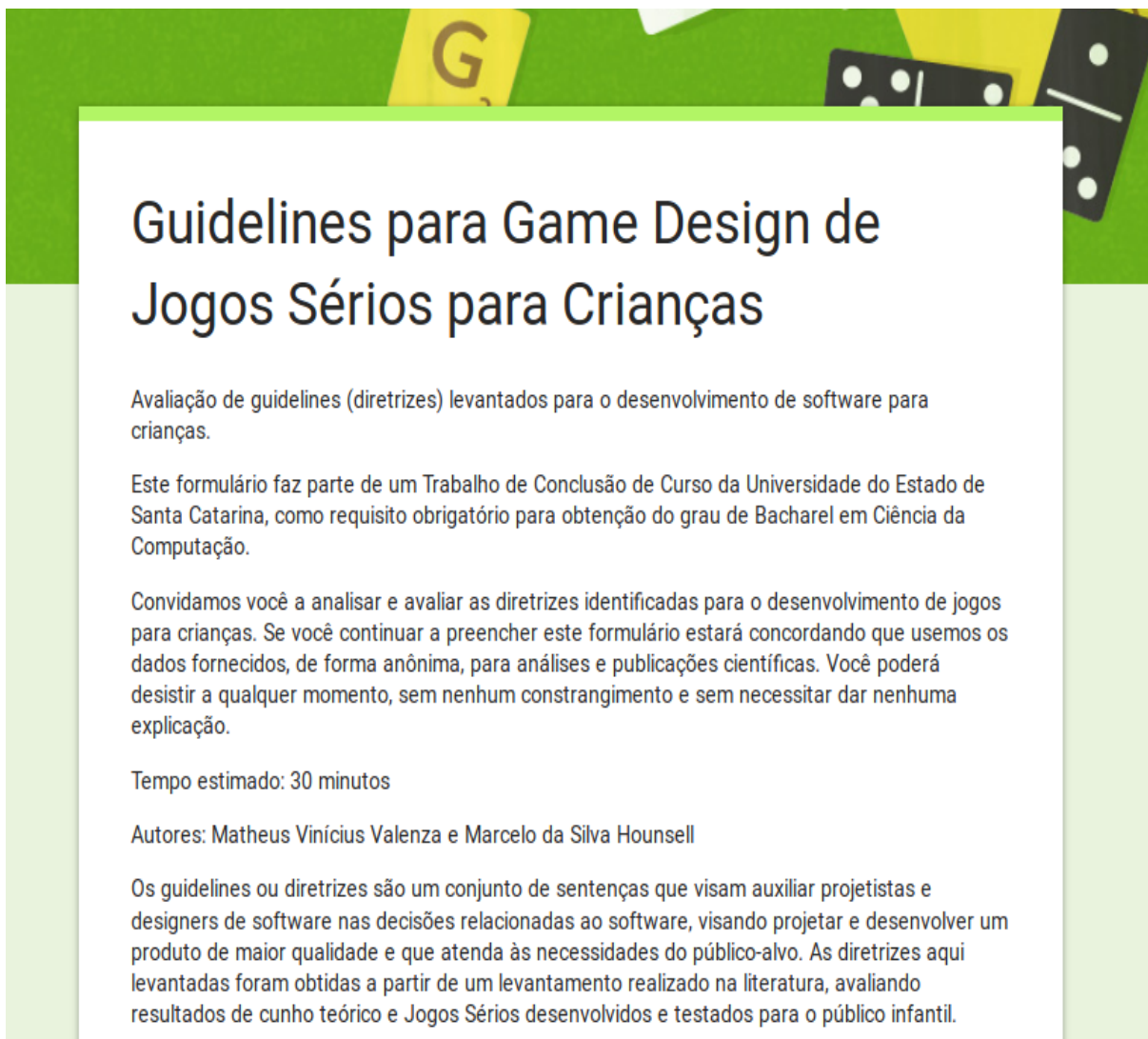
XIE, L.; ANTLE, A. N.; MOTAMED, N. Are tangibles more fun? comparing children's enjoyment and engagement using physical, graphical and tangible user interfaces. *School of Interactive Arts and Technology*, Simon Fraser University, Surrey, B.C., Canada, p. 191–197, 2008.

ZYDA, M. From visual simulation to virtual reality to games. *Perspectives*, USC Information Sciences Institute, September 2011.



## 10 Apêndice

Figura 10.1: Trecho Inicial do Formulário no Google Forms



**Guidelines para Game Design de Jogos Sérios para Crianças**

Avaliação de guidelines (diretrizes) levantados para o desenvolvimento de software para crianças.

Este formulário faz parte de um Trabalho de Conclusão de Curso da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito obrigatório para obtenção do grau de Bacharel em Ciência da Computação.

Convidamos você a analisar e avaliar as diretrizes identificadas para o desenvolvimento de jogos para crianças. Se você continuar a preencher este formulário estará concordando que usemos os dados fornecidos, de forma anônima, para análises e publicações científicas. Você poderá desistir a qualquer momento, sem nenhum constrangimento e sem necessitar dar nenhuma explicação.

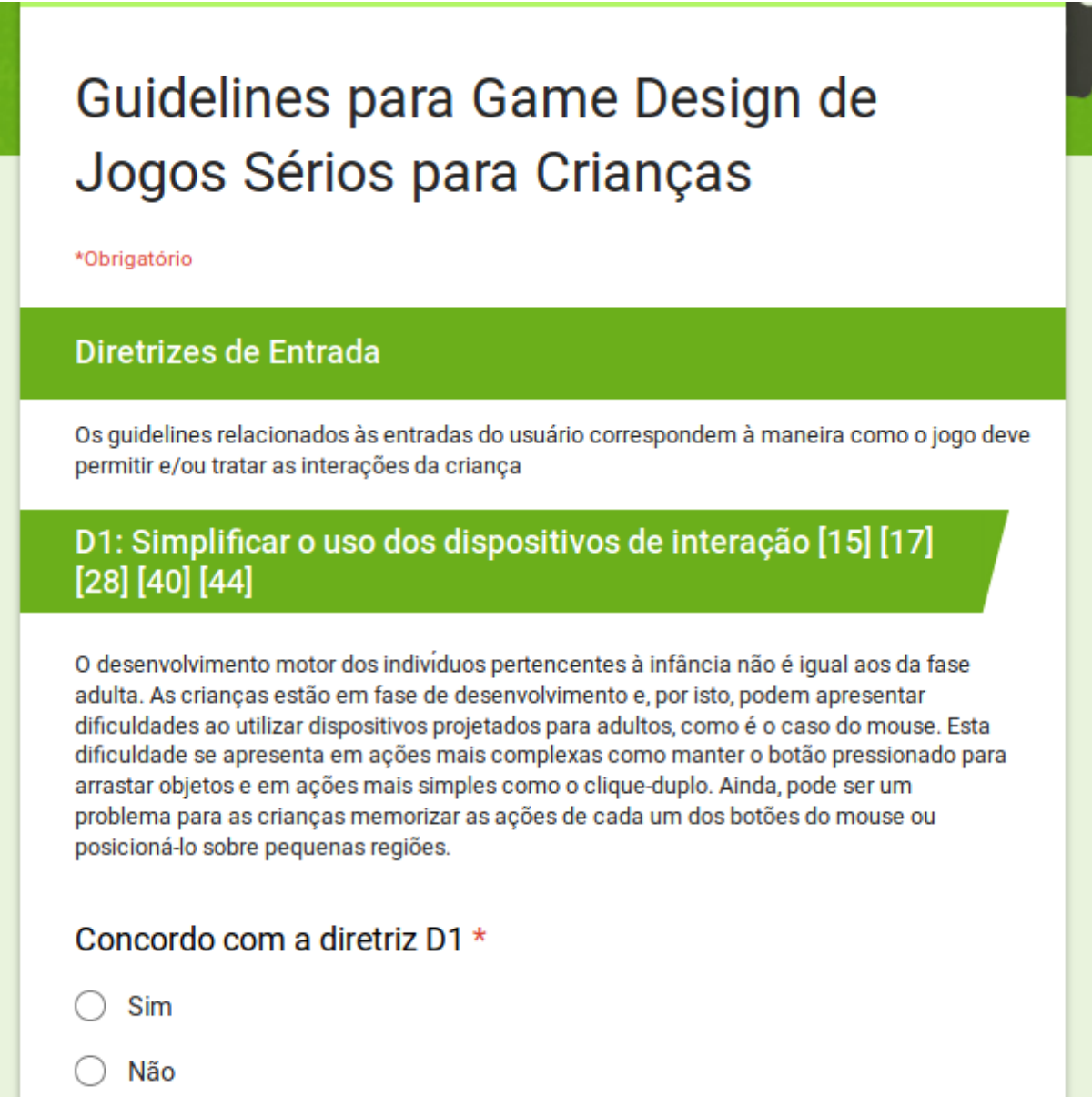
Tempo estimado: 30 minutos

Autores: Matheus Vinícius Valenza e Marcelo da Silva Hounsell

Os guidelines ou diretrizes são um conjunto de sentenças que visam auxiliar projetistas e designers de software nas decisões relacionadas ao software, visando projetar e desenvolver um produto de maior qualidade e que atenda às necessidades do público-alvo. As diretrizes aqui levantadas foram obtidas a partir de um levantamento realizado na literatura, avaliando resultados de cunho teórico e Jogos Sérios desenvolvidos e testados para o público infantil.

Fonte: o Autor.

Figura 10.2: Diretrizes de Entrada: parte 1



## Guidelines para Game Design de Jogos Sérios para Crianças

\*Obrigatório

### Diretrizes de Entrada

Os guidelines relacionados às entradas do usuário correspondem à maneira como o jogo deve permitir e/ou tratar as interações da criança

#### D1: Simplificar o uso dos dispositivos de interação [15] [17] [28] [40] [44]

O desenvolvimento motor dos indivíduos pertencentes à infância não é igual aos da fase adulta. As crianças estão em fase de desenvolvimento e, por isto, podem apresentar dificuldades ao utilizar dispositivos projetados para adultos, como é o caso do mouse. Esta dificuldade se apresenta em ações mais complexas como manter o botão pressionado para arrastar objetos e em ações mais simples como o clique-duplo. Ainda, pode ser um problema para as crianças memorizar as ações de cada um dos botões do mouse ou posicioná-lo sobre pequenas regiões.

Concordo com a diretriz D1 \*

☐ Sim

☐ Não

Fonte: o Autor.

Figura 10.3: Diretrizes de Entrada: parte 2

**A diretriz D1 está definida de maneira clara \***

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Discordo plenamente ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Concordo plenamente

**A diretriz D1 é importante no design de jogos para crianças \***

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Discordo plenamente ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Concordo plenamente

**D2: Evitar a diferenciação entre esquerda e direita [28] [38]**

Bem como o desenvolvimento motor, os aspectos cognitivos também estão em evolução durante a infância. Por isto, muitas vezes as crianças podem não compreender ou apresentar dificuldades com os conceitos de esquerda e direita, tanto de si próprios quanto tomando outros objetos como referencial. Um exemplo de produto que considera este aspecto em seu design é o animal de pelúcia "Hug & Learn Baby Tad" (<http://www.leapfrog.com>), que possui ações diferentes quando cada uma de suas patas é pressionada. Pensando nas crianças que não sabem diferenciar as patas como esquerda e direita, cada pata recebe uma marcação diferente e, desta forma, a criança entende que cada pata gera uma ação específica.

**Concordo com a diretriz D2 \***

☐ Sim

☐ Não

Fonte: o Autor.

Figura 10.4: Diretrizes de Entrada: Questões Discursivas

**Você notou alguma inconsistência?**

Nas três próximas questões, nos ajude a descobrir se nosso conjunto de Diretrizes de Entrada possui alguma incoerência

**Há conflitos entre as diretrizes? Quais?**

Sua resposta

**Há diretrizes repetidas? Quais?**

Sua resposta

**Alguma diretriz está contida em / contendo outra?**

Sua resposta

VOLTAR

PRÓXIMA

Página 2 de 7

Fonte: o Autor.

Figura 10.5: Diretrizes de Entrada: Questões Discursivas

**Você notou alguma inconsistência?**

Nas três próximas questões, nos ajude a descobrir se nosso conjunto de Diretrizes de Entrada possui alguma incoerência

**Há conflitos entre as diretrizes? Quais?**

Sua resposta

**Há diretrizes repetidas? Quais?**

Sua resposta

**Alguma diretriz está contida em / contendo outra?**

Sua resposta

VOLTAR

PRÓXIMA

Página 2 de 7

Fonte: o Autor.

Tabela 10.1: Dúvidas, sugestões ou críticas

Propor ao final um conjunto pequeno mas extremamente importante (e.g., as Top 10 diretrizes) para ficar mais direto para o game designer e também um instrumento simples de checagem delas. Você pode ilustrar isso checando 10 jogos sérios populares.
Adorei a proposta do seu trabalho e se possível, gostaria de conversar inclusive para reaproveitar seus dados na minha pesquisa (que está relacionada com as questões cognitivas). Alguns aspectos como sistema e gerenciamento de erros seria interessante incluir. Talvez subdividir por idades e deixar claro que se referem-se a crianças com ou sem dificuldades escolares (ou se são universais). Incluir na pesquisa aspectos que estão positivamente vinculados ao especialista. Algumas justificativas estão vinculadas a percepção visual e não a destreza manual. E o tempo que levei para responder o questionário foi bem maior que 20min. Para poder responder a etapa 3, foi necessário voltar e analisar e anotar as diretrizes para poder responder com maior objetividade. Por fim, gostei de participar desse processo e como colocado, ficaria grata em trocar informações.
Boa sorte para o projeto e ao meu ver a página 6 poderia ser colocada já no início do projeto para quem se interessar poder visualiza-la com calma durante as perguntas
Recomendo informar aos avaliadores a idade da criança que está sendo trabalhada, antes avaliação das diretrizes. Além disso, seria útil ter um espaço em cada diretriz para que os avaliadores apontassem suas observações.No meu caso, por exemplo, tinha apontamentos bem pontuais para algumas recomendações, os quais se perderam até o espaço para observações (no final da página). No mais, permaneço à disposição. Sucesso com a pesquisa.
Ao tentar criar diretrizes para um público específico, acredito que deveríamos nos concentrar no que aquele grupo de usuários (crianças) tem de diferente de usuários "genéricos"(no seu caso os adultos). Porém, algumas diretrizes acabam parecendo um pouco genéricas com diretrizes de interface (por exemplo: "diferenciar usuários novatos de experientes") ou de design de jogos (por exemplo: "o objetivo do jogo deve ser claro"). É possível notar a diferença em relação a diretrizes mais específicas como as que dizem respeito à participação do professor (D33 e 40), claramente focadas no seu objeto de estudo. Dúvida, você pretende que sua lista de diretrizes seja utilizada independentemente de outras listas de recomendações? Minha questão é, jogos sérios são jogos e devem respeitar as diretrizes de design de jogos. Talvez seja um caminho possível reduzir a quantidade de itens na sua lista para manter o foco nas especificidades enquanto os itens mais genéricos poderiam ficar em outra lista genérica. Assim, diminuiria a complexidade da sua lista, facilitando sua aplicação. Seu trabalho é bastante interessante. Obrigado pelo convite.
Parabéns pelo trabalho! Desejo muito sucesso!
Verificar a forma como o professor interagem com jogo e como usar o mesmo. Existem educadores que não se relacionam bem com tecnologia, então o jogo também que de fácil controle para eles.
Apesar de abordar questões relevantes, algumas diretrizes se apresentam como uma solução proscritiva, desconsiderando aspectos do desenvolvimento do jogo, como contexto e objetivo. Deste modo, algumas delas podem ser revistas. Ainda que não seja o objetivo das diretrizes apresentadas, pode ser interessante considerar questões dos elementos abordados que reflitam sobre crianças com deficiência, além da Síndrome de Down citada em uma das diretrizes. Dito isso, o trabalho está muito bem fundamentado e o grupo está de parabéns pelo conjunto de diretrizes elaborado.
Achei fantásticos esses critérios, de fato, têm potencial para nortear de forma eficaz o desenvolvimento de jogos sérios. Muito extenso.
Excelente pesquisa parabéns
Seria interessante incluir também a descrição da referência acompanhando a pergunta e não só no final do questionário.
Segunda parte do questionário é bem comprida. Trabalho muito interessante, parabéns :D
Coloquei minhas críticas e FEEDBACK pelo questionário afora, acredito ser muito boa a ideia é intuito da pesquisa, apenas algumas revisões e terá uma material excelente.

Fonte: o Autor.

Tabela 10.2: Há conflitos entre as diretrizes? Quais?

Parabéns pela pesquisa. Gostei bastante das diretrizes propostas, principalmente daquelas referentes a personalização do professor. Acho que elas poderiam ser aprofundadas um pouco mais, principalmente com relação às diferentes áreas do conhecimento que poderiam ser exploradas pelos jogos de maneira integrada, transdisciplinar. Ainda, a possibilidade do professor personalizar o game com elementos do cotidiano e do interesse dos alunos, com imagens, textos, áudios e diferentes conteúdos. Também senti falta de mais diretrizes relacionadas à mecânica dos jogos, alertando sobre os perigos que misturar muitos comandos (teclado, mouse) em um mesmo jogo.
Aspecto da ludicidade é importantíssimo. Gostei da diretriz sobre o aprender de forma accidental. O brincar é livre, não podemos transformar o jogo em um boring game. Outra coisa que tenho notado, os jogos para crianças devem em primeiro lugar explorar a criatividade, o protagonismo que tenha modo criativo para eles criarem. Vai desde dos jogos de maquiagem, vestuário até chegarmos no Minecraft, Roblox. Parabéns pela pesquisa e sucesso!
As descrições das diretrizes estavam muito confusas em algumas questões.
- Crianças: qual a faixa etária? algumas das respostas que dei podem ter sido contaminadas, uma vez que pensei no público-alvo 4-7 anos. - Letramento tem qual significado nessa pesquisa? Parabéns pelo levantamento feito até o momento! Deve ter sido bem trabalhoso... Espero ter conhecimento dos resultados da pesquisa. Tenho estudado serious games há uns 2-3 anos; atualmente, pesquiso-os em minha dissertação de mestrado. Abraço
As guidelines sobre a interface de saída (display) estão muito semelhantes e podem ser confundidas umas com as outras. Acho melhor reve-las e/ou diminui-las.
A pesquisa é interessante. Que ligarem sucesso. Porém, a imposição de conteúdos na interface dos jogos sérios acabam por não apresentarem sentido ludológico e se mostrando desgastantes.
Gostaria muito de ter contato antecipado com todas etapas do trabalho. Estou formulando um projeto de pesquisa ([OMITIDO]) junto a uma escola municipal (inclusive com surdos e outras crianças com dificuldades) e podemos trocar ideias e mesmo resultados. Talvez para um pós graduação. Por favor mantenha contato, me escreva um email. Sou professora da [OMITIDO], [OMITIDO]. Meu telefone para whatsapp é [OMITIDO]. Meu email [OMITIDO]. Parabenizo pela iniciativa, altamente relevante neste momento que os jogos se tornam uma realidade em sala de aula.
Gostei, ainda não vi uma pesquisa deste perfil. Mas, refletindo, creio que deveria dividir guidelines mediante as competências ou como proposto pela psicologia - etapas do desenvolvimento do raciocínio lógico. Definir o período de idade das crianças
Na pergunta se concorda ou não, muitas vezes fiquei com dúvidas entre Sim e Não, pois concordava parcialmente.....talvez fosse melhor ter mais opções de resposta por nível de concordância.
Achei que algumas recomendações repetem as heurísticas de Nielsen. É claro que teria alguma relação, porém, como é para crianças, poderia estar melhor adaptado para o contexto delas. A questão de crianças com deficiências já seria outro tema, poderia citar isso em trabalhos futuros, mas ainda não nesse conjunto.
Parabéns pelo trabalho. Espero que prossiga para estudos de mestrado e doutorado.
Ótimo trabalho, minha contribuição está em se possível adicionar diretrizes levando em consideração as necessidades especiais das crianças sejam elas motoras, áudio visual e psicológica.
Rever a escrita dos textos. Observei alguns problemas (bem poucos) pontuais, com relação a conjugação do tempo verbal. Desde já parabenizo pela pesquisa, e desejo sucesso. Quero estar por dentro dos resultados. Tenho bastante interesse.
Acredito que as diretrizes refletem como os jogos devem ser projetados para crianças. Entretanto, em algumas delas, é citada crianças com autismo. Neste caso, essas diretrizes são para todas as crianças? São para um tipo específico? Caso seja generalizado, seria interessante citar como cada uma dessas diretrizes deveria ser adaptada para cada "tipo de criança". Outro detalhe: verificar inconsistências entre as diretrizes intergrupo. Acabei sinalizando uma que identifiquei, mas não consegui apontar a diretriz correspondentes por não ter memorizado as diretrizes...

Fonte: o Autor.

Não diria que existem conflitos, mas notei alguns problemas. (1) sem saber a idade das crianças com que você está trabalhando fica difícil julgar a importância/aplicabilidade ou não da diretriz. Eu suponho que você está trabalhando com crianças mais novas (e.g., 4-8 anos), em razão das informações motoras. Porém, não tenho certeza. Recomendo informar a idade alvo da criança já no início do formulário.; (2) apenas na diretriz 1 eu tenho a opção de dizer que concordo parcialmente, porquê?
A D5 e D6 fica confuso se estão juntas.
Sim. D1 e D3.
Apresentam limitações ao estabelecerem o padrão de desenvolvimento motor. Como não mencionaram a idade das crianças é relevante considerar desenvolvimento psicomotor.
conflito, quando fala em criança - você se refere a qual idade? pensar em jogos para crianças até + ou - 4 anos é diferente de pensar a criança de 7,9 ou 10m anos
Sim, a D1 e a D3, pois a primeira identifica dispositivos feitos para mãos adultas, mas a D3 afirma que as crianças podem ter dificuldades com objetos pequenos.
Acredito que a diretriz 1 possa conter a faixa etária das crianças, pois a depender da idade a criança pode ter habilidades diferentes (mais ou menos habilidade com o mouse, por ex)
D2, a criança deve aprender a formalidade é sinalização de direita e esquerda. Tenho uma sobrinha que de fato demorou certo tempo para aceitar a sinalização, mas ao fazê-lo compreendeu jogos muito mais avançados. Dessa forma amadureceu sua forma e nível de aprendizagem. Essa diretriz não procede, em teste e elaboração de jogos com crianças e adolescentes, entender a sinalização vai aperfeicoá-los, novamente, diretriz não procede.
A D6 está mal escrita. Além disso, essa cooperação deve ser bem projetada para que a criança não se sinta em desvantagem em relação as outras (como uma competição...)

Fonte: o Autor.

Tabela 10.3: Há diretrizes repetidas? Quais?

Possivelmente. D1 e D3 têm algumas similaridades.
---

Fonte: o Autor.

Tabela 10.4: Alguma diretriz está contida em / contendo outra?

Sim, D1 está contida na D3.
Acredito que as diretrizes D1 e D3 estão tratando de pontos muito semelhantes, de modo que o texto de uma delas possa integrar a outra.
Todas estão interligadas para facilitar a interação e vão aparecendo a medida que a criança vai avançando.
Talvez a D2 possa estar contida em D3, se você considerar que direita e esquerda são elementos que a criança irá interagir.

Fonte: o Autor.