

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS – CCT**  
**DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO – DCC**

**ANDRÉ EDUARDO GLASENAPP FERREIRA**

**IMPLEMENTAÇÃO E AVALIAÇÃO DE UM JOGO DIGITAL EDUCACIONAL PARA  
O DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL DE ESTUDANTES  
DO ENSINO FUNDAMENTAL I**

**JOINVILLE**

**2022**

**ANDRÉ EDUARDO GLASENAPP FERREIRA**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO 1**

**IMPLEMENTAÇÃO E AVALIAÇÃO DE UM JOGO DIGITAL EDUCACIONAL PARA  
O DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL DE ESTUDANTES  
DO ENSINO FUNDAMENTAL I**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao Curso de Graduação em Ciência da Computação, da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), como requisito parcial da disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso.

Orientador: Isabela Gasparini

Coorientador: Eleandro Maschio (UTFPR)

**JOINVILLE**

**2022**

Ferreira, André Eduardo Glasenapp

Implementação e avaliação de um Jogo Digital  
Educativo para o desenvolvimento do Pensamento  
Computacional de estudantes do Ensino Fundamental I /  
André Eduardo Glasenapp Ferreira. - Joinville, 2022.  
101 p. : il. ; 30 cm.

Orientador: Isabela Gasparini.

Coorientador: Eleandro Maschio.

Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado  
de Santa Catarina, Centro de Ciências Tecnológicas,  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica,  
Joinville, 2022.

1. Pensamento Computacional. 2. Jogo Digital  
Educativo. 3. Ensino Fundamental. 4. Avaliação. 5.  
Pensar e Lavar. I. Gasparini, Isabela . II. Maschio,  
Eleandro . III. Universidade do Estado de Santa  
Catarina, Centro de Ciências Tecnológicas, Programa de  
Pós-Graduação em Engenharia Elétrica. IV. Implementação  
e Avaliação de um Jogo Digital Educativo para  
o Desenvolvimento do Pensamento Computacional de  
Estudantes do Ensino Fundamental I.

**ANDRÉ EDUARDO GLASENAPP FERREIRA**

**IMPLEMENTAÇÃO E AVALIAÇÃO DE UM JOGO DIGITAL EDUCACIONAL PARA  
O DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL DE ESTUDANTES  
DO ENSINO FUNDAMENTAL I**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao Curso de Graduação em Ciência da Computação, da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), como requisito parcial da disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso.

**BANCA EXAMINADORA:**

**Orientadora:**

---

**Prof. Isabela Gasparini, Dr.**  
UDESC

**Coorientador:**

---

**Prof. Eleandro Maschio, Dr.**  
UTFPR

**Membros:**

---

**Avanilde Kemczinski, Dr.**  
UDESC

---

**Everlin Fighera Costa Marques, Ma.**  
UDESC

---

**Taynara Dutra**  
UDESC

## RESUMO

O Pensamento Computacional ganhou notoriedade no ambiente educacional por conta da sua importância e eficácia tanto para os estudantes quanto para a sociedade como um todo. A efetividade do Pensamento Computacional vem do fato de demonstrar uma relevante alternativa de desenvolvimento de habilidades para a resolução de problemas tanto de questões educacionais quanto em questões do dia a dia. Com o constante desinteresse por parte dos estudantes em aprender com os métodos tradicionais, os jogos digitais educacionais se apresentam como uma contramedida, devido a propiciarem um ensino-aprendizagem engajante e dinâmico, ao mesmo tempo são capazes de divertir o jogador. Este trabalho visou dar continuidade e remodelar um jogo, intitulado de Pensar e Lavar, assim desenvolvendo um jogo educacional digital que objetiva ensinar os fundamentos do Pensamento Computacional em situações do cotidiano para crianças do Ensino Fundamental I, dando continuidade à implementação dos níveis faltantes e realizando a avaliação do jogo junto ao público-alvo. Deste modo, o jogo Pensar e Lavar foi desenvolvido, validado e também avaliado. A avaliação ocorreu em diferentes etapas. Primeiramente houve testes funcionais com especialistas da computação, em que o objetivo foi encontrar possíveis erros e *feedbacks* para o aperfeiçoamento do jogo. Após a correção e desenvolvimento das melhorias do *software*, houve reuniões com especialistas da educação para validar se o jogo estava coerente com o objetivo do trabalho, e assim, após todos os aperfeiçoamentos apontados, a avaliação com o público-alvo aconteceu. Como resultados, houve um retorno positivo tanto para os estudantes quanto para seus educadores.

**Palavras-chave:** Pensamento Computacional. Jogo Digital Educacional. Ensino Fundamental. Avaliação. Pensar e Lavar.

## **ABSTRACT**

Computational Thinking has gained notoriety in the educational environment because of its importance and effectiveness for students and society. The efficacy of Computational Thinking comes from the fact that it demonstrates a relevant alternative for developing skills for solving problems both educational issues and everyday issues. With the constant lack of interest on the part of students in learning with traditional methods, educational digital games are presented as a countermeasure due to providing an engaging and dynamic teaching-learning. At the same time, they can amuse the player. This work aimed to continue and remodel a game, entitled Pensar e Lavar, thus developing a digital educational game that aims to teach the fundamentals of Computational Thinking in everyday situations for children in Elementary School I, continuing the implementation of the missing levels and performing the evaluation of the game with the target audience. In this way, the Think and Wash game was developed, validated and also evaluated. The evaluation took place in different stages. First, there were functional tests with computer specialists, in which the objective was to find possible errors and feedbacks for the improvement of the game. Then, after the correction and development of the software improvements, there were meetings with education specialists to validate if the game was coherent with the objective of the work. Then, after all the improvements pointed out, the evaluation with the target audience took place. As a result, there was positive feedback for both students and their educators.

**Keywords:** Computational Thinking. Educational Digital Game. Elementary School. Evaluation. Pensar e Lavar.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|                                                                                                                                                            |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 – Grupo de Métodos de Avaliação . . . . .                                                                                                         | 25 |
| Figura 2 – Métodos de Avaliação . . . . .                                                                                                                  | 26 |
| Figura 3 – Objetivos da avaliação . . . . .                                                                                                                | 27 |
| Figura 4 – Dispositivos de controle . . . . .                                                                                                              | 28 |
| Figura 5 – Tela inicial do jogo <b>BeadLoom Game</b> . . . . .                                                                                             | 29 |
| Figura 6 – Exemplo de uma fase do jogo <i>The Foos</i> . . . . .                                                                                           | 31 |
| Figura 7 – Exemplo de uma das interfaces do jogo <i>Autothinking</i> . . . . .                                                                             | 33 |
| Figura 8 – Exemplo de uma tela do jogo <i>Penguin GO</i> . . . . .                                                                                         | 34 |
| Figura 9 – Exemplo de um dos <i>mini-games</i> do <i>Berbas Challenge</i> . . . . .                                                                        | 36 |
| Figura 10 – Painel da Fase 1 Nível Fácil . . . . .                                                                                                         | 42 |
| Figura 11 – Imagem comparativa da versão original desenvolvida por Felipe (2021) (direita) e a atualizada (esquerda) da Fase 1 no Nível Fácil . . . . .    | 43 |
| Figura 12 – Imagem comparativa com a original desenvolvida por Felipe (2021) (esquerda) e a versão atualizada (direita) da Fase 3 no Nível Fácil . . . . . | 43 |
| Figura 13 – Tela da Fase 1 no Nível Aprendizagem . . . . .                                                                                                 | 44 |
| Figura 14 – Tela da Fase 1 no Nível Médio . . . . .                                                                                                        | 45 |
| Figura 15 – Tela da Fase 1 no Nível Difícil . . . . .                                                                                                      | 45 |
| Figura 16 – Tela inicial da Fase 2 no Nível Médio . . . . .                                                                                                | 46 |
| Figura 17 – Tela inicial da Fase 2 no Nível Médio . . . . .                                                                                                | 47 |
| Figura 18 – Tela da Fase 3 no Nível Médio . . . . .                                                                                                        | 47 |
| Figura 19 – Tela da Fase 3 no Nível Difícil . . . . .                                                                                                      | 48 |
| Figura 20 – Navegabilidade das telas do jogo . . . . .                                                                                                     | 52 |
| Figura 21 – Tela de menu principal . . . . .                                                                                                               | 53 |
| Figura 22 – Tela de instruções da Fase 1 Nível Fácil . . . . .                                                                                             | 54 |
| Figura 23 – Tela de escolha de nome e personagem . . . . .                                                                                                 | 54 |
| Figura 24 – Tela de menu de fases . . . . .                                                                                                                | 55 |
| Figura 25 – Tela da Fase 1 no Nível Aprendizagem . . . . .                                                                                                 | 56 |
| Figura 26 – Tela da Fase 1 no Nível Fácil . . . . .                                                                                                        | 56 |
| Figura 27 – Tela da Fase 1 no Nível Médio . . . . .                                                                                                        | 57 |
| Figura 28 – Tela da Fase 1 Nível no Difícil . . . . .                                                                                                      | 57 |
| Figura 29 – Tela inicial da Fase 2 no Nível Aprendizagem . . . . .                                                                                         | 58 |
| Figura 30 – Tela inicial da Fase 2 no Nível Fácil . . . . .                                                                                                | 58 |
| Figura 31 – Tela inicial da Fase 2 no Nível Médio . . . . .                                                                                                | 59 |
| Figura 32 – Tela inicial da Fase 2 no Nível Difícil . . . . .                                                                                              | 59 |
| Figura 33 – Tela da Fase 3 Nível Aprendizagem . . . . .                                                                                                    | 60 |
| Figura 34 – Tela da Fase 3 Nível Fácil . . . . .                                                                                                           | 60 |
| Figura 35 – Tela da Fase 3 Nível Médio . . . . .                                                                                                           | 61 |

|                                                                              |    |
|------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 36 – Tela da Fase 3 Nível Difícil . . . . .                           | 62 |
| Figura 37 – Tela comunicando que venceu a fase . . . . .                     | 63 |
| Figura 38 – Tela comunicando que perdeu a fase . . . . .                     | 63 |
| Figura 39 – Tela comunicando que venceu o jogo . . . . .                     | 64 |
| Figura 40 – Tela comunicando que concluiu um Nível Aprendizagem . . . . .    | 64 |
| Figura 41 – Símbolos de acerto e erro . . . . .                              | 65 |
| Figura 42 – Exemplo de painel da Fase 1 Aprendizagem . . . . .               | 68 |
| Figura 43 – Exemplo de painel da Fase 1 . . . . .                            | 68 |
| Figura 44 – Exemplo de painel da Fase 2 Aprendizagem . . . . .               | 69 |
| Figura 45 – Exemplo de painel da Fase 2 . . . . .                            | 69 |
| Figura 46 – Exemplo de painel da Fase 3 Aprendizagem . . . . .               | 70 |
| Figura 47 – Exemplo de painel da Fase 3 . . . . .                            | 70 |
| Figura 48 – Tela de configuração de fases . . . . .                          | 71 |
| Figura 49 – Idade das amostras . . . . .                                     | 78 |
| Figura 50 – Resultado do grau de dificuldade da Fase 1 . . . . .             | 80 |
| Figura 51 – Resultado do grau de dificuldade da Fase 2 . . . . .             | 81 |
| Figura 52 – Resultado do grau de dificuldade da Fase 3 . . . . .             | 81 |
| Figura 53 – Publicações por ano de artigos sobre avaliação de JDEs . . . . . | 93 |
| Figura 54 – Grupos dos Métodos de Avaliação . . . . .                        | 96 |
| Figura 55 – Métodos de Avaliação . . . . .                                   | 97 |
| Figura 56 – Objetivos de Avaliação . . . . .                                 | 97 |
| Figura 57 – Dispositivos de Controle . . . . .                               | 99 |



## LISTA DE TABELAS

|                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1 – Eixos do Pensamento Computacional . . . . .                                 | 17 |
| Tabela 2 – Comparação entre os Trabalhos Relacionados . . . . .                        | 38 |
| Tabela 3 – Planejamento inicial das fases e níveis do jogo Pensar e Lavar . . . . .    | 40 |
| Tabela 4 – Comparativo entre as Fases 1 e 3 de (FELIPE, 2021) e do presente trabalho . | 44 |
| Tabela 5 – Pilares do PC na Fase 1 . . . . .                                           | 72 |
| Tabela 6 – Pilares do PC na Fase 2 . . . . .                                           | 72 |
| Tabela 7 – Pilares do PC na Fase 3 . . . . .                                           | 73 |
| Tabela 8 – Quantidade de artigos retornados por cada MBA . . . . .                     | 95 |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|       |                                                                    |
|-------|--------------------------------------------------------------------|
| ABNT  | Associação Brasileira de Normas Técnicas                           |
| BNCC  | Base Nacional Curricular Comum                                     |
| CE    | Critérios de Exclusão                                              |
| CSTA  | <i>Computer Science Teachers Association</i>                       |
| CI    | Critérios de Inclusão                                              |
| CO    | Critérios Objetivos                                                |
| GDD   | <i>Game Design Document</i>                                        |
| IHC   | Interação Humano-Computador                                        |
| ISTE  | <i>International Society for Technology in Education</i>           |
| JDE   | Jogo Digital Educacional                                           |
| JD    | Jogo Digital                                                       |
| JS    | Jogo Sérió                                                         |
| MSL   | Mapeamento Sistemático da Literatura                               |
| OCDE  | <i>Organisation de Coopération et de Développement Économiques</i> |
| PC    | Pensamento Computacional                                           |
| PISA  | Programa Internacional de Avaliação do Aluno                       |
| SBC   | Sociedade Brasileira de Computação                                 |
| STW   | <i>Super ThinkWash</i>                                             |
| TCC   | Trabalho de Conclusão de Curso                                     |
| UDESC | Universidade do Estado de Santa Catarina                           |
| UTFPR | Universidade Tecnológica Federal do Paraná                         |

## SUMÁRIO

|              |                                                        |           |
|--------------|--------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b>     | <b>INTRODUÇÃO . . . . .</b>                            | <b>13</b> |
| 1.1          | OBJETIVOS . . . . .                                    | 14        |
| 1.2          | METODOLOGIA . . . . .                                  | 14        |
| 1.3          | ESTRUTURA DO TRABALHO . . . . .                        | 14        |
| <b>2</b>     | <b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA . . . . .</b>                 | <b>16</b> |
| 2.1          | PENSAMENTO COMPUTACIONAL . . . . .                     | 16        |
| 2.2          | PILARES DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL . . . . .          | 18        |
| 2.3          | PENSAMENTO COMPUTACIONAL NO ENSINO BÁSICO . . . . .    | 19        |
| 2.4          | JOGOS DIGITAIS EDUCACIONAIS . . . . .                  | 20        |
| 2.5          | AVALIAÇÃO . . . . .                                    | 21        |
| <b>2.5.1</b> | <b>Avaliação de Jogos Digitais . . . . .</b>           | <b>23</b> |
| 2.6          | AVALIAÇÃO DE JOGOS DIGITAIS EDUCACIONAIS NA LITERATURA | 23        |
| 2.7          | CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO . . . . .                    | 28        |
| <b>3</b>     | <b>TRABALHOS RELACIONADOS . . . . .</b>                | <b>29</b> |
| 3.1          | BEADLOOM GAME . . . . .                                | 29        |
| 3.2          | THE FOOS . . . . .                                     | 30        |
| 3.3          | AUTOTHINKING . . . . .                                 | 32        |
| 3.4          | PENGUIN GO . . . . .                                   | 34        |
| 3.5          | BERBAS CHALLENGE . . . . .                             | 35        |
| 3.6          | SUPER THINKWASH . . . . .                              | 37        |
| 3.7          | ANÁLISE COMPARATIVA . . . . .                          | 38        |
| 3.8          | CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO . . . . .                    | 39        |
| <b>4</b>     | <b>PENSAR E LAVAR . . . . .</b>                        | <b>40</b> |
| 4.1          | O JOGO . . . . .                                       | 40        |
| 4.2          | DESENVOLVIMENTO . . . . .                              | 40        |
| <b>4.2.1</b> | <b>Mecânica . . . . .</b>                              | <b>41</b> |
| <b>4.2.2</b> | <b>Painel de pontuação . . . . .</b>                   | <b>41</b> |
| <b>4.2.3</b> | <b><i>Design</i> . . . . .</b>                         | <b>42</b> |
| 4.3          | CONTRIBUIÇÃO DO AUTOR . . . . .                        | 42        |
| <b>4.3.1</b> | <b>MUDANÇAS PERANTE O JOGO ORIGINAL . . . . .</b>      | <b>42</b> |
| 4.4          | GDD . . . . .                                          | 48        |
| <b>4.4.1</b> | <b>Plataforma . . . . .</b>                            | <b>48</b> |
| <b>4.4.2</b> | <b>Requisitos do Jogo . . . . .</b>                    | <b>48</b> |
| <b>4.4.3</b> | <b>Nome . . . . .</b>                                  | <b>50</b> |
| <b>4.4.4</b> | <b>Público-Alvo . . . . .</b>                          | <b>50</b> |

|               |                                                                              |           |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>4.4.5</b>  | <b>Personagens</b>                                                           | <b>50</b> |
| <b>4.4.6</b>  | <b>Universo do jogo</b>                                                      | <b>50</b> |
| <b>4.4.7</b>  | <b>Narrativa</b>                                                             | <b>50</b> |
| <b>4.4.8</b>  | <b>Estrutura do jogo</b>                                                     | <b>51</b> |
| 4.4.8.1       | <i>Tela Inicial</i>                                                          | 53        |
| 4.4.8.2       | <i>Tela de instruções</i>                                                    | 53        |
| 4.4.8.3       | <i>Tela de Personagens</i>                                                   | 54        |
| 4.4.8.4       | <i>Menu de Fases</i>                                                         | 55        |
| 4.4.8.5       | <i>Fases</i>                                                                 | 55        |
| 4.4.8.6       | <i>Feedbacks</i>                                                             | 62        |
| <b>4.4.9</b>  | <b>Gameplay</b>                                                              | <b>65</b> |
| 4.4.9.1       | <i>Telas iniciais</i>                                                        | 65        |
| 4.4.9.2       | <i>Feedbacks</i>                                                             | 65        |
| 4.4.9.3       | <i>Fase 1</i>                                                                | 66        |
| 4.4.9.4       | <i>Fase 2</i>                                                                | 66        |
| 4.4.9.5       | <i>Fase 3</i>                                                                | 67        |
| <b>4.4.10</b> | <b>Pontuação</b>                                                             | <b>67</b> |
| 4.4.10.1      | <i>Fase 1</i>                                                                | 67        |
| 4.4.10.2      | <i>Fase 2</i>                                                                | 68        |
| 4.4.10.3      | <i>Fase 3</i>                                                                | 69        |
| 4.5           | TELA DE CONFIGURAÇÕES DE FASES                                               | 70        |
| 4.6           | PENSAMENTO COMPUTACIONAL NO JOGO PENSAR E LAVAR                              | 71        |
| <b>4.6.1</b>  | <b>FASE 1</b>                                                                | <b>71</b> |
| <b>4.6.2</b>  | <b>FASE 2</b>                                                                | <b>71</b> |
| <b>4.6.3</b>  | <b>FASE 3</b>                                                                | <b>72</b> |
| 4.7           | CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO                                                    | 73        |
| <b>5</b>      | <b>PROCESSO DE AVALIAÇÃO DO JOGO</b>                                         | <b>74</b> |
| 5.1           | AJUSTES FINAIS                                                               | 74        |
| <b>5.1.1</b>  | <b>Equipe Multidisciplinar</b>                                               | <b>74</b> |
| 5.2           | AVALIAÇÃO                                                                    | 74        |
| <b>5.2.1</b>  | <b>Teste funcional com estudantes de cursos de Computação</b>                | <b>74</b> |
| <b>5.2.2</b>  | <b>Avaliação com o público-alvo (estudantes e profissionais da educação)</b> | <b>76</b> |
| 5.2.2.1       | <i>Procedimento</i>                                                          | 76        |
| 5.2.2.2       | <i>Resultados</i>                                                            | 78        |
| <b>6</b>      | <b>CONCLUSÃO</b>                                                             | <b>83</b> |
|               | <b>REFERÊNCIAS</b>                                                           | <b>85</b> |

|       |                                                                                                                                                                                               |           |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
|       | <b>APÊNDICE A – MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE IHC NO CONTEXTO<br/>DE JOGOS SÉRIOS EDUCACIONAIS: UM MAPEA-<br/>MENTO SISTEMÁTICO (TEXTO ADAPTADO DO<br/>ARTIGO SUBMETIDO AO SBIE 2021) . . . . .</b> | <b>91</b> |
| A.1   | INTRODUÇÃO . . . . .                                                                                                                                                                          | 91        |
| A.2   | TRABALHOS RELACIONADOS . . . . .                                                                                                                                                              | 92        |
| A.3   | METODOLOGIA . . . . .                                                                                                                                                                         | 92        |
| A.3.1 | <b>Questões de pesquisa . . . . .</b>                                                                                                                                                         | <b>92</b> |
| A.3.2 | <b>Definições de busca . . . . .</b>                                                                                                                                                          | <b>93</b> |
| A.3.3 | <b>Seleção dos trabalhos . . . . .</b>                                                                                                                                                        | <b>93</b> |
| A.3.4 | <b>Extração e classificação dos dados . . . . .</b>                                                                                                                                           | <b>95</b> |
| A.4   | ANÁLISE E RESULTADOS . . . . .                                                                                                                                                                | 95        |
| A.4.1 | <b>Métodos de avaliação dos JDEs . . . . .</b>                                                                                                                                                | <b>95</b> |
| A.4.2 | <b>Contexto . . . . .</b>                                                                                                                                                                     | <b>98</b> |
| A.4.3 | <b>Jogos sérios educacionais . . . . .</b>                                                                                                                                                    | <b>98</b> |
| A.5   | AMEAÇAS À VALIDADE . . . . .                                                                                                                                                                  | 100       |
| A.6   | CONCLUSÃO . . . . .                                                                                                                                                                           | 100       |

## 1 INTRODUÇÃO

O Pensamento Computacional (PC) tem se tornado cada vez mais proeminente no ambiente educacional. Trabalhos encontrados na literatura apontam que mais pesquisadores consideram-no essencial para a formação dos atuais estudantes, pois promove o desenvolvimento de novas competências cognitivas, possibilita a interdisciplinaridade com outras áreas do conhecimento e é considerado uma das competências essenciais ao século XXI (CARVALHO; CHAIMOWICZ; MORO, 2013).

O Pensamento Computacional é uma capacidade criativa, crítica e estratégica do ser humano em saber utilizar os fundamentos da Computação em diferentes áreas do conhecimento, a fim de identificar e resolver problemas através de etapas claras de forma que uma pessoa ou uma máquina possam executá-los de maneira eficaz (BRACKMANN, 2017). Denning (2009) fez uma referência ao PC como um pensamento algorítmico, remetendo a uma orientação mental, usando informações como entrada e estabelecendo uma estratégia como saída, pensando em alguma forma algorítmica para realizar tais estratégias.

Um ponto que auxiliou a motivação da aplicação do tema no trabalho foram relatos positivos encontrados na literatura em relação às experiências de ensino na área de PC. Os pontos que defendem essa ideia levam em consideração a efetividade destas ações, mostrando que jogos digitais utilizados e/ou desenvolvidos com o tema de Pensamento Computacional facilitam o avanço de entendimento de seus conceitos (FOSS, 2016).

Os Jogos Digitais Educacionais podem ser ferramentas úteis para o processo de ensino-aprendizagem dos estudantes levando em consideração diversas áreas do conhecimento por ter a característica de abster-se de um tema específico, facilitando a adaptação dos mais diferentes assuntos em contextos diversos. Nestas circunstâncias, houve o interesse da integração do PC em um jogo digital educacional para auxiliar na disseminação dos seus conceitos e fundamentos.

*Super ThinkWash* é um Jogo Sérioso digital de caráter educacional parcialmente desenvolvido no trabalho de (FELIPE, 2021). Este trabalho se concentrou na continuação do desenvolvimento do jogo e no seu melhoramento, bem como sua avaliação. Desta forma, o novo jogo passa a se chamar Pensar e Lavar. O jogo seguiu seu planejamento e produção baseado nos fundamentos do Pensamento Computacional, em que visa a resolução de problemas não só no âmbito computacional, como também em outras áreas do conhecimento (WING, 2006).

Para que então a proposta anteriormente apresentada fosse materializada com o objetivo de causar boa experiência ao usuário, foi exercida a aplicação de uma avaliação da interação humano-computador no processo de desenvolvimento de um sistema interativo (BARBOSA et al., 2021). Deste modo, foi possível para o desenvolvedor constatar que o sistema projetado estava de acordo com o planejado oferecendo via para pequenas alterações e melhoria. Uma avaliação foi feita com o público-alvo e foram evidenciados os pontos de usabilidade que os usuários experimentaram, bem como as opiniões de especialistas da educação que acompanharam a avaliação com os estudantes.

## 1.1 OBJETIVOS

O objetivo principal deste trabalho de conclusão de curso é desenvolver uma nova versão do jogo, implementando novos níveis, e realizar a avaliação deste jogo com crianças do Ensino Fundamental I e especialistas.

Para que o objetivo geral seja realizado, os seguintes objetivos específicos são propostos:

- Realizar um mapeamento sistemático na literatura para identificação do estado da arte no processo de avaliação de jogos digitais educacionais;
- Entender o Jogo Educacional Digital *Super ThinkWash* (FELIPE, 2021);
- Implementar novos níveis e adaptar as existentes;
- Planejar, construir, aplicar e analisar a experimentação com o público-alvo.

## 1.2 METODOLOGIA

O trabalho iniciou com revisões bibliográficas para fundamentação dos conceitos principais sobre o tema Pensamento Computacional. Realizou-se também uma pesquisa sistemática com a finalidade de mapear as avaliações de jogos digitais educacionais em trabalhos científicos de diversas bases de dados.

Após os estudos, este trabalho aprofundou as escolhas dos métodos de avaliação em que o público-alvo serão submetidos a atuar, bem como as novas funcionalidades do jogo digital educacional que ainda se desenvolverão. A seguir, houve o desenvolvimento de novas fases e outras melhorias que não estavam presente no trabalho de (FELIPE, 2021), com o intuito do jogo estar no estado de apto a receber as avaliações do público-alvo. Após a conclusão do desenvolvimento das fases dos jogo, o jogo foi avaliado com o público-alvo (crianças) e seus educadores para que por fim fosse feito a análise de dados.

## 1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

Na sequência deste documento, o Capítulo 2: Fundamentação Teórica, apresentará os conceitos necessários para entender o trabalho como um todo, sendo que esse capítulo se subdivide em 6 seções. Na Seção 2.1 apresentará os conceitos do Pensamento Computacional, passando para a seção 2.3 que contextualiza a Educação Básica dentro e fora do Brasil, seguida da seção 2.4 que apresenta a definição de Jogos Digitais Educacionais. Em seguida, na seção 2.5 apresentará as descrições do que é uma avaliação de Interação Humano-Computador e avaliação de Jogos Digitais, em que na seção 2.6 será abordada um mapeamento sistemático da literatura com a finalidade de identificar como os jogos sérios educacionais são avaliados na literatura. Para terminar o capítulo 2, na seção 2.7 encontram-se as considerações finais do capítulo.

No Capítulo 3: Trabalhos Relacionados, é visto o levantamento e a análise de artigos e trabalhos encontrados na literatura que possuem relação com o tema deste Trabalho de Conclusão de Curso. O Capítulo 4 apresenta o jogo Pensar e Lavar e a sua primeira versão, em seguida apresentará toda a explicação da nova versão desenvolvida para a avaliação. Encontra-se na seção 4.1 uma descrição do jogo, com suas funcionalidades, sendo que na seção 4.3 contempla uma exposição do desenvolvimento contribuído pelo autor, seguido pela seção 4.4 contando com a atualização do *Game Design Document*. A Seção 4.6 correlaciona o jogo com os pilares do Pensamento Computacional. A Seção 4.7 contemplará as considerações do capítulo.

O detalhamento da execução é descrita no Capítulo 5 onde pode-se encontrar também os passos finais para o refinamento do jogo para que o público-alvo pudesse executar a avaliação com o menor número possível de erros. Por fim, o Capítulo 5.2.2.2, detalha a análise do autor perante os dados coletados dos questionários planejados para a avaliação. O sexto e último capítulo encontra-se as conclusões finais bem como a menção dos possíveis trabalhos futuros que possam se originar a partir deste.



## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta os principais conceitos abordados no trabalho, como o Pensamento Computacional, Jogos Digitais Educacionais e métodos de avaliação de Interação Homem-Computador.

### 2.1 PENSAMENTO COMPUTACIONAL

A precursora em expandir o termo Pensamento Computacional (PC) foi Jeannette Wing, a qual define o PC como uma habilidade fundamental para todos, envolvendo as competências de resolução de problemas, capacidade de projetar sistemas e a compreensão do comportamento humano (WING, 2006). O termo “computacional” refere-se ao modo sistemático de estruturar o pensamento, com base na em conceitos da Ciência da Computação, em que praticamente toda atividade do dia a dia pode ser retratada com conceitos da Ciência da Computação, como o estabelecimento de métodos e instruções, a partir de uma sequência de passos definida (WING, 2006). Um exemplo disso é a perda de um objeto, em que a pessoa normalmente tentará refazer seus últimos passos, remetendo ao conceito do *backtracking*. Outro exemplo é guardar as compras do supermercado nos armários, em se utiliza um dos conceitos de *otimização combinatória* para a realização da atividade. Assim, o PC pode ser amplamente utilizado no cotidiano.

De acordo com Brackmann (2017), o Pensamento Computacional pode ser considerada uma capacidade criativa, crítica e estratégica das pessoas ao empregar os conceitos da Computação em outras áreas, com a finalidade de estabelecer a solução dos problemas através de passos para que tanto uma pessoa quanto uma máquina possam executá-los de maneira eficaz. Denning (2009) descreve o PC como um pensamento algorítmico, remetendo a uma orientação mental, usando informações como entrada e estabelecendo uma estratégia como saída, pensando em alguma forma algorítmica para realizar tais estratégias.

A International Society for Technology in Education (ISTE) é uma organização sem fins lucrativos que atende educadores interessados no uso de tecnologia na educação. Em 2011, junto com a Computer Science Teachers Association (CSTA), publicaram um guia para ajudar educadores o PC em sala de aula. De acordo com ISTE (2011), o processo de resolução de problemas do PC foi separado (mas não limitado) nas seguintes características:

- Formulação de problemas que permitirá o uso de computadores e outras ferramentas para auxiliar a resolução;
- Organização e análise dos dados de maneira lógica;
- Representação de dados por meio de abstrações;
- Automatização de soluções por meio do pensamento algorítmico;

- Identificação, análise e implementação de possíveis soluções com o objetivo de alcançar a otimização da combinação de etapas e recursos;
- Generalização e transferência do processo de solução de problemas para uma maior variedade de problemas.

ISTE (2011) afirma que as seguintes habilidades são aprimoradas pelos usos do PC para resolução de problemas:

- Confiança ao lidar com a complexidade;
- Persistência em trabalhar com problemas difíceis;
- Tolerância para ambiguidade;
- Habilidade para lidar com problemas em aberto;
- Habilidade de se comunicar e trabalhar com outras pessoas para alcançar um objetivo em comum.

Reunindo professores, estudantes e profissionais da Computação e Informática de todas as partes do Brasil, com o objetivo principal de incentivar a pesquisa e o ensino em Computação, a Sociedade Brasileira de Computação (SBC) é também uma grande promotora do Pensamento Computacional aplicado à Educação Básica. Segundo a SBC (2010), o PC se refere à capacidade de compreender, definir, modelar, comparar, solucionar, automatizar e analisar problemas (e soluções) de forma metódica e sistemática, por meio da construção de algoritmos. Assim como também ressalta que o Pensamento Computacional envolve abstrações e técnicas necessárias para a descrição e análise de informações (dados) e processos, bem como para a automação de soluções.

Para a SBC, *Pensamento Computacional*, *Cultura Digital* e *Mundo Digital* são as subdivisões da Computação para o ensino, sendo que o PC é ainda dividido em 3 eixos: *abstração*, *análise* e *automação*, como descritos na Tabela 1.

Tabela 1 – Eixos do Pensamento Computacional

| <b>Abstração</b>                                                                     | <b>Análise</b>                                                                                            | <b>Automação</b>                                                                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Entender um problema e permitir que se tenha a clareza necessária para solucioná-lo. | Técnicas de analisar algoritmos, a ponto de otimizar sua correlação e eficiência sob diferentes aspectos. | Possibilidade de automatizar a execução das soluções, para que máquinas possam auxiliar a solucionar problemas. |

Fonte: Adaptado de (SBC, 2010; BRACKMANN, 2017)

Outros autores também apresentam outras definições para o Pensamento Computacional, como o caso de Liukas (2015) que apresenta PC como o pensamento dos problemas de

forma que um computador consiga solucioná-los. Blikstein (2008) diz que o PC é conseguir utilizar o computador como instrumento do poder cognitivo e operacional humano, agregando produtividade, a capacidade de inventar e a criatividade dos indivíduos.

Há várias definições do PC na literatura. Neste trabalho compreende-se que o PC, de maneira sucinta, é uma forma de identificar um problema e decompor em problemas menores, em que é possível focar apenas nos detalhes importantes desses problemas e assim criar soluções para cada caso. A literatura se baseia principalmente em 4 pilares para orientar esse processo de solução de problemas, sendo eles: decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e algoritmo (BRACKMANN, 2017).

## 2.2 PILARES DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL

Em relação aos pilares do PC, o pilar de **decomposição** refere-se à divisão de problemas complexos em partes menores, para melhor visualização e entendimento, assim simplificando a resolução. Um problema complexo é mais difícil de ser interpretado para encontrar uma solução possível. Por este motivo, o método da decomposição auxilia a focar na resolução dos problemas de forma mais otimizada, facilitando o processo como um todo. Um exemplo deste pilar é a definição de algum plano, como um plano de férias ou de algum trabalho escolar grande.

O **reconhecimento de padrões** está atrelado à prática de identificar similaridades que alguns problemas podem compartilhar entre si. A habilidade de identificar padrões, no processo de ensino-aprendizagem de uma criança, pode ser fundamental para correlacionar informações para que tenha a obtenção do conhecimento sobre certos assuntos, como por exemplo a habilidade de leitura. Com o tempo, quanto mais informação sobre os mais diferentes temas, melhor será para conseguir reconhecer soluções de problemas mais complexos, ajudando então em sua capacidade cognitiva.

A **abstração** compreende o ato de filtrar os dados do problema, para que possa focar apenas nos elementos necessários para sua solução. Este pilar é importante para o processo de aprendizado pois é com ele que as pessoas podem reduzir a complexidade do problema, a fim de definir a ideia principal da mesma. A matemática, por exemplo, provê de uma linguagem universal e formal, o que ajuda para a construção de modelos computacionais, porém a abstração possibilitará compreender e poder analisar os processos assim desenvolvidos pela matemática, como por exemplo interpretar uma multiplicação como a repetição de uma soma.

Por fim, **algoritmos** são uma sequência de passos determinados, para a resolução do problema. Este pilar incorpora todos os outros três pilares para conseguir pôr em prática seus princípios (WING, 2006). De acordo com Brackmann (2017), os algoritmos podem ser entendidos como a solução do problema proposto, pois para a sua elaboração é necessária que se passe pelos 3 outros pilares anteriormente explicados.

Os quatro pilares do Pensamento Computacional são importantes para a resolução de problemas oriundos não apenas do âmbito matemático/computacional, como também para pro-

blemas cotidianos. O uso da **decomposição** no dia a dia pode ser exemplificado pela identificação de partes de algum eletrodoméstico a fins de descobrir a peça que está com algum defeito. O **reconhecimento de padrões** é útil, por exemplo, para organizar praticamente qualquer coisa que a pessoa queira. A **abstração** pode auxiliar no entendimento de certos acontecimentos como um todo, como em alguma investigação. Enquanto os **algoritmos** são úteis para servir como um passo a passo para a execução das atividades.

O jogo Pensar e Lavar utilizará como base todos os pilares de forma conjunta, por este motivo foi interessante o uso da definição do Pensamento Computacional na resolução de problemas usando os quatro pilares antes expostos. Em seções seguintes é possível encontrar como o PC é visto e utilizado na educação atual.

### 2.3 PENSAMENTO COMPUTACIONAL NO ENSINO BÁSICO

De acordo com Buckingham (2013), a maior parte do tempo tem-se limitado o potencial dos computadores aplicados à Educação com *softwares* de escritório. Porém essas máquinas podem oferecer bem mais que isso, principalmente considerando os conceitos que elas carrega consigo.

Na Europa, 13 países já contêm programação como disciplina obrigatória em seus ensinos básicos (SCHOOLNET, 2014). Por exemplo, em 2014 na Inglaterra entrou em vigência o Currículo Nacional Inglês (EDUCATION, 2013), em que implementou mudança da disciplina de Informática para se tornar a disciplina de Computação nas escolas do país. Nesta disciplina, no primeiro estágio da educação, dos 5 aos 7 anos de idade, é esperado que a criança esteja apta a compreender o que são algoritmos, usar o raciocínio lógico para prever o comportamento de programas simples, e criar e depurar programas simples.

O Programa Internacional de Avaliação do Aluno (PISA), em que mede as competências dos estudantes em diversas áreas da educação ao redor do mundo apontou que, de acordo com os números apresentados em relação às capacidades Matemáticas, o PC pode ter relação com o raciocínio da resolução de problemas. De acordo com Costa (2015) as habilidades incentivadas pelo PC se assemelha com as habilidades necessárias para responder os problemas matemáticos baseados na resolução de problemas.

Em PISA (2018) são mostrados dados que comprovam que o Brasil apresenta um desempenho inferior de mais de 100 pontos na média das notas na disciplina de Matemática, comparada à média dos estudantes dos países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), com os respectivos resultados de média em 384 e 489. Outro dado relevante sobre esta comparação vem do fato que 41% dos estudantes brasileiros não conseguiram atingir a pontuação mínima para serem considerados nível 1 em proficiência matemática; além disso apenas 9,1% dos estudantes da OCDE estão neste mesmo patamar. No nível 6 (o mais alto dessa classificação), encontram-se 2,4% dos estudantes da OCDE contra apenas 0,1% dos estudantes do Brasil.

Considerando apenas os dados brasileiros, as médias melhoraram no período de 2003 a 2018 (356 contra 384), por outro lado é válido ressaltar que este crescimento focou no período de 2003 até 2009, em que atingiu a média de 386 pontos. Após o ano de 2009 os resultados oscilaram de 377 até 389 pontos, mostrando que não existe uma melhora na proficiência matemática desde o ano de 2009.

De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) em BNCC (2017), “o conhecimento matemático é necessário para todos os alunos da Educação Básica, seja por sua grande aplicação na sociedade contemporânea, seja pelas suas potencialidades na formação de cidadãos críticos, cientes de suas responsabilidades sociais”. O Pensamento Computacional para o desenvolvimento das habilidades matemáticas é discutido em BNCC (2017) mostrando que a formulação de um senso crítico nos pilares do PC é essencial para o desenvolvimento do estudante e grande auxiliador da aprendizagem logo no Ensino Básico.

Assim como países europeus tiveram sua grade curricular modificada para o ensino de Computação, a BNCC é um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os estudantes devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica (BNCC, 2021). A base proposta em (BNCC, 2017) apresenta como norte formular os currículos dos sistemas e redes escolares do Brasil, com forma de indicações das competências e habilidades esperadas para os estudantes ao completarem seus estudos desde a Educação Infantil até o Ensino Médio. O Pensamento Computacional para o desenvolvimento das habilidades matemáticas é discutido em (BNCC, 2017), mostrando que a formulação de um senso crítico nos pilares do PC é essencial para o desenvolvimento do estudante e grande auxiliador da aprendizagem logo no Ensino Fundamental.

No Brasil, o Ensino Fundamental está subdividido do 1º ao 9º ano, o que estabelece em média as crianças de 6 aos 14 anos de idade. Em relação à sua organização, é separado em cinco áreas do conhecimento, sendo elas linguagens, matemática, ciências da natureza, ciências humanas e ensino religioso (BNCC, 2017).

Em Worthington e Carruthers (2003) é afirmado que os estudantes primeiramente enfrentam a Matemática como uma língua estrangeira desconhecida, em oposição a uma linguagem transparente universal, isso pode causar dificuldades e até desinteresse para o entendimento do assunto. Utilizando o PC para descrever soluções para o problema, é possível então dividi-lo em passos menores, gerando um entendimento mais compreensível, por exemplo.

Por seu caráter livre de temáticas fixas como melhor aprofundado na Seção 2.4, os Jogos Digitais Educacionais (JDE) podem apresentar a capacidade de inserir o Pensamento Computacional na educação, como já se encontrará relatos que serão apresentados no Capítulo 3.

## 2.4 JOGOS DIGITAIS EDUCACIONAIS

Jogos sérios (JS) são jogos em que o objetivo primário não é o entretenimento, mas sim aprimorar o interesse pela aprendizagem (PRENSKY, 2003). A aplicação dos JS podem

ser variadas, desde que o intuito seja instruir algum tema específico, como auxiliar na área da saúde, formação militar, educação colaborativa, formação profissional e entre outros setores (DERRYBERRY, 2007). Além da liberdade que se relaciona à temática, os JS podem também ser livres de ter qualquer tipo de história, em que o programa pode apenas colocar o usuário na aprendizagem do tema abordado sem algum tipo de introdução prévia.

Os JS podem ser aplicados aos mais diversos segmentos e um deles é a Educação, que com o tempo apresentou ser amplamente beneficiado pelo uso dos jogos digitais sérios como meios instrucionais para favorecer o processo de ensino-aprendizagem. Os JS proporcionam alterações positivas e inovadoras ao ensino da atual geração de estudantes (ANASTASIADIS; LAMPROPOULOS; SIAKAS, 2018). Assim, os jogos digitais com fins educativos, são um subgrupo dos JS e são classificados como Jogos Digitais Educacionais. Os JDEs são aplicados a contextos educacionais e precisam conter objetivos pedagógicos bem definidos, seguindo uma metodologia para a orientação do processo (PRIETO et al., 2005).

Os jogos são importantes ferramentas para o desenvolvimento e formação de criança, pois possibilitam a exploração intelectual e física, expandem habilidades de comunicação, libertam a imaginação, promovem a melhora do condicionamento físico e da saúde, além de auxiliar no desenvolvimento de competências como a leitura. Outros pontos contêm o pensamento matemático, a resolução de problemas e a ampliação de habilidades sociais, por meio da cooperação, compartilhamento e ajuda mútua (RAPEEPISARN et al., 2006).

Atualmente, os jogos são eficientes ferramentas instrucionais devido às suas características, pois possibilitam divertir e engajar, enquanto facilitam o aprendizado, aumentam a capacidade de retenção do conhecimento adquirido e exercitam funções mentais e intelectuais dos jogadores. Portanto, entende-se que as novas tecnologias inseridas nas salas de aula tornaram-se essenciais, não somente devido aos seus benefícios, mas também por atender às atuais necessidades sociais e culturais da sociedade (TAROUCO et al., 2004).

Os Jogos Digitais Educacionais são aplicações que podem auxiliar no ensino dos estudantes em diferentes áreas do conhecimento e em diversos assuntos pelo seu caráter de poder ter temática livre, podendo ter desde um traço mais sério e acadêmico quanto o perfil animado e motivador. Porém é necessário que as aplicações passem por avaliações. Deste modo o desenvolvedor poderá constatar se seus objetivos estão de fato sendo aplicados e se não há algum problema perante a usabilidade.

## 2.5 AVALIAÇÃO

A avaliação de Interação Humano-Computador (IHC) é uma atividade fundamental em qualquer processo de desenvolvimento que busque produzir um sistema interativo com alta qualidade de uso (BARBOSA; SILVA, 2010). Com isso, é possível para o avaliador julgar a qualidade de uso do sistema e identificar possíveis problemas de interação e interface que possam prejudicar a experiência do usuário.

Para o desenvolvedor, o objetivo principal da avaliação é a verificação do funcionamento do sistema, conforme solicitado pelo usuário. Assim, os critérios avaliados durante o processo de desenvolvimento podem estar relacionados à robustez e confiabilidade do sistema, por intermédio de testes funcionais, como os de caixa preta ou caixa branca (AVIZIENIS et al., 2004).

Em relação aos usuários finais, a avaliação de IHC compreende como objetivo validar se o sistema apoia esses usuários a atingirem seus objetivos (BARBOSA; SILVA, 2010). Ao contrário da perspectiva de avaliação do desenvolvedor, o mais importante é promover a fácil interação do usuário com a interface do sistema. Assim, a qualidade de uso de sistemas interativos está ligada aos pilares: usabilidade, experiência do usuário, acessibilidade e comunicabilidade (BARBOSA; SILVA, 2010).

Dessa maneira, ambas as avaliações, tanto do desenvolvedor quanto do usuários, são essenciais, pois refletirão diretamente na experiência do usuário final. Por este motivo, inúmeras são as avaliações realizadas que requerem a participação do usuário final. Sendo preferível que os avaliadores não tenham contato anterior com a concepção do sistema e assim tenham uma visão mais neutra a respeito do ponto de vista do usuário e de suas necessidades (PRATES; BARBOSA, 2003).

Na literatura, há diversos métodos de avaliação que possibilitam a obtenção de informações a respeito de sistemas interativos. Barbosa et al. (2021) classifica os métodos de avaliação em três grupos, sendo os métodos de investigação, inspeção e observação. Os métodos de investigação referem-se àqueles em que os avaliadores solicitam aos participantes que respondam perguntas a respeito do produto avaliado, podendo ocorrer antes ou depois do uso. Os métodos de investigação tem como finalidade a captura de métricas e opiniões. Barbosa et al. (2021) estabelece três principais métodos de investigação: Entrevistas, Questionários e Grupos de Foco.

Os métodos de inspeção permitem ao avaliador inspecionar um produto para prever possíveis consequências de decisões de design e não necessitam da participação do usuário final (BARBOSA et al., 2021). Nestes métodos, os avaliadores põem-se no lugar dos usuários com determinado perfil, experiência e conhecimento para que possam identificar dificuldades relacionadas ao design que estes supostos usuários poderão apresentar. De acordo com Barbosa et al. (2021), para este tipo de avaliação há três métodos mais usados: Avaliação Heurística (NIELSEN, 1994a), Percurso Cognitivo (WHARTON et al., 1994) e Inspeção Semiótica (SOUZA et al., 2006).

Métodos de observação permitem ao avaliador coletar dados sobre situações em que os integrantes avaliados realizam suas atividades, geralmente no ambiente real de uso, podendo ter ajuda computacional para a captação de dados ou não. Assim, é possível que o avaliador identifique dificuldades reais que os usuários (comumente, o público-alvo do projeto) tiveram. Os métodos de avaliação mais usados são: Teste de Usabilidade (RUBIN, 1994), Método de Avaliação de Comunicabilidade (PRATES; DINIZ; BARBOSA, 2007) e Prototipação em Papel (SNYDER, 2003).

Com base nos diversos métodos de avaliação disponíveis, é possível que a avaliação seja

realizada empregando mais de um dos métodos descritos acima, com o intuito de ampliar a validação do sistema interativo, abrangendo várias partes e assim, otimizar a sua usabilidade e melhorar a experiência do usuário.

### **2.5.1 Avaliação de Jogos Digitais**

Todos os sistemas interativos, incluindo os jogos digitais, necessitam de etapas de testes durante e ao fim do seu ciclo de desenvolvimento. No que tange a avaliações de JDEs, normalmente utiliza-se de testadores (estes, que podem ser da própria equipe de desenvolvimento ou então, utiliza-se de terceiros para o processo).

Ao realizar a avaliação de sistemas digitais, focando em jogos digitais, as métricas mais utilizadas são a usabilidade, incluindo aprendizagem do estudante, eficiência, memorabilidade, jogabilidade, erros e satisfação (ISBISTER; SCHAFFER, 2008), a plataforma dos jogos, que refere-se a estrutura pela qual os jogadores devem interagir com o ambiente e o jogo (VALLE et al., 2013), o design e a interface (BARCELOS et al., 2011). As avaliações de jogos digitais e suas respectivas métricas são importantes para validar se as qualidades ergonômicas, bem como, os propósitos primários estão de acordo com as necessidades do público-alvo (SANTOS, 2018).

## **2.6 AVALIAÇÃO DE JOGOS DIGITAIS EDUCACIONAIS NA LITERATURA**

Um mapeamento sistemático da literatura (MSL) foi realizado para identificar como os jogos sérios educacionais são avaliados na literatura, assim identificando dados sobre os instrumentos, avaliações e os jogos utilizados para esse fim. Este mapeamento foi desenvolvido por uma mestrandia do Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada (PPGCA), dois alunos da disciplina de IHC do PPGCA da Universidade do Estado de Santa Catarina juntamente com o autor deste trabalho que resultou na submissão do artigo referente ao Apêndice A para o Simpósio Brasileiro de Informática na Educação.

O processo do mapeamento seguiu o modelo de Petersen et al. (2008), em que consistiu de uma pesquisa seguida de processos de filtragem a fim de obter uma visão geral da literatura, de forma quantitativa. Primeiramente foram definidas as questões de pesquisa, com o foco em quantificar e descrever sobre a avaliação de jogos digitais educacionais. A questão primária foi a seguinte:

- Q1. Como os jogos digitais sérios educacionais são avaliados?

De maneira complementar, estabeleceram-se questões secundárias, com o objetivo de auxiliar no entendimento sobre os métodos de avaliação e como são aplicados:

- Q2. Quais métodos são utilizados nas avaliações?
- Q3. Quais critérios são avaliados?



- Q4. Quem avalia os jogos sérios?
- Q5. Em que contexto são avaliados?
- Q6. Para qual método de controle o jogo é desenvolvido?

Para fazer a busca, foi definida uma pesquisa prévia e, analisando as palavras-chave, foi encontrado que os seguintes conceitos se destacaram, sendo eles: (1) Avaliação, (2) Métodos, (3) Categoria e (4) Jogos, em que serviram como termos principais para auxiliar à aplicação de sinônimos para as buscas. Depois de diversas calibrações, a seguinte *string* foi considerada para fazer as buscas nas bases de dados:

*(evaluation OR assessment OR test) AND (model OR method OR framework OR scale) AND (serious OR educati\* OR appl\*) AND (game\* AND digital) (sendo \* equivalente ao caractere coringa).*

Os Mecanismos de Busca Acadêmicos utilizados foram o *Web of Science*, *ACM Digital Library* e *IEEE*, o que resultaram em 1221 trabalhos encontrados.

Após o levantamento de todos os artigos, o processo de filtragem foi executado. Os filtros foram separados em dois principais critérios: os Critérios Objetivos (CO) e os Critérios Subjetivos, que foram ainda subdivididos em Critérios de Exclusão (CE) e Critérios de Inclusão (CI). Os seguintes CO utilizados para a seleção dos artigos:

- Possuir acesso pela CAPES ou gratuito na web;
- Ser escrito em inglês ou em português;
- Ser artigo científico de periódicos e eventos;
- Artigos entre 2014 e 2021;
- Ser artigo completo (possuir quatro ou mais páginas);
- Ser artigo primário; e
- Artigos não duplicados.

Os CEs e CIs foram definidos para garantir que os trabalhos obtinham as informações necessários para a extração de dados. Os CEs tiveram o objetivo de remover trabalhos não pertencentes ao tema, para que esses resultados fossem utilizados para responder às questões de pesquisa. Todos os artigos analisados que atendiam ao menos um dos seguintes CEs citados foram removidos:

- CE1. Não ser Jogo Digital;
- CE2. Não ser jogo da área educacional;

- CE3. Apresentar métodos de avaliação sem testes;
- CE4. Jogos que não foram avaliados;
- CE5. Ser jogo 3D.

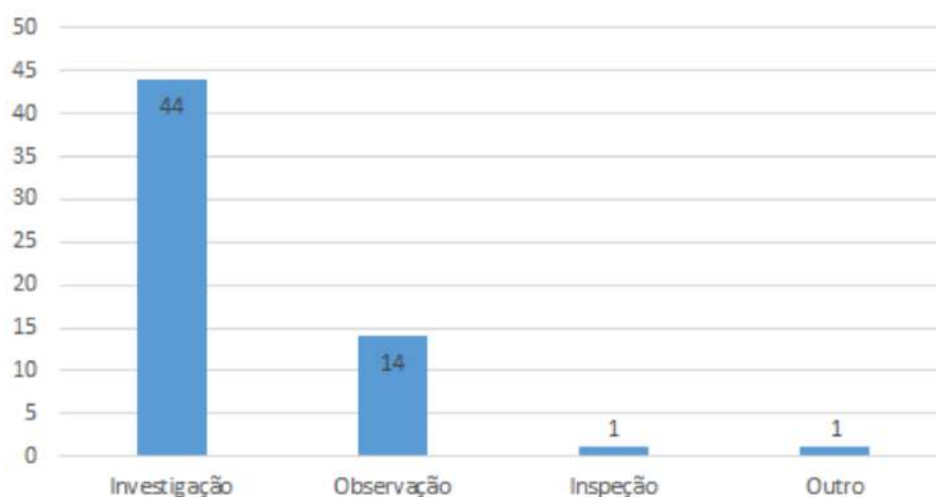
Após passar pelos Critérios de Exclusão citados, foi definido um CI, que caso atendesse a ele, o trabalho seria selecionado.

- CI1. Artigos que avaliem jogos e apresentem as formas de avaliação.

Após a filtragem dos 1221 artigos, 48 trabalhos foram aceitos onde apresentavam a avaliação de Jogos Sérios Digitais Educacionais e incluíam informações em relação aos métodos e processos realizados. Assim houve uma análise dos trabalhos para que assim respondessem às seis perguntas iniciais.

Como apresentado anteriormente, a avaliação de Interação Humano-Computador de sistemas computacionais visa a coleta de dados para determinar como os usuários finais devem utilizar o produto. Deste modo, respondendo a Q2, os métodos de avaliação apresentados pelos trabalhos obtidos seguiram a classificação em um ou mais dos grupos separados entre: **investigação**, **observação** e **inspeção**. A Figura 1 apresenta o gráfico quantitativo da classificação entre os três grupos. Como é possível perceber em maior número, utilizaram-se métodos de **investigação** para a avaliação dos jogos, principalmente questionários. Além disso, também houve um número significativo de artigos utilizando o método baseado em **observação**, como o estudo de campo.

Figura 1 – Grupo de Métodos de Avaliação

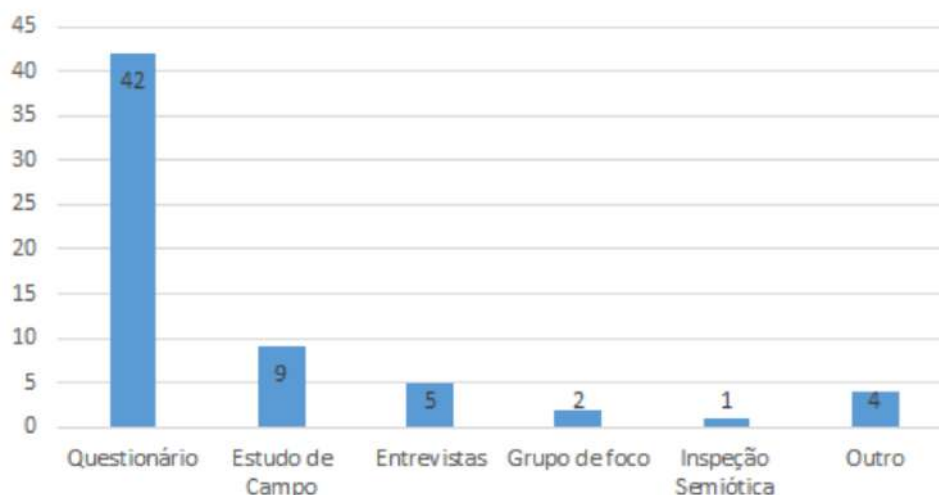


Fonte: O autor.

Confirmando a declaração de Barbosa et al. (2021), os questionários foram amplamente utilizados nas avaliações, como visto na Figura 2. Este fato pode ser motivado pela sua facilidade

de uso para a obtenção dos mais diferentes dados necessários para o estudo e também por sua possibilidade de se aplicar nos mais diferentes contextos com um grande número de indivíduos ao mesmo tempo, não necessariamente compartilhar o mesmo espaço geográfico.

Figura 2 – Métodos de Avaliação



Fonte: O autor.

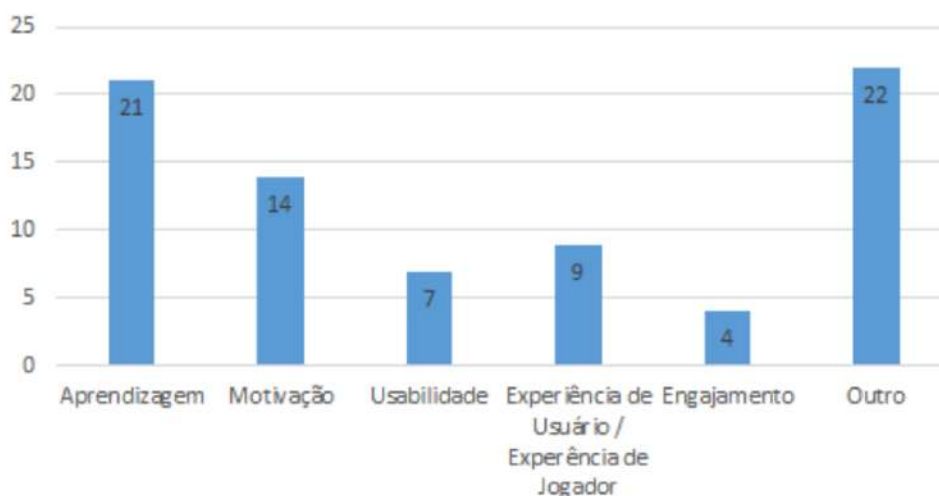
Em relação à classificação dos tipos de dados extraídos pelas avaliações, levantou-se que 45 trabalhos dispunham de dados quantitativos, e 12 qualitativos. É válido salientar que alguns trabalhos podem avaliar com mais de um método, por essa razão um trabalho pode quantificar tanto dados quantitativos quanto qualitativos. Para os dados quantitativos, foi usual encontrar o levantamento de informações por meio de questionários para quantificar o desempenho de aprendizagem e usabilidade, por exemplo. Por outro lado, os dados qualitativos foram obtidos por métodos como entrevistas ou estudos de campo.

O objetivo das avaliações realizadas nos artigos encontrados era validar determinados aspectos dos jogos, como a capacidade de promover a aprendizagem, motivação, engajamento nos estudantes ou então, a usabilidade do jogo em si, a satisfação em utilizar a ferramenta para aprender, entre outros objetivos. Deste modo, a Questão Secundária 3 foi respondida. Os trabalhos analisados foram classificados conforme os objetivos de maior ocorrência, considerando que estes objetivos foram levantados de acordo com a descrição dos autores dos artigos, conforme pode ser visualizado na Figura 3. Os outros critérios identificados incluíam afetividade, compaixão, ansiedade, carga cognitiva, etc..

Em relação ao contexto da avaliação dos jogos, constatou-se que a maioria dos estudos realizou a avaliação pelos próprios pesquisadores (46 trabalhos). Também em dois artigos, os jogos foram avaliados por educadores e apenas um artigo a avaliação ocorreu com especialistas e pesquisadores, assim respondendo a Q4.

Sobre a identificação do público participante das avaliações (Q5), praticamente todos os jogos envolveram avaliações com o público-alvo, no caso, os estudantes. Em relação à amostra,

Figura 3 – Objetivos da avaliação



Fonte: O autor.

o menor número foram apenas 2, que no caso, os participantes eram especialistas. Ao considerar apenas jogos em que os avaliados eram os estudantes, a menor amostra foi 8. Considerando os trabalhos que apresentam a quantidade de participantes, a mediana das amostras é de 50 avaliados, com as idades variando entre 4 e 55 anos.

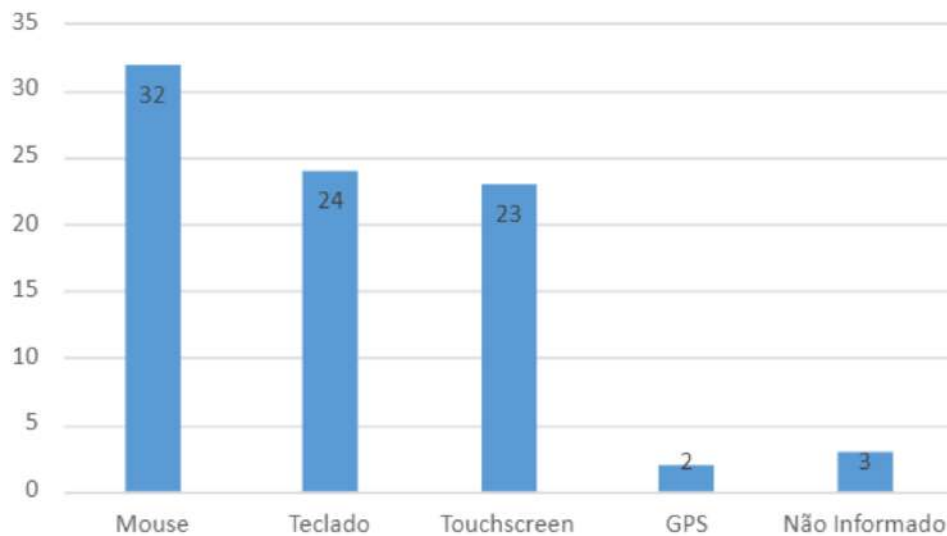
Para a classificação dos estudantes participantes das avaliações, houve a separação conforme a idade e/ou nível de escolaridade descrito nos artigos. Entretanto, devido às subdivisões escolares de diversos países não terem um padrão em comum, adotou-se a subdivisão brasileira, sendo a seguinte: Educação Infantil (de 0 a 6 anos) (6 Artigos), Ensino Fundamental (de 7 a 14 anos) (21 Artigos) e Ensino Médio (de 15 a 17 anos) (4 Artigos). Também foram encontrados casos de trabalhos voltados ao Ensino Superior (15 Artigos) e para o Ensino Especial (1 Artigo).

Além de artigos considerando estudantes como os participantes, encontrou-se também um caso que participaram ambos educadores e estudantes, 2 casos que avaliaram apenas com educadores, um caso que foram avaliados visitantes de um museu e mais um caso de pessoas que falavam alemão.

Levando em consideração a Q6, tem-se o levantamento dos dados referentes aos dispositivos de controle utilizados nos jogos avaliados. Conforme a Figura 4, é possível perceber que a grande maioria dos jogos utilizam o *mouse* como dispositivo principal de controle. Dentre os artigos avaliados, 17 deles apresentaram apenas um dispositivo de entrada, 28 apresentaram mais de um dispositivo e 3 trabalhos não informaram. Houveram também casos de jogos multiplataforma, em que 12 deles trabalharam com *mouse* e/ou teclado, porém também houve o *touchscreen* como entrada, por fim, 2 artigos utilizaram a geolocalização como controle de jogo.

A realização do mapeamento possibilitou constatar o estado da arte considerando os Jogos Digitais Educacionais avaliados no período de 2014 até 2021, compreendendo que os JDEs são uma ferramenta de ensino dinâmica e atrativa, gerando motivação e diversão aos estudantes.

Figura 4 – Dispositivos de controle



Fonte: O autor.

Considerando que, devido ao seu contexto sério, muitas das avaliações foram realizadas para a garantia da qualidade no produto final.

Com base na Q1, identificou-se que os JDEs são avaliados considerando diferentes critérios (usabilidade, experiência de jogador, aprendizagem, motivação, etc.) e inúmeros métodos. Desse modo, ao realizar as avaliações, os métodos podem ser usados em conjunto para análise de mais de uma característica do jogo, tornando a avaliação mais completa. Por este motivo, essa é uma importante etapa do processo de desenvolvimento, a qual deve ser bem elaborada para garantir que o jogo cumpra com o seu objetivo dentro do ambiente escolar.

## 2.7 CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO

Neste capítulo, apresentaram-se as fundamentações teóricas para os conceitos necessários a fim de uma compreensão dos assuntos necessários para a concepção do trabalho. Ao longo do capítulo pôde-se compreender a importância que os conceitos provindos dos pilares do PC podem causar positivamente no processo de ensino-aprendizagem dos estudantes.

Muitas vezes, é necessário que existem boas técnicas de ensino para que os estudantes possam ter interesse pela matéria lecionada, o que pode ser um desafio a se conquistar hoje em dia. Por este motivo, o emprego de jogos educacionais podem servir como auxiliares na motivação do aprendizado.

Com o jogo desenvolvido, é necessário que uma avaliação seja feita, a fim de analisar se o objetivo de auxiliar os educadores nos estímulos dos estudantes está de fato sendo realizada. No próximo capítulo será apresentado outros trabalhos encontrados na literatura em que utilizam os mesmos conceitos apresentados neste capítulo.

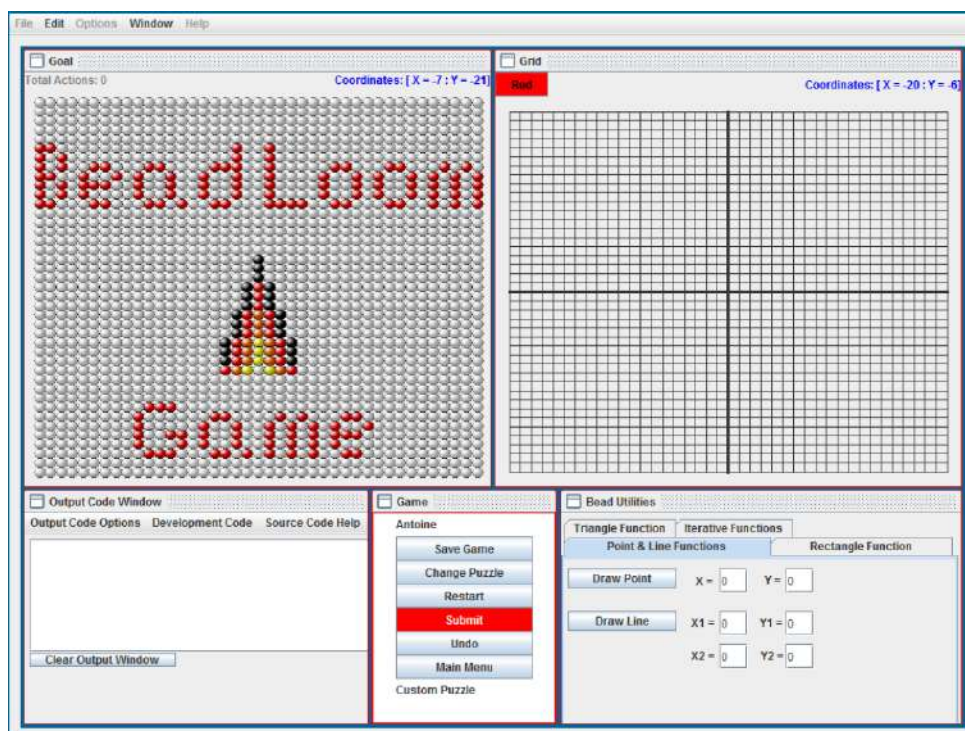
### 3 TRABALHOS RELACIONADOS

Neste capítulo haverá a apresentação e a discussão de alguns trabalhos relacionados disponíveis na literatura. Os trabalhos escolhidos para a apresentação são resultados de uma pesquisa bibliográfica pelo tema de JDE voltada à temática de Pensamento Computacional porém com a particularidade de ter sua avaliação documentada no corpo do trabalho. Houve também um trabalho relacionado escolhido por meio do Mapeamento Sistemático da Literatura apresentado na Seção 2.6.

#### 3.1 BEADLOOM GAME

Em Boyce et al. (2011) foi desenvolvido uma versão ao jogo denominado *Virtual Bead Loom*, em que o usuário utiliza de comandos com funções para fazer desenhos em uma tela em forma de rede. Na versão desenvolvida no trabalho, *BeadLoom Game* tem como objetivo para o usuário criar o desenho requerido utilizando o menor número de comandos. O jogo premia o usuário com medalhas de acordo com seu desempenho em relação ao número ótimo de comandos. A Figura 5 ilustra a tela inicial do jogo *BeadLoom Game*.

Figura 5 – Tela inicial do jogo **BeadLoom Game**



Fonte: Boyce et al. (2011).

De acordo com os autores, os conceitos de Pensamento Computacional de decomposição e reconhecimento de padrões são os mais abordados durante o jogo. Durante as aulas sobre PC os autores ensinaram sobre o assunto ao longo da semana, e nas sextas-feiras os alunos eram

incentivados a exercitar o conteúdo, podendo livremente escolher entre o jogo original, a versão nova desenvolvida e algumas outras ferramentas.

A avaliação do experimento foi feita com estudantes do Ensino Médio utilizando testes antes, durante e depois da utilização da ferramenta escolhida para o exercício. Os resultados obtidos mostraram melhoras satisfatórias entre o pré e o pós teste, havendo divergências dos resultados nos dos questionários dos testes feitos durante o programa. Um fator que pode se destacar foi o fato dos resultados serem muito positivos em relação à diversão e motivação dos métodos de aprendizado. Constatou-se que 71,2% dos avaliados disseram preferir a nova versão desenvolvida ao **Virtual Bead Loom**, sendo que os maiores motivos para essa escolha foram: a competição, seguido da diversão, fator social, desafio e objetivos.

Em conclusão, o jogo desenvolvido atingiu seu desempenho esperado, mostrando melhoras nos resultados com uma taxa considerável, tanto comparando com o original *Virtual Bead Loom*, quanto às outras ferramentas que usaram nos testes para comparação. De acordo com Boyce et al. (2011), os resultados mostraram que incorporar elementos de jogos em softwares educacionais pode incrementar ganhos no aprendizado de uma forma divertida e desafiadora sem se perder dos objetivos de ensino.

Apesar dos estudos serem voltados para um comparativo entre *BeadLoom Game* e *Virtual Bead Loom*, o artigo produzido por Boyce et al. (2011) pode servir de auxílio pois, além de estar dentro das temáticas do jogo do presente trabalho, também serviu como auxiliador para a análise os métodos de avaliação.

### 3.2 THE FOOS

O jogo The Foos foi desenvolvido por Spark (2021) avaliado por Gomes (2015) para auxiliar a difusão do Pensamento Computacional. Neste jogo, os jogadores, que em seu público-alvo são crianças a partir de cinco anos de idade, devem guiar as ações dos personagens em forma de *drag-and-drop* de forma algorítmica para que façam tarefas específicas que são apresentadas na tela. Segundo Gomes (2015), o jogo aborda os seguintes conceitos: Lógica, Sequenciamento, Reconhecimento de Padrões, Controle de Fluxo, Pensamento Algorítmico e Solução de Problemas. A Figura 6 a seguir apresenta uma das fases do jogo.



Figura 6 – Exemplo de uma fase do jogo *The Foos*



Fonte: (GOMES, 2015).

Sobre a utilização do PC, os autores desenvolveram o jogo utilizando os 4 pilares do Pensamento Computacional. De acordo com os autores, a Decomposição foi representada pela partilha das fases, tendo em mente que cada fase tem uma missão, e que para resolvê-la deve decompor em problemas menores. O Reconhecimento de Padrões é um dos tópicos principais da jogabilidade, em que o jogador precisa identificar os padrões de conjunto de ações que é preciso repetir para que o jogador resolva os problemas que lhe foram atribuídos. A Abstração é utilizada por meio da análise das possibilidades que os usuários podem fazer para a resolução de cada fase, enquanto para o pilar de Algoritmos em conjunto do Reconhecimento de Padrões é a construção da sequência de passos para conseguir chegar ao final da fase.

Para a avaliação foram utilizados dois modelos de avaliação: formativo e objetivo. A avaliação formativa observou quais são as dificuldades e quais foram as funcionalidades desenvolvidas para ajudar o usuário que não conseguiram atingir o objetivo esperado. Tal processo realizou-se em duas escolas com estudantes na faixa de idade entre cinco e sete anos de idade durante as aulas de informática com a utilização de *tablets*. A utilização do jogo durante os testes em sala tiveram também instruções de que poderiam requisitar ajuda caso necessário. Houve também o teste em domicílio com três crianças previamente conhecidas por uma das pesquisadoras, porém as regras sofreram algumas mudanças como a presença obrigatória dos responsáveis e que caso requisitassem auxílio, a resposta seria em forma de outro questionamento, a fins de estimular o pensamento individual.

Para a avaliação objetiva, Gomes (2015) utilizou a proposta desenvolvida por (CAMPOS,



1989) com os critérios dos modelos de Mucchielli (JUNIOR, 2014; NESBIT J. C.; BELFER, 2003; ROCHA, 1987). Os critérios selecionados pelos autores foram as seguintes: facilidade de uso, design da tela, apresentação da informação, afetividade, motivação, objetividade, papel do instrutor, estruturação, controle do aluno e aprendizado cooperativo. Todos os critérios mencionados tiveram a atribuição de um sistema de pontuação de 1 a 5, sendo péssimo (1), ruim (2), regular (3), bom (4) e excelente (5). No final quatro pesquisadores avaliaram o jogo separadamente utilizando os critérios pré definidos para então fazer a comparação dos resultados.

Os resultados obtidos foram que os testes feitos nas residências tiveram mais incidências de pedidos de auxílio em relação aos testes feitos nas escolas. Outro ponto importante levantado no desfecho do trabalho foi que algumas funcionalidades para ajudar o usuário não obtiveram o desempenho esperado, no qual houve vários incidentes de pedidos de auxílio por parte do público-alvo, como o não entendimento de que a mão na interface indicava ajudas para que se pudesse prosseguir com o jogo. Outros incidentes foram que as crianças não pensavam no que estava acontecendo na tela, apenas clicavam e observavam se algo acontecia.

Os momentos críticos nos testes de Gomes (2015) foram em relação aos casos de quando novos blocos foram apresentados. As crianças não entenderam direito esses momentos e apresentaram diversos pedidos de ajuda, evidenciando que o sistema de ajuda não era suficiente, tornando-se claro que para o melhor aproveitamento do jogo, um professor era necessário para explicar os conceitos mais avançados.

O trabalho de Gomes (2015) trouxe bastante informação relevante para a presente pesquisa, principalmente pelo fato de ter a finalidade de auxiliar na difusão dos conceitos de PC, e com a peculiaridade de ter o público-alvo quase semelhante ao estipulado inicialmente pelo grupo de discussão do presente trabalho. Com os resultados positivos obtidos pelo autor de *The Foos*, pôde-se ter uma noção de que *Super ThinkWash* apresentará resultados relevantes a se considerar nas análises finais.

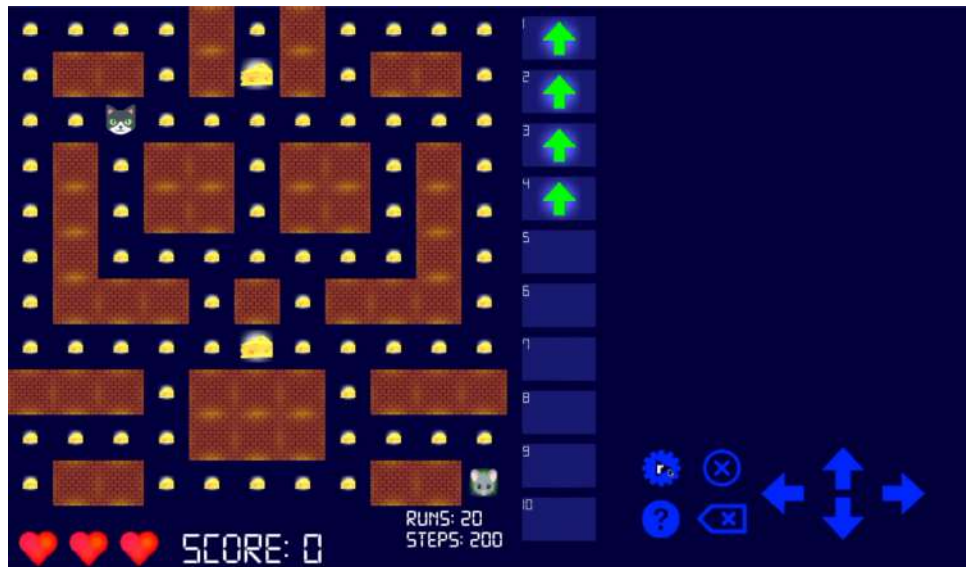
### 3.3 AUTOTHINKING

O trabalho de Hooshyar et al. (2021) apresenta a avaliação do jogo *AutoThinking*, um jogo digital educacional desenvolvido em Hooshyar et al. (2019) para promover as habilidades de PC dos estudantes. De acordo com os autores, as habilidades de PC que o jogo promove são: Identificação de Problema e Decomposição, Construção de Algoritmos, Depuração e Simulação. Enquanto os conceitos de Pensamento Computacional utilizados por eles foram: Sequência, Condicionais e *Loop*.

*AutoThinking* consiste em três níveis nos quais o jogador usa o *mouse* para desenvolver as estratégias de solução dos níveis com formulações de sequência de ações. Neste jogo, a temática abordada é de que o usuário controla um rato que, dentro de um labirinto, precisa coletar todos os pedaços de queijo enquanto foge de gatos que tentam o pegar. De acordo com os autores, existem 20 soluções diferentes para coletar todos os pedaços de queijo no mapa, porém recebem

pontos bônus caso adotem soluções que utilizam vários conceitos de PC. Na Figura 7 é possível observar um exemplo de uma fase do jogo.

Figura 7 – Exemplo de uma das interfaces do jogo *Autothinking*



Fonte: Hooshyar et al. (2021).

Hooshyar et al. (2021) fizeram avaliação do jogo entre estudantes de 11 e 12 anos de idade em quatro salas do ensino básico. Primeiramente, os estudantes responderam um pré-teste sobre o tema do PC, após a resolução do teste, os estudantes tiveram uma aula de aproximadamente uma hora sobre os conceitos básicos e essenciais do PC, sendo que todo o assunto abordado pelo professor é abordado no jogo *AutoThinking*. Após a aula, os estudantes do grupo de controle tiveram sessões de visualização de vídeos educacionais, discussões e desenvolvimento de tarefas sobre PC. Em contrapartida, os alunos do grupo experimental jogaram o jogo desenvolvido, sendo que os autores garantiram que todo o assunto abordado em ambos os grupos fossem idênticos. Por fim, toda a população do experimento respondeu um questionário pós-teste.

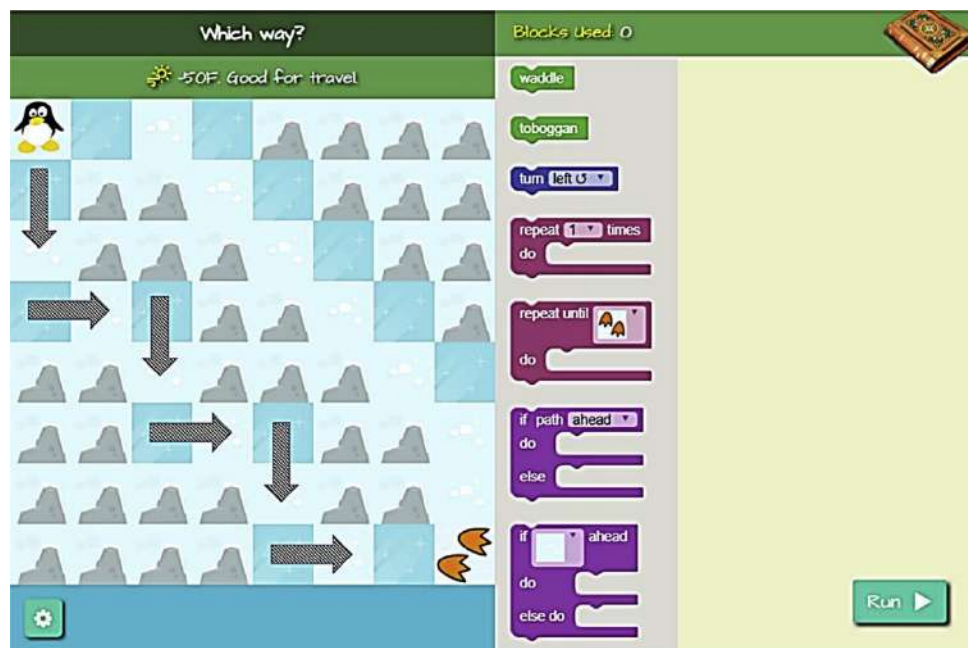
Os resultados da avaliação mostram que as habilidades e conhecimentos dos conceitos de PC dos estudantes que jogaram o *AutoThinking* foram simultaneamente acessados, e que de acordo com os resultados dos testes, os estudantes do grupo que fizeram a avaliação do jogo tiveram um aprimoramento superior no que diz respeito aos conhecimentos que os autores compartilharam. Outro ponto a se destacar foi em respeito à motivação. De acordo com Hooshyar et al. (2021), a avaliação mostrou que aprender PC por meio de jogos incentiva mais o interesse dos usuários do que métodos tradicionais de ensino.

*Autothinking* demonstra sua relevância para o presente trabalho pelo motivo de estar tanto dentro do tema Pensamento Computacional com crianças. Outro ponto de interesse para o trabalho é conter uma metodologia com o público-alvo que pode se mostrar proveitosa a se considerar para a implementação que o autor planeja fazer na segunda parte do trabalho.

### 3.4 PENGUIN GO

*Penguin Go* foi um jogo desenvolvido por Zhao e Shute (2019) com o intuito de desenvolver o Pensamento Computacional de estudantes do Ensino Médio. Com o pretexto baseado no comportamento reprodutivo dos pinguins-imperadores; *Penguin Go* usa esta narrativa para que o usuário, por meio de blocos de pseudo-programação predeterminados, programe os movimentos que o pinguim deve tomar para que ele possa atravessar a área em que o nível está desafiando, assim como pode-se observar na Figura 8.

Figura 8 – Exemplo de uma tela do jogo *Penguin GO*



Fonte: (HOOSHYAR et al., 2021).

O pensamento algorítmico, um dos pilares do PC, é abordado neste jogo por meio do desenvolvimento de uma sequência de passos para que o pinguim se mova. Outro ponto tratado neste jogo foi o da lógica condicional, pois existem momentos em que o pinguim precisa se mover de maneiras específicas, onde mesmo que na teoria a programação diz que o pinguim irá se mover, ao analisar o campo será notório que alguns passos deverão ser tratados primeiro. Por último, a depuração é outro ponto do PC tocado por este jogo ao requerer que os estudantes revisem código programado caso algum problema seja encontrado. De acordo com os autores, outros componentes do PC podem ser envolvidos dependendo da complexidade dos desafios, porém não é comentado especificamente quais são.

Os estudantes avaliados compareceram em três sessões. A primeira sessão serviu para responder um questionário pré-teste antes da utilização do jogo. A segunda sessão durou cerca de 60 minutos e sua finalidade foi jogar o jogo proposto pelos pesquisadores. A terceira e última sessão começou com 20 minutos de jogo seguido da aplicação de um pós-teste para que possibilitasse a comparação de desempenho.

De acordo com Zhao e Shute (2019), *Penguin Go* deu suporte à hipótese o jogo desenvolvido teria um impacto positivo sobre as habilidades de Pensamento Computacional em estudantes do Ensino Médio. Por outro lado, os resultados também mostraram que as atitudes dos estudantes perante a Ciência da Computação não tiveram aumento significativo para que esta questão fosse de fato confirmada como verdadeira, deste modo os autores puderam afirmar que a melhora das habilidades de PC não influenciaram no olhar dos alunos em relação à CC.

Zhao e Shute (2019) desenvolveu *Penguin Go* com finalidades semelhantes com a do presente trabalho, porém utilizou o público-alvo um pouco mais velho: estudantes do Ensino Médio. O modo de prosseguir com a avaliação pôde trazer mais informação nas discussões dos métodos sendo que os resultados se mostraram positivos em uma avaliação de 3 sessões com os estudantes.

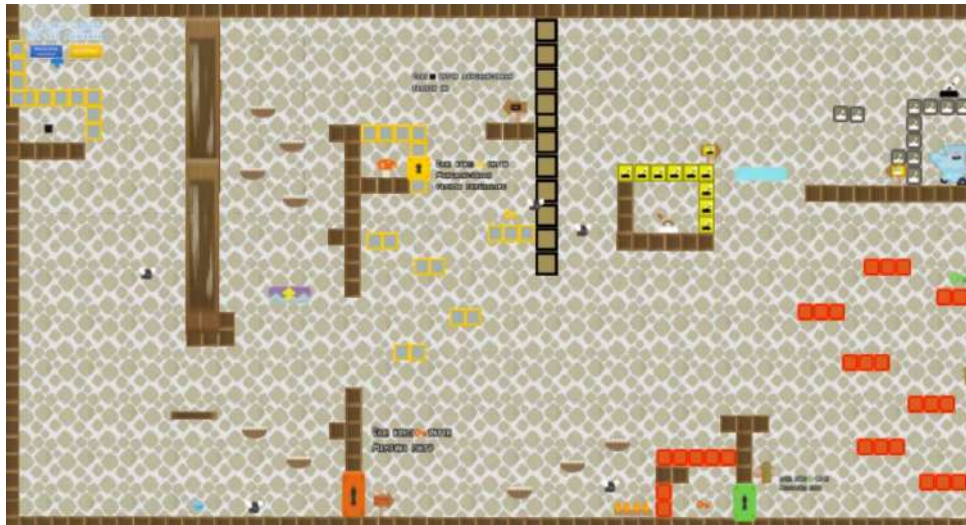
### 3.5 BERBAS CHALLENGE

Outro projeto que está relacionado a temática do presente trabalho é o apresentado por (YULIANA et al., 2019a) que utilizam da iniciativa *Berbas Challenge*, uma organização internacional que visa promover a informática e o Pensamento Computacional em vários países para estudantes de várias idades em forma de um jogo digital educacional. O jogo em questão é normalmente supervisionado por professores que podem integrá-lo nas suas atividades de ensino sendo que para a sua avaliação, Berbas é composto de duas partes: questionário de múltiplas escolhas e problemas interativos (BERBAS, 2021).

O jogo em si primeiramente conta com a explicação direta do que são os 4 pilares do Pensamento Computacional, seguido de alguns exercícios básicos de fixação para melhor entendimento do estudante. Para a Decomposição, o usuário necessita arranjar em ordem várias datas de calendário em mês e ano. A forma de exercitar a Abstração foi a de pegar os desenhos geométricos pré determinados na parte inferior para inferir quais gravuras fariam parte da composição do desenho final ou até mesmo inferir dos desenhos iniciais qual seria o resultado da junção entre elas. O Reconhecimento de Padrões é mostrado com o reconhecimento de padrão de formas geométricas, enquanto para Algoritmos é mostrada a sequência de um processo de uma receita de arroz frito.

A seguir, a Figura 9 ilustra um dos *mini-games* contidos em *Berbas Challenge*.

Figura 9 – Exemplo de um dos *mini-games* do *Berbas Challenge*



Fonte: (YULIANA et al., 2019a).

Yuliana et al. (2019a) utilizou do método *ADDIE* de desenvolvimento (Análise, Design, Desenvolvimento, Implementação e Avaliação) em um total de 14 estudantes entre a 4ª e 5ª série. Cada aluno recebeu um questionário pré-teste e pós-teste para a coleta de dados. O design escolhido para aplicar a avaliação foi a seguinte: ensinar os conceitos dos 4 pilares do PC (decomposição, abstração, reconhecimento de padrão e algoritmo) e após as instruções, aplicar o pré-teste, jogar o *Berbas Challenge* para então aplicar o pós-teste.

O desempenho dos estudantes no jogo foi considerado um sucesso: 50% dos usuários atingiram o desempenho máximo, enquanto apenas 21,43% dos testes obteve a nota mínima. Os resultados da eficácia do uso dos jogos para a fixação do conteúdo de PC para os estudantes também se formaram positivas: no pré-teste a nota média de acertos entre todos os alunos foi de 74,28% enquanto a média do pós-teste foi de 83,57%.

De acordo com Yuliana et al. (2019a) os resultados demonstraram que o uso dos jogos para o aprendizado dos fundamentos de Pensamento Computacional se mostrou viável. Isso demonstra sinais positivos para que o ensinamento de PC seja aplicado em crianças, não apenas para que sigam a carreira da Ciência da Computação, mas para ser um bom suporte para criar, descobrir e resolver problemas em questões também fora do âmbito tecnológico.

O método de análise proposto por Yuliana et al. (2019a) em que é feita uma aula para os estudantes demonstrou ser de grande interesse na pesquisa. Os números resultantes mostrando que o grupo com a aplicação do jogo no processo de ensino-aprendizagem demonstrou serem maiores que os resultados do grupo que exploraram o mesmo tema de PC com os métodos tradicionais de ensino foram animadores para que a continuação da pesquisa fosse feita.

### 3.6 SUPER THINKWASH

Um trabalho relacionado que deve se destacar é o de Felipe (2021) que é o precursor direto do trabalho escrito até o momento. Felipe (2021) desenvolveu em seu trabalho de conclusão de curso o jogo educacional chamado *Super ThinkWash* com o intuito de contribuir para o ensino do Pensamento Computacional no Ensino Fundamental I. Neste jogo o usuário utilizará os pilares do PC para completar tarefas do cotidiano, que no caso o escolhido foi o ato de lavar roupas. Utilizando controles com o mouse em estilo *drag-and-drop* o jogador precisa fazer todo o processo desde a escolha de roupas até o momento de guardar as roupas no lugar correto, sendo que em cada etapa é necessário utilizar um ou mais pilares do Pensamento Computacional.

O método de propagação dos fundamentos e pilares do PC neste jogo se difere dos outros trabalhos, tendo em mente que cada fase contou com mais de um fundamento do Pensamento Computacional e os conceitos do mesmo pilar foram usados de maneira diferente entre as fases. Como o presente Trabalho de Conclusão de Curso conta com a continuação de (FELIPE, 2021), este tema será abordado com mais profundidade nos capítulos seguintes.

Os conceitos que Felipe (2021) utilizou em sua obra foram abstração, habilidade matemática, decomposição, reconhecimento de padrões e algoritmos. Sendo que a avaliação do trabalho final foi em forma de questionários com três estudantes da graduação de computação que já completaram a disciplina de Interação Humano Computador, além dos testes unitários e de integração feitos pelo próprio autor. Por motivos de tempo não houve a possibilidade de avaliação com o público-alvo.

Os testes com os estudantes foram de forma remota, com o objetivo de testar as funcionalidades mais importantes e relatar os detalhes em um questionário online. O jogo foi distribuído por e-mail junto com um arquivo de instruções para testar as funcionalidades mais relevantes.

Nos resultados dos testes, constatou-se que era necessário aperfeiçoamentos na parte visual, no design do jogo, com foco na padronização dos botões e posicionamento dos elementos. Três falhas graves foram detectadas, corrigidas pelo autor antes para a entrega final do trabalho. Felipe (2021) também destacou que no *feedback* dos *testers*, também houveram sugestões para melhoria do jogo. Muitas das melhorias estão relacionadas ao posicionamento e sequência das telas e botões, porém nenhuma sugestão que mudaria o andamento da *gameplay*. O autor também comentou que houveram *feedbacks* positivos em relação ao jogo em geral, destacando que esse jogo é uma maneira diferente e criativa de trabalhar o PC, além de ensinar de forma interativa boas práticas domésticas.

Em sua conclusão, além de declarar que atingiu o objetivo geral do trabalho, o de contribuir para o desenvolvimento do PC em estudantes do Ensino Fundamental I por meio de um jogo digital educacional, Felipe (2021) afirma que o PC pode ser aplicado não apenas na matemática, mas também em outras ciências e em atividades do cotidiano. Felipe (2021) também frisa para que instituições ligadas ao assunto continuem incentivando o uso do Pensamento Computacional para que assim tenha cada vez mais trabalhos comprovando a eficácia do PC na

aprendizagem das crianças.

### 3.7 ANÁLISE COMPARATIVA

Nesta seção é apresentada a Tabela 2, em que consiste em expor os dados relevantes para o presente trabalho, sendo eles dados sobre a avaliação de Jogos Digitais Educacionais com a temática de Pensamento Computacional.

Tabela 2 – Comparação entre os Trabalhos Relacionados

| <b>Autores</b>          | <b>Pilares/Conceitos Relacionados</b>                                                                                                                                                              | <b>Público-Alvo</b>                                                                       | <b>Método de Avaliação</b>                                                                       |
|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Boyce et al. (2011)     | Decomposição e reconhecimento de padrões                                                                                                                                                           | Estudantes do Ensino Médio                                                                | Testes antes, durante e depois da utilização da ferramenta                                       |
| Gomes (2015)            | Decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e algoritmos                                                                                                                                    | Crianças a partir de 5 anos de idade                                                      | Pré e pós teste, juntamente com observação. Além de um teste de usabilidade com os pesquisadores |
| Hooshyar et al. (2019)  | Identificação de Problema e Decomposição, Construção de Algoritmos, Depuração e Simulação. Enquanto os conceitos do Pensamento Computacional utilizados são: Sequência, Condicionais e <i>Loop</i> | Estudantes de 11 e 12 anos de idade                                                       | Pré e pós teste, com grupo de controle para comparação dos resultados                            |
| Zhao e Shute (2019)     | Pensamento algorítmico, lógica condicional, e outros não especificados                                                                                                                             | Estudantes do Ensino Médio                                                                | Pré e pós teste                                                                                  |
| Yuliana et al. (2019a)  | Decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e algoritmos                                                                                                                                    | Estudantes de 4ª e 5ª série                                                               | Pré e pós teste                                                                                  |
| Felipe (2021)           | Decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e algoritmos                                                                                                                                    | Crianças de 6 a 10 anos de idade                                                          |                                                                                                  |
| Proposta deste trabalho | Decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e algoritmos                                                                                                                                    | Crianças de 8 a 10 anos de idade que tenham conhecimentos básicos de leitura e aritmética | Observação dos estudantes e entrevista com os educadores                                         |

Fonte: Próprio autor.

### 3.8 CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO

Muitos são os trabalhos que envolvem a questão de JDE voltados para o exercício dos conceitos do Pensamento Computacional. Como visto no Capítulo 2, o PC pode servir de utilidade para várias questões dentro e fora da Computação, assim como pode promover melhor raciocínio para os estudantes resolverem os problemas que lhe são propostos durante suas aulas.

Em relação aos trabalhos relacionados, os métodos de avaliação tiveram um padrão em manter um pré e pós-teste, salvo casos que tiveram algumas particularidades a mais, como o caso de Hooshyar et al. (2019) que utilizou um segundo grupo para servir de controle, ou Boyce et al. (2011) que fez um teste a mais: entre as sessões de teste do público-alvo. Em Gomes (2015) utilizou-se a ferramenta de observação, a mesma que será empregada neste trabalho, porém não houve a entrevista com os educadores responsáveis pelos estudantes para ter uma visão profissional sobre o impacto que o emprego do jogo pode causar no processo de ensino-aprendizagem.

Uma comparação direta entre a contribuição do presente trabalho e cada um dos trabalhos relacionados já se fez presente na descrição de cada trabalho relacionado. Com a leve exceção do trabalho de Felipe (2021) em que o tema se manteve para a adição de novas funcionalidades no jogo, se pode enfatizar que uma das maiores diferenças deste trabalho em relação aos descritos no capítulo é de fato seu tema ser uma combinação de atividades do cotidiano de uma forma interativa, sendo que em nos trabalhos encontrados tiveram sua maioria temas menos expressivos nos dias dos estudantes, como o caso de Hooshyar et al. (2021), Zhao e Shute (2019), Yuliana et al. (2019a) e Gomes (2015); ou apenas não apresentando uma temática para o jogo, como o jogo de Boyce et al. (2011).

Outra diferença relevante a se considerar é a avaliação, em que cada obra analisada teve sua metodologia distinta. Um dos fatores a escolher o modo a avaliar o jogo veio com o auxílio da junção dos dados levantados no Mapeamento Sistemático da Literatura (apresentado na Seção 2.6) e dos dados aproveitados nos trabalhos relacionados apresentados ao longo deste capítulo.



## 4 PENSAR E LAVAR

Neste capítulo será apresentado o Jogo Digital Educacional denominado Pensar e Lavar, desenvolvido originalmente em Felipe (2021) que contou com sua continuação neste trabalho. Além da avaliação do jogo digital, este trabalho conta em prosseguir o desenvolvimento do mesmo, a fim de continuar com a contribuição para o desenvolvimento do Pensamento Computacional para estudantes do Ensino Fundamental I, utilizando a temática do aprendizado das atividades do cotidiano, que no caso escolhido foi o processo de lavagem de roupas.

### 4.1 O JOGO

Pensar e Lavar foi desenvolvido com o objetivo de ser um jogo digital educacional para auxiliar no desenvolvimento do Pensamento Computacional em estudantes do Ensino Fundamental I. Neste jogo, o estudante jogará por 3 fases diferentes, em que cada uma delas foi subdivididas em 4 níveis de dificuldade: aprendizagem, fácil, médio e difícil. Estas fases abordam ao menos um dos pilares do PC expostos na Seção 2.2, com o intuito de promover o desenvolvimento das habilidades do PC aos jogadores.

Como o tema é o processo de lavagem de roupas, o jogo por inteiro retrata o pilar da Decomposição, pois o problema da lavagem subdividiu-se entre suas três fases: separar as roupas, lavar as roupas e guardar as roupas. Na Tabela 3 é possível observar os níveis como inicialmente projetados em Felipe (2021). Em seções seguintes será possível examinar as mudanças da estruturação das fases, bem como a explicação do motivo de tais mudanças.

Tabela 3 – Planejamento inicial das fases e níveis do jogo Pensar e Lavar

| Nível   | Fase 1; Separar roupas                            | Fase 2 ; Lavar roupas                                     | Fase 3; Guardar roupas                                                                                |
|---------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fácil   | 2 cestos: limpas e sujas                          | colocar as roupas sujas, o sabão e ligar a máquina        | 6 roupas: pesos iguais(5), 3 gavetas com capacidade (15/10/5)                                         |
| Médio   | 2 cestos: brancas sujas e coloridas sujas         | colocar as peças brancas sujas, o sabão e ligar a máquina | 2 soluções: 6 Roupas pesos diferentes (11/8/5/3/2/1), 3 gavetas com capacidade (20/10/5)              |
| Difícil | 3 cestos: limpas, brancas sujas e coloridas sujas | colocar as coloridas sujas, o sabão e ligar a máquina     | Apenas uma solução: 6 Roupas: pesos diferentes (15/13/12/10/9/7), 3 gavetas com capacidade (27/20/19) |

Fonte: Felipe (2021)

### 4.2 DESENVOLVIMENTO

Originalmente, o jogo foi projetado e desenvolvido em Felipe (2021), o qual aborda o processo de planejamento e desenvolvimento da primeira versão do jogo com três fases e seu nível fácil implementado. Este trabalho baseou-se na estrutura do jogo *Super ThinkWash* (STW),

desenvolvido na linguagem C#, utilizando como base o motor de jogos *Unity*, com o intuito de continuar o desenvolvimento do Pensar e Lavar. Toda a idealização das mudanças foram discutidas pela equipe do projeto: os orientadores, uma mestrandia (sendo todos estes os mesmos integrantes que participaram da versão inicial) e o autor do presente trabalho.

#### 4.2.1 Mecânica

A mecânica do jogo é uma das partes fundamentais para seu funcionamento, pois é por meio deste quesito que os usuários poderão interagir com o jogo. O jogo adotou o seu controle por *mouse* com o funcionamento baseado em *drag-and-drop*, no qual o jogador precisa apontar com o *mouse* no elemento que queira interagir, segurar o botão de ação, e, enquanto o segura, arrasta o mouse até o local que deseja que este elemento fique posicionado.

Na primeira fase, por exemplo, o jogador precisa despejar as roupas sujas nos devidos cestos, categorizando-as em coloridas, brancas e pretas. Caso o jogador coloque uma roupa limpa em qualquer cesto de roupa suja ou uma roupa suja no cesto incorreto, o jogo devolverá a roupa para a posição inicial, evitando que o usuário fique em uma posição que não possa continuar. Esta característica é utilizada em todas as três fases do jogo em modo de facilitar não só a jogabilidade como também no entendimento dos acontecimentos na tela.

Juntamente com a característica citada no parágrafo anterior, existem *feedbacks* tanto visuais (com *checks* verdes para acertos e um xis vermelho para erros) quanto auditivos (áudios que remetem a acertos e falhas para representá-los respectivamente). Estas adições são importantes para que o usuário possa perceber se as ações feitas durante seu uso estão de fato corretas ou equivocadas. Telas finais de *feedbacks* são ativadas caso as condições de falha ou sucesso da fase sejam atingidos, cada uma dessas telas tendo sua finalidade bem exposta para evitar confusão dos jogadores.

#### 4.2.2 Painel de pontuação

Em todas as fases o painel de pontuação está presente no canto superior direito. O painel é subdividido em três partes: representação da fase e nível atual, número de acertos e as vidas dos jogadores. Para melhor entendimento, para representação dos acertos, são utilizados o mesmo símbolo escolhido para o *feedback* de acerto comentado na subseção 4.2.1, e para as vidas, foram utilizados corações, por se mostrar um padrão comum em jogos digitais em geral. Na Figura 10 pode-se observar um exemplo do painel utilizado neste jogo.

Figura 10 – Painel da Fase 1 Nível Fácil



Fonte: O autor.

#### 4.2.3 Design

Por conta da temática ser o processo de lavagem de roupas, são utilizados nos cenários elementos que recordam um ambiente residencial, como os móveis posicionados na tela. As cores escolhidas para a utilização seguiram um padrão suave, para manter um melhor equilíbrio e não tornar a utilização fatigante.

O *design* da interface foi baseado nas heurísticas de Nielsen (1994b), visando a navegabilidade e experiência do jogador menos cansativas, por este motivo são utilizados poucos elementos na interface em conjunto de frases mais habituais para o público-alvo. Assim, é utilizada a consistência e padrões de ícones e posições entre as interfaces para ter o cuidado de que o jogador não tenha confusão pela falta dessa característica.

### 4.3 CONTRIBUIÇÃO DO AUTOR

A primeira versão do jogo desenvolvido por Felipe (2021) possui todas as fases com o nível fácil desenvolvido. Com base nas propostas de melhoria sugerido pelo autor, e com base nos testes realizados por ele, bem como, por meio de novas sessões de discussões e ideias, este trabalho desenvolveu os níveis aprendizagem, médio e difícil em todas as fases, além de alterar o nível fácil proposto por Felipe (2021). Para que assim, fosse realizado o objetivo primário deste trabalho, a avaliação do jogo com o público-alvo.

#### 4.3.1 MUDANÇAS PERANTE O JOGO ORIGINAL

Dentre todas as discussões nos encontros da equipe do projeto, houve a necessidade de modificações em todas as fases já implementadas, sendo elas a primeira e a terceira fase, ambas na dificuldade fácil.

A Fase 1, que conta com o processo de separação de roupas, anteriormente contava com a separação em dois cestos de roupas, uma para roupas sujas e a outra para roupas limpas. Após debates entre o grupo, houve a decisão de modificar o número de cestos para que o jogador apenas necessite separar as roupas sujas. Esta mudança veio principalmente por dois motivos: o primeiro é para manter um padrão entre as fases, auxiliando no processo cognitivo de ter uma escalabilidade (níveis aprendizagem e fácil apenas 1 cesto, nível médio ter 2 cestos e nível difícil

ter 3 cestos). A Figura 11 apresenta as telas referentes às versões atualizada e a original para comparação.

Figura 11 – Imagem comparativa da versão original desenvolvida por Felipe (2021) (direita) e a atualizada (esquerda) da Fase 1 no Nível Fácil



Fonte: O autor.

Para a outra fase modificada, mais precisamente a Nível Fácil da Fase 3, esta dispunha de 3 gavetas de valores: 5, 10 e 15 respectivamente para 6 peças de roupas distintas, todas com o valor 5. Com a justificativa de manter uma melhor sensação de escalabilidade entre as dificuldades da terceira fase, o grupo de discussão decidiu que a melhor opção para o Nível Fácil é manter apenas duas gavetas, ambas contendo o mesmo valor de 4, com somente 4 peças de roupas, cada uma valendo 2.

Figura 12 – Imagem comparativa com a original desenvolvida por Felipe (2021) (esquerda) e a versão atualizada (direita) da Fase 3 no Nível Fácil



Fonte: O autor.

Houve a implementação de mais algumas mudanças, como a melhora do padrão de tamanho entre as interfaces. Uma modificação importante do jogo foi a capacidade do jogo de identificar a resolução da tela do usuário, habilitando a possibilidade de escalar a tela para qualquer resolução ou proporção de tela sem que a interface tenha problemas de posicionamento ou tamanho, um ponto escrito em Felipe (2021) para ser desenvolvido. Outra mudança a se destacar, é a inclusão de novos avatares, promovendo a diversidade entre as crianças. Isso é motivado por razões de que nem todos os jogadores poderiam se sentir representados pelos avatares antes utilizados.

A seguinte tabela mostra as mudanças feitas neste trabalho em relação à Felipe (2021).

Tabela 4 – Comparativo entre as Fases 1 e 3 de (FELIPE, 2021) e do presente trabalho

| Autor    | Fase | Nível | Mecânica                                                                                      |
|----------|------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Felipe   | 1    | Fácil | 2 cestos de roupa, um para peças de roupas sujas e o outro para roupas limpas                 |
| Ferreira | 1    | Fácil | 1 cesto de roupa destinado apenas para peças de roupas sujas                                  |
| Felipe   | 3    | Fácil | 3 gavetas, com capacidades 15, 10 e 5, respectivamente. 6 peças de roupa, todas com valores 5 |
| Ferreira | 3    | Fácil | 2 gavetas, ambas com capacidade 10. 4 peças de roupas, todas com valores 5                    |

Fonte: Próprio autor.

Dessa forma, a partir do jogo STW, a necessidade de adição das dificuldades sequentes de cada fase é mostrada. Após discussões com o grupo responsável pelo projeto deste trabalho, houve a decisão de modificar quase todas as fases antes detalhada em Felipe (2021). A seguir serão apresentadas as alterações levantadas para a nova versão do jogo.

Com o decorrer do desenvolvimento, houve um novo requisito para o jogo, que exista um nível anterior ao Nível Fácil de cada fase com o intuito de servir como um tutorial para os usuários, ganhando então a nomenclatura de Nível Aprendizagem. Nestes níveis o jogo apresenta um nível com similaridades estruturais ao Nível Fácil, porém com a adição de um passo-a-passo com auxílio de setas para que o jogador consiga entender o funcionamento da fase. Outra mudança importante é a retirada da vidas, assim o jogador ao falhar não será penalizado e poderá repetir as ações quantas vezes forem necessárias aos seu aprendizado. Na Figura 13 é possível ver um exemplo de um Nível Aprendizagem, no caso, da Fase 1.

Figura 13 – Tela da Fase 1 no Nível Aprendizagem



Fonte: O autor.

Anteriormente foi mencionada a mudança desenvolvida na Fase 1 no Nível Fácil, no qual existe apenas um cesto de roupas para o jogador interagir. Deste modo, a Fase 1 Nível Médio

foi desenvolvido da mesma maneira esperada em Felipe (2021), com a aparição de dois cestos, um com a finalidade do jogador separar as roupas sujas de coloração branca e a outra para as roupas sujas de demais cores (coloridas). Para o Nível Difícil da Fase 1 há três cestos de roupas: a primeira para as roupas coloridas, a segunda para roupas de coloração brancas e a terceira para as roupas de coloração preta todas com a característica de estarem sujas. As Figuras 14 e 15 representam as telas da Fase 1 Nível Médio e Difícil, respectivamente.

Figura 14 – Tela da Fase 1 no Nível Médio



Fonte: O autor.

Figura 15 – Tela da Fase 1 no Nível Difícil



Fonte: O autor.

A lavagem de roupas, representada pela Fase 2, sofreu várias modificações no planejamento antes do desenvolvimento dos Níveis Médio e Difícil. No Nível Médio, que antes havia a

finalidade de apenas lavar as roupas brancas da mesma maneira que o Nível Fácil praticava o mesmo processo com as roupas coloridas, recebeu as seguintes modificações: o jogo começará perguntando qual das roupas, brancas ou coloridas, o jogador deseja lavar. Esta modificação veio pelo motivo de manter um padrão entre os níveis das fases, lembrando que a Fase 1 Nível Fácil é manejado apenas por roupas coloridas, assim como a Fase 2 no Nível Fácil, e assim sucessivamente. Após a seleção da coloração da roupa, o jogador deverá colocar as roupas selecionadas dentro da máquina de lavar. Em seguida, deverá colocar o sabão, o amaciante, e assim apertar o botão de ligar a máquina. Para evitar que a Fase 2 Nível Médio fosse muito semelhante ao Nível Fácil da Fase 2, foi adicionada mais uma tarefa, a de pegar as roupas já lavadas e colocá-las no varal para secar. A Figura 16 apresenta a tela inicial da Fase 2 no Nível Médio.

Figura 16 – Tela inicial da Fase 2 no Nível Médio



Fonte: O autor.

Para o Nível Difícil da Fase 2, a mecânica apresenta bastante semelhança à Fase 2 no Nível Médio. O jogador primeiramente precisa escolher entre as três colorações de roupas (brancas, pretas e coloridas). Após a seleção, o usuário faz o mesmo processo de lavagem descrito no parágrafo anterior, tendo também que colocar as peças de roupa no varal. Então o jogador ainda deverá retirar as roupas do varal e adicioná-las ao cabide de roupas limpas, assim completando a Nível Difícil da Fase 2. A Figura 17 representa o estado inicial do Nível Difícil da segunda fase.



Figura 17 – Tela inicial da Fase 2 no Nível Médio



Fonte: O autor.

A Fase 3 representa o ato de guardar as roupas dentro de gavetas. Para manter um padrão de escalabilidade da Nível Fácil da Fase 3 para o Nível Médio do terceiro nível é adicionada uma peça de roupa a mais (no caso existem 5 peças de roupas) com as gavetas, ao contrário do Nível Fácil, tendo valores diferentes, a primeira com 15 e a segunda com 10. Para a Fase 3 Nível Difícil o jogo apresenta a tarefa de separar 6 peças de roupas de tamanhos: 1, 2, 2, 5, 10 e 10; em 2 gavetas, contendo as capacidades de 10 e 20. Vale ressaltar que os valores das roupas agora correlaciona diretamente com o tamanho da mesma, ou seja, quanto maior a peça de roupa, maior o valor em seu tamanho. As Figuras 18 e 19 apresentam as telas da Fase 3 no Nível Médio e Fase 3 no Nível Difícil respectivamente.

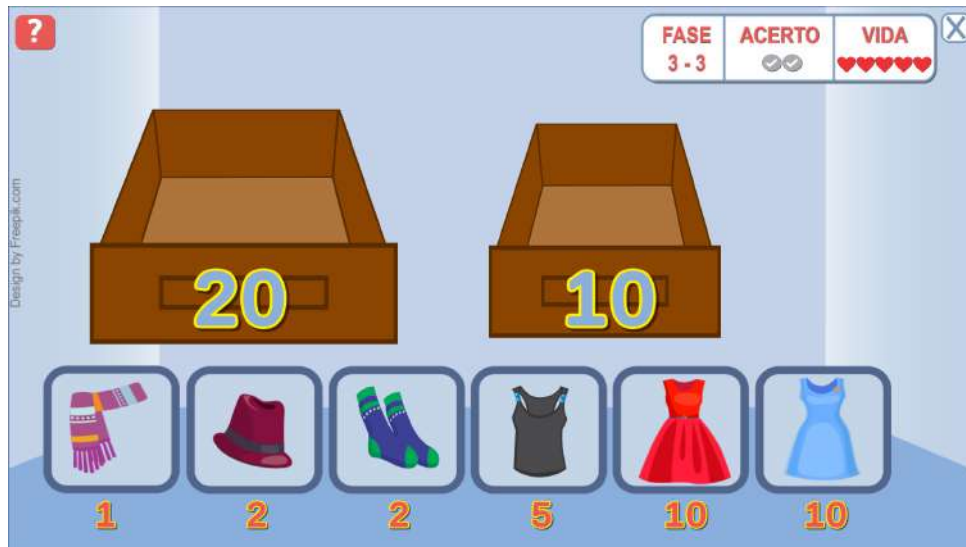
Figura 18 – Tela da Fase 3 no Nível Médio



Fonte: O autor.



Figura 19 – Tela da Fase 3 no Nível Difícil



Fonte: O autor.

#### 4.4 GDD

Esta seção conta com a atualização do *Game Design Document* (GDD) do jogo Pensar e Lavar, onde consta todos os detalhes relevantes e importantes do jogo desenvolvido, seguindo os tópicos que fazem parte da estrutura de um GDD segundo os trabalhos de Fisher (2014), Carvalho, Gasparini e Hounsell (2017), Schroeder (2017) e Grimes e Hounsell (2019). A atualização do documento focou nas novas funcionalidades como as fases e organização das telas.

##### 4.4.1 Plataforma

A *game engine* escolhida para este trabalho foi a *Unity*, pois possui licença livre de uso para jogos sem fins lucrativos e suporte para linguagem de programação C#. Outro motivo de utilizar essa plataforma é porque ela é excelente para a criação de cenas, ambientes e elementos, tanto visuais como sonoros, assim como funcionalidades que irão ser úteis, como arrastar e soltar. Pode ser executado em diversas plataformas, incluindo *Windows*, *macOS* e *Linux*.

##### 4.4.2 Requisitos do Jogo

Os requisitos de um JDE vão além dos requisitos técnicos, elementar a qualquer tipo de software, é necessário também identificar os requisitos relacionados à aprendizagem, que são fundamentados em teorias de aprendizagem (HENRIQUE, 2016).

Desta forma, os requisitos para o presente trabalho foram elencados no início do processo de desenvolvimento e são a base para a interface e as funcionalidades presentes do jogo. Seguindo o modelo de Grimes e Hounsell (2019), estes foram classificados em: obrigatórios, aqueles que o jogo deve contemplar; desejáveis, aqueles que o jogo pode contemplar; e restrições, aqueles que

o jogo não deve oferecer. Tais requisitos foram definidos a partir de *brainstorm* com a equipe deste trabalho. A seguir estão descritos em tópicos os principais requisitos estabelecidos para o jogo Pensar e Lavar.

- Objetivo: Simular atividades do cotidiano e trabalhar os conceitos do PC aliado a habilidades matemáticas;
- Requisitos Obrigatórios:
  1. Suporte ao ensino dos fundamentos do Pensamento Computacional;
  2. Suporte ao ensino de habilidades matemáticas aliado ao PC;
  3. Os 4 pilares do PC estarem inseridos no jogo;
  4. Propósito educacional;
  5. Fornecer um ambiente lúdico que simula a vida real;
  6. Motivador e desafiador;
  7. Necessidade de acompanhamento de um supervisor (professor/responsável);
  8. Fornecer *feedback* visual;
  9. O modo de interatividade *single-player* e *offline*, para prezar a autonomia, criatividade e liberdade do jogador;
  10. Dimensionalidade 2D para que as cenas sejam mais simples de serem criadas e executadas;
  11. A plataforma PC (*desktop*, pois os jogos podem ser utilizados, de preferência, com o acompanhamento de um professor/responsável);
  12. Mouse como dispositivo de controle;
  13. Mecanismo *drag-and-drop*, ou seja, escolher uma opção entre várias no cenário, objetos estáticos e não estáticos, arrastar os objetos para certas áreas do cenário;
  14. **(Novo)** Inclusão de elementos de acessibilidade – a ser realizado em conjunto com o trabalho de Dutra (2022);
  15. **(Novo)** Conter três fases e quatro níveis de dificuldade em cada uma;
- Requisitos Desejáveis:
  1. Estar disponível na web;
  2. *Feedbacks* sonoros;
  3. Implementação de mais níveis;
- Restrições:
  1. O tempo do jogo não será quantificado, pois a ideia é de que o jogador utilize o tempo necessário para pensar nas decisões do jogo;

#### **4.4.3 Nome**

O jogo anteriormente chamado de "Super ThinkWash" foi denominado como "Pensar e Lavar", houve uma necessidade de mudança pois foi visto que haveria a necessidade de facilitar o nome para que crianças de todos os espectros pudessem mencioná-lo sem dificuldades. O nome foi criado para associar o pensar, do Pensamento Computacional, com o tema do jogo, que é o processo de lavar as peças de roupa na máquina.

#### **4.4.4 Público-Alvo**

O jogo compreende como público-alvo crianças de 8 a 10 anos de idade que possuam conhecimentos básicos de leitura e aritmética, com o intuito de utilizar o jogo como ferramenta de auxílio para os educadores no Ensino Fundamental I.

#### **4.4.5 Personagens**

O jogo possui apenas um personagem, que é a criança, a qual irá realizar as tarefas que são apresentadas em cada fase. Quem estiver jogando poderá escolher o nome do personagem, além do seu avatar. O motivo de dar o poder de escolher nome e gênero é para que o usuário seja capaz de se identificar com o personagem e faça a relação da sua vida com o que for apresentado no jogo.

#### **4.4.6 Universo do jogo**

O jogo se passa em um ambiente de uma casa, em que o jogador realizará as tarefas domésticas na lavanderia. As fases estão listadas a seguir:

- Fase 1: Categorizar todas as peças de roupa e colocar no cesto correspondente;
- Fase 2: Despejar todas as peças de roupa na máquina, colocar sabão e ligar a máquina, com escalabilidade na dificuldade até ter a necessidade de também estender as peças de roupa lavadas e recolhê-las;
- Fase 3: Guardar as peças de roupa nas gavetas para que não sobre nenhuma no cenário e que cada gaveta fique com sua capacidade máxima.

#### **4.4.7 Narrativa**

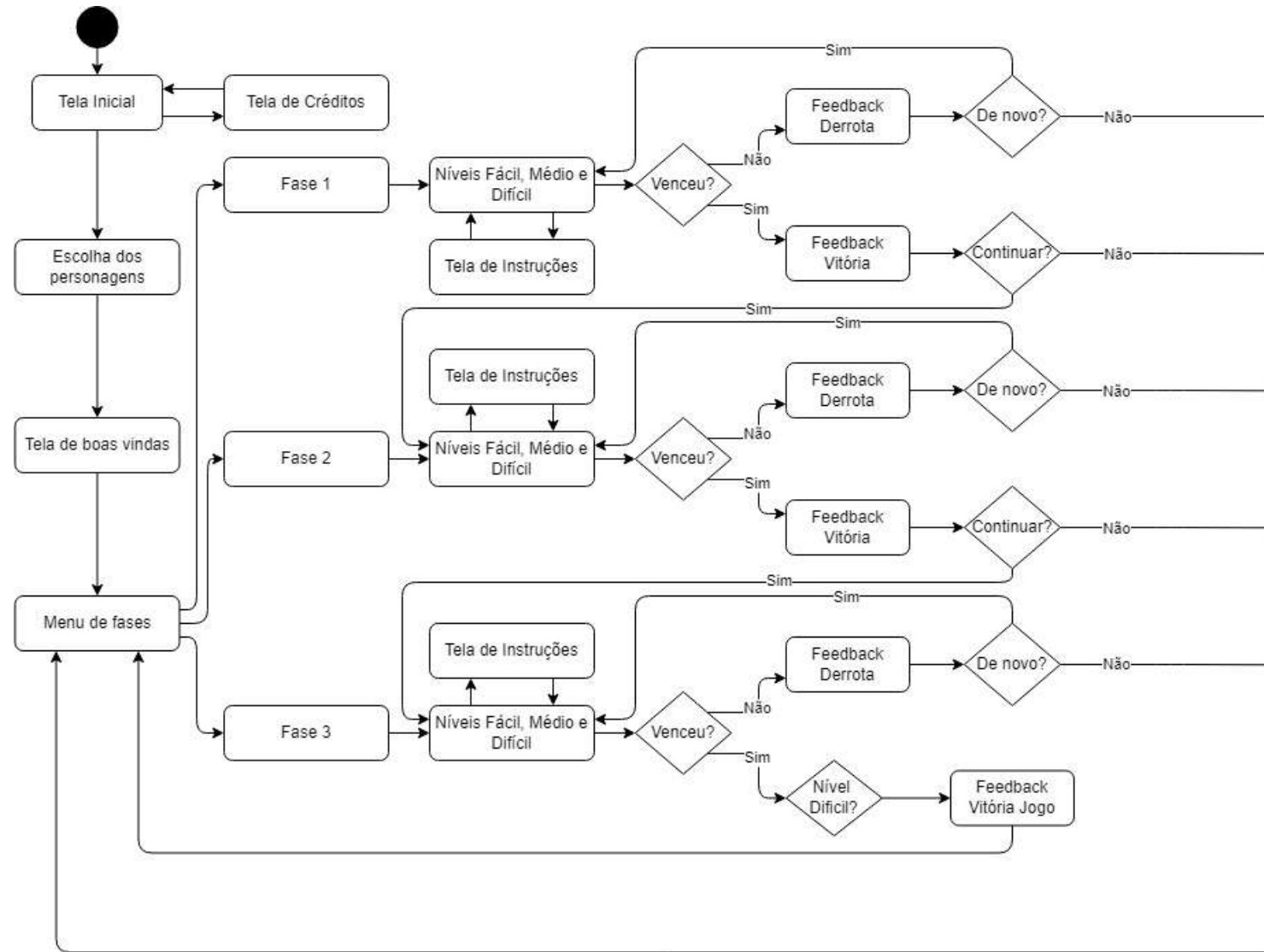
O jogo apresenta a ideia do processo de lavagem de roupas e as tarefas que o compõem, de maneira lúdica, empregando os pilares do PC. Sendo assim, para trabalhar tais pilares, as seguintes tarefas devem ser realizadas: separar as peças de roupa por categorias e colocar em seus devidos cestos; colocar as roupas sujas na máquina de lavar; guardar peças de roupa nas suas respectivas gavetas. A criança ao realizar as atividades divididas em fases no jogo,

intrinsecamente será capaz de estruturar o seu pensamento de modo computacional, colocando em prática os pilares do PC e as habilidades da matemática, desde o mais básico, até problemas mais complexos que requerem soluções mais estruturadas.

#### **4.4.8 Estrutura do jogo**

O jogo é composto por telas principais e secundárias, duas para cada fase. As telas secundárias servem para parabenizar, caso o jogador passe de fase, ou comunicar que o jogador perdeu, caso ele não passe de fase. Na Figura 20 é possível ver como funciona a navegabilidade das telas do jogo Pensar e Lavar. Por meio dos botões, é possível percorrer as telas para progredir durante as fases e retornar caso seja a vontade do jogador.

Figura 20 – Navegabilidade das telas do jogo



Fonte: O autor.

As próximas telas ilustram o processo do jogo. Algumas imagens foram encontradas no site *freepik*. A explanação da jogabilidade de cada fase será abordada na próxima seção. As imagens foram retiradas da plataforma Freepik.

#### 4.4.8.1 Tela Inicial

A primeira tela representada pela Figura 21 consiste em uma máquina de lavar, o nome do jogo, os botões “Jogar”, “Sair”, “Créditos” e um botão clicável de áudio, (liga/desliga).

Figura 21 – Tela de menu principal



Fonte: O autor.

#### 4.4.8.2 Tela de instruções

As telas de instruções são representadas pela Figura 22, porém todas as fases de todos os níveis têm telas distintas. Cada tela é composta pelo vídeo contendo instruções para sua resolução, além dos botões “Retornar tela inicial” para voltar a tela inicial e “Jogar” para voltar para a tela de jogo de onde estava.

Figura 22 – Tela de instruções da Fase 1 Nível Fácil



Fonte: O autor.

#### 4.4.8.3 Tela de Personagens

Escolhendo o botão “Jogar” na tela inicial, o jogador poderá escolher o nome e avatar da criança. Para isso, o jogador escolhe seu personagem com o clique do mouse e em seguida escreve o nome na área de texto. A Figura 23 ilustra a tela da escolha do personagem e nome. Caso o jogador queira voltar a tela inicial, basta escolher o botão “Voltar”. Após o jogador escolher o personagem e seu nome, é apresentada uma tela de bem-vindo, contendo o botão “Avançar” para que vá para a próxima tela.

Figura 23 – Tela de escolha de nome e personagem



Fonte: O autor.

#### 4.4.8.4 Menu de Fases

Em seguida, na tela representada pela Figura 24, são mostradas as fases do jogo, nas quais cada uma possui na nova atualização possuirá 3 níveis cada. Nela tem-se o personagem e o nome escolhido pelo jogador, o logo do jogo, um quadrado com a ideia das fases, a escrita “Menu”, que é para o jogador entender que caso ele clique em algum botão “Retornar ao Menu”, para essa fase que ele irá. Nesta tela, tem-se os botões “Voltar” para voltar à tela anterior e “Retornar Tela Inicial” para o jogador voltar para a primeira tela do jogo. O jogador poderá seleccionar a fase do jogo, clicando sobre a elipse correspondente de cada fase. Esta, é constituída de uma imagem que visa representar a tarefa a ser realizada.

Figura 24 – Tela de menu de fases



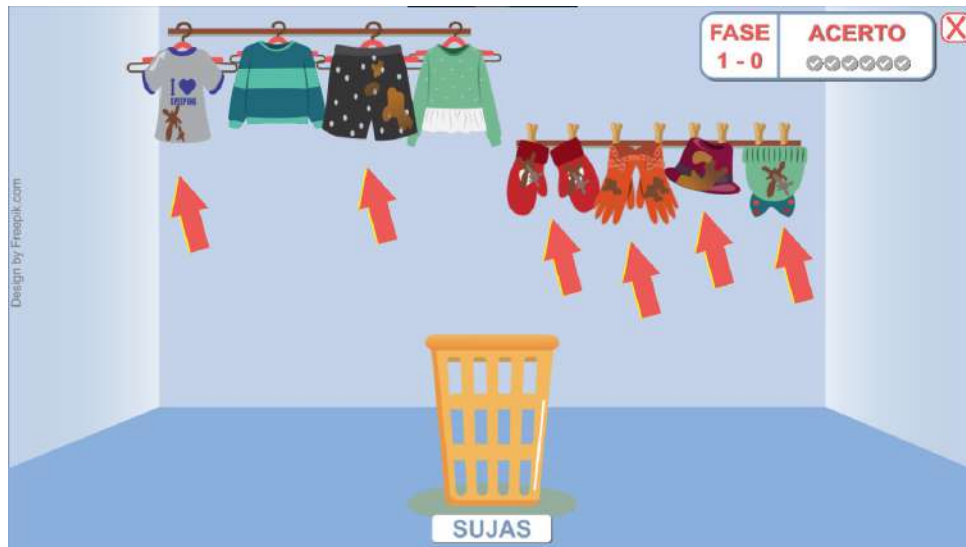
Fonte: O autor.

#### 4.4.8.5 Fases

A Fase 1 no Nível Fácil é constituída por um cesto destinado a roupas sujas. Existem roupas espalhadas pelo cenário, cada uma em um lugar exclusivo. No canto superior direito, está disposto o painel de pontuação da fase, composto por qual fase é, os acertos e as vidas do jogador. A Figura 25 ilustra a tela inicial da Fase 1 Aprendizagem, enquanto a Figura 26 apresenta a tela da Fase 1 no Nível Fácil.



Figura 25 – Tela da Fase 1 no Nível Aprendizagem



Fonte: O autor.

Figura 26 – Tela da Fase 1 no Nível Fácil



Fonte: O autor.

A Fase 1 Nível Médio é constituída por dois cestos, um para roupas sujas coloridas e outro para as sujas brancas. Existem roupas espalhadas pelo cenário, cada uma em um lugar exclusivo. No canto superior direito, está disposto o painel de pontuação da fase, composto por qual fase é, os acertos e as vidas do jogador. A Figura 27 apresenta a tela da Fase 1 no Nível Médio.

Figura 27 – Tela da Fase 1 no Nível Médio



Fonte: O autor.

A Fase 1 Nível Difícil apresenta a presença de três cestos, um para roupas sujas coloridas, outro para as sujas brancas e o último para as peças de roupas sujas de coloração preta. Existem roupas espalhadas pelo cenário, cada uma em um lugar exclusivo. No canto superior direito, está disposto o painel de pontuação da fase, composto por qual fase é, os acertos e as vidas do jogador. A Figura 28 apresenta a tela da Fase 1 Nível Difícil.

Figura 28 – Tela da Fase 1 Nível no Difícil



Fonte: O autor.

Caso o jogador vença a fase, um painel é exposto, parabenizando e instigando o jogador a ir para a próxima fase. O jogador possui duas opções, jogar novamente ou avançar para a próxima fase. A Figura 37 apresenta a tela de vitória da Fase 1.

Contudo, se o jogador não vencer a fase, um painel é exibido para comunicá-lo que ele não passou de fase, então é sugerido que tente jogar novamente. O jogador poderá escolher entre retornar para o menu ou jogar novamente a fase. A Figura 38 apresenta a mesma tela de derrota para todas as dificuldades da Fase 1.

Avançando então para a Fase 2, o Nível Fácil, o qual está representado no Nível Aprendizagem pela Figura 29 e pelo Nível Fácil pela Figura 30, são dispostos os elementos principais para a realização da tarefa, que são: máquina de lavar com seu botão de ligar, um sabão, amaciante e o cesto de roupas sujas. Observa-se também o painel de pontuação que é composto pela fase, os acertos e as vidas.

Figura 29 – Tela inicial da Fase 2 no Nível Aprendizagem



Fonte: O autor.

Figura 30 – Tela inicial da Fase 2 no Nível Fácil



Fonte: O autor.

Para a Fase 2 no Nível Médio, o qual o estado inicial está representado pela Figura 31, são dispostos os elementos principais para a realização da tarefa, que são: máquina de lavar com seu botão de ligar, um sabão, amaciante, o cesto de roupas sujas e um varal destinado às roupas limpas. Observa-se também o painel de pontuação que é composto pela fase, os acertos e as vidas.

Figura 31 – Tela inicial da Fase 2 no Nível Médio



Fonte: O autor.

Representado pela Figura 32, a Fase 2 no Nível Difícil contém inicialmente todos os itens necessários para a resolução da tarefa: máquina de lavar com seu botão de ligar, um sabão, amaciante, o cesto de roupas sujas, um varal próprio para estender as roupas, e o cabide de roupas limpas.

Figura 32 – Tela inicial da Fase 2 no Nível Difícil

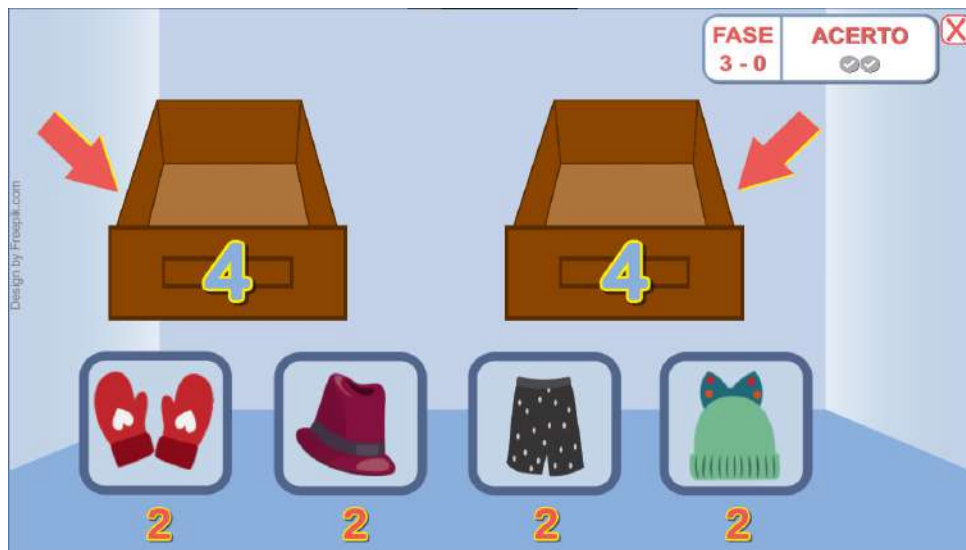


Fonte: O autor.

Caso o jogador vença qualquer uma das fases 2, o mesmo painel da Figura 37 é exposto, porém se ele perder, o painel representado pela Figura 38 é exibido.

A próxima e última fase é a 3, começando pelos Níveis Aprendizagem e Fácil, o qual são mostrados nas Figuras 33 e 34 respectivamente. Este cenário contém 2 gavetas com as mesmas capacidades e tamanhos, 4 peças de roupas limpas, sendo que cada uma contém seu espaço definido representado por um quadrado e a peça transparente, além do painel de pontuação. Cada gaveta possui um texto acima mostrando sua capacidade máxima e cada peça de roupa segue a ideia das gavetas, cada uma com um valor.

Figura 33 – Tela da Fase 3 Nível Aprendizagem



Fonte: O autor.

Figura 34 – Tela da Fase 3 Nível Fácil



Fonte: O autor.

A Fase 3 no Nível Médio contará com 2 gavetas de capacidades e tamanhos diferentes e 5 peças de roupas de tamanhos iguais, sendo que cada uma contém seu espaço definido representado por um quadrado e a peça transparente, além do painel de pontuação. Cada gaveta possui um texto acima mostrando sua capacidade máxima e cada peça de roupa segue a ideia das gavetas, cada uma com um valor, como mostra a Figura 35.

Figura 35 – Tela da Fase 3 Nível Médio

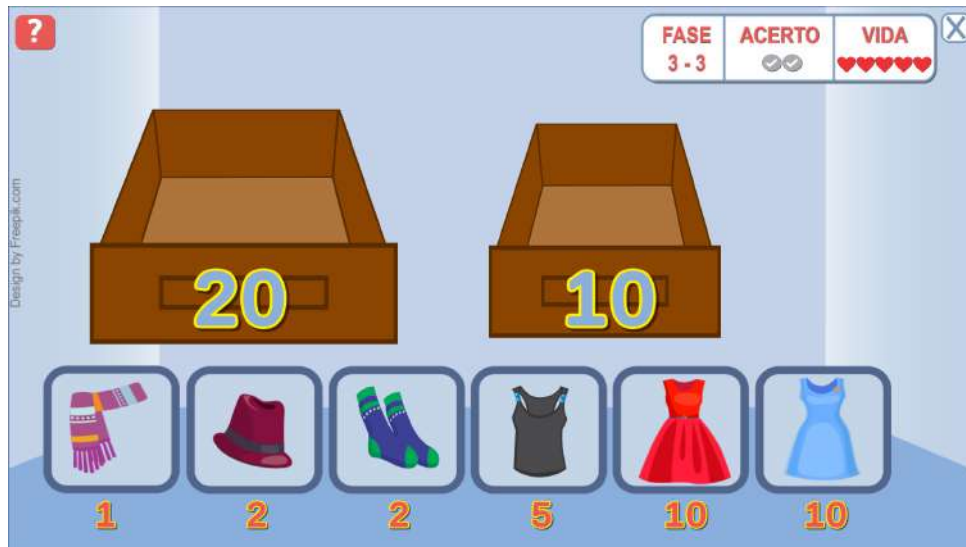


Fonte: O autor.

Por fim, o Nível Difícil da Fase 3 contará com 2 gavetas de capacidades e tamanhos diferentes e 6 peças de roupas de tamanhos também diferentes, sendo que, como nas fases anteriores, cada uma com seu espaço definido representado por um quadrado e a peça transparente, além do painel de pontuação. Cada gaveta possuirá um texto acima mostrando sua capacidade máxima e cada peça de roupa segue a ideia das gavetas, cada uma com um valor, como mostra a Figura 28.



Figura 36 – Tela da Fase 3 Nível Difícil



Fonte: O autor.

Após finalizada a Fase 3 no Nível Fácil e Médio, caso o jogador vença, um painel é exibido parabenizando o jogador por ter vencido o jogo, além de dois botões, um para retornar ao menu e outro para jogar novamente com o nível de dificuldade aumentado. Caso o jogador vença a Fase 3 Nível Difícil, o painel é exibido parabenizando o jogador por ter vencido o jogo, além de dois botões, um para retornar ao menu como demonstrado na Figura 39. Caso o jogador não vença a fase, o painel demonstrado pela Figura 38 é exibido.

#### 4.4.8.6 Feedbacks

Como descrito na subseção anterior, finalizada uma fase, a tela de *feedback* é apresentada para comunicar o jogador se ele venceu ou perdeu, e para a Fase 3 Nível Difícil, se ele finalizou o jogo ou perdeu a fase. Os níveis de aprendizagem também apresentam uma tela diferente para mostrar que o usuário concluiu todos os passos para completá-lo. As Figuras 37, 38, 39 e 40 apresentam as telas de *feedback* que são exibidas após o jogador terminar uma fase.

Figura 37 – Tela comunicando que venceu a fase



Fonte: O autor.

Figura 38 – Tela comunicando que perdeu a fase



Fonte: O autor.



Figura 39 – Tela comunicando que venceu o jogo



Fonte: O autor.

Figura 40 – Tela comunicando que concluiu um Nível Aprendizagem



Fonte: O autor.

Os *feedbacks* visuais para acertos e erros definidos foram um *check* verde e um “X” em vermelho. A Figura 41 apresenta os *feedbacks* visuais que são apresentados assim que o jogador termina uma ação de *drag-and-drop*.

Figura 41 – Símbolos de acerto e erro



Fonte: O autor.

#### 4.4.9 *Gameplay*

Nessa seção serão abordados como funciona a *gameplay* de cada tela do jogo, abrangendo as interações do jogador com o ambiente, manipulação das regras e mecânicas do jogo. O jogador utiliza o *mouse* como dispositivo para fazer todas as ações do jogo, com exceção de utilizar o teclado para informar seu nome. Para acionar os botões do jogo, basta clicar com o botão do lado esquerdo do *mouse*.

##### 4.4.9.1 *Telas iniciais*

Na primeira tela, o jogador pode optar por deixar o jogo com ou sem som, clicando no botão respectivo no canto inferior direito. Por padrão o jogo começa com som. Para ver os créditos do jogo, basta clicar no botão créditos abaixo do botão instruções. Para iniciar o jogo, basta clicar no botão “Jogar” e para sair, clicar no botão “Sair”.

Na segunda tela, o jogador escolhe o seu nome digitando na caixa de texto azul, essa é a única parte que se utiliza o teclado no jogo, e para escolher o seu personagem, basta clicar na imagem da criança que ele se identifica. Após efetuar suas escolhas, o jogador deve clicar no botão “Avançar” para ir para a próxima tela. Avançando, ele confirma seus dados e continua para a próxima tela.

Já com o personagem e nome escolhidos, o jogador pode escolher a fase que deseja jogar, para isso, ele deve clicar no botão que representa a fase desejada.

##### 4.4.9.2 *Feedbacks*

Os *feedbacks* presentes no jogo estão divididos em dois tipos: visuais e sonoros. Ambos são utilizados de quatro maneiras: quando o jogador acerta ou erra em determinada fase e para parabenizar ou comunicar que ele venceu ou perdeu determinada fase. Os elementos *check* e *vida* presentes no painel de pontuação também são considerados *feedbacks* visuais, visto que eles apresentam as mudanças que ocorrem em cada fase do jogo.

Discorrendo sobre telas de *feedback*, em cada uma, além da frase para parabenizar ou comunicar que perdeu a fase, utilizam-se *emojis* para transmitir “emoção”, sendo uma forma lúdica de informar ao jogador como ele se saiu naquela fase. De princípio, as duas telas ficam

desativadas, caso seja vitória, a tela de vitória é ativada, e a de derrota continua desativada e vice-versa.

De maneira a aprimorar a jogabilidade e a interatividade do jogo, o requisito desejável de *feedback* sonoro foi adicionado, juntamente com uma música de fundo. Para isso, foram escolhidos alguns sons para os mecanismos de *feedback* positivo e negativo, para declarar vitória ou derrota de uma fase e a música de fundo. Todos os sons foram encontrados na *Asset Store Unity*, que é o mercado *online* para usuários da *Unity* de distribuição gratuita e venda de códigos, suporte áudio e projetos completos. Para o conforto dos usuários, os *feedbacks* sonoros podem ser desabilitados no menu principal.

#### 4.4.9.3 Fase 1

Na primeira fase, independente do nível de dificuldade, o jogador deverá categorizar as peças de roupas que estão dispostas pelo cenário. O jogador deve selecionar a peça de roupa desejada e arrastá-la para o cesto que ele ache apropriado. Para isso, ele deve clicar na peça de roupa e arrastar até o cesto que queira despejar, caso ele arraste para outro lugar da tela, a peça irá voltar para o local onde ela estava. Caso a peça pertença ao cesto correto, o *feedback* positivo é emitido, porém se a peça não for compatível com o cesto, ela retorna para o local de origem do cenário e o *feedback* negativo é lançado. O painel de pontuação é alterado de acordo com as ações corretas e erradas do jogador.

#### 4.4.9.4 Fase 2

Na segunda fase, em ambas as três dificuldades, o jogador segue a ordem correta dos passos, colocar o sabão e as peças sujas que encontrou na fase anterior, na máquina de lavar e depois apertar o botão vermelho para ligar a máquina. Para colocar as roupas e o sabão na máquina, o jogador precisa clicar e arrastar o elemento desejado até a máquina de lavar, caso ele arraste para outro lugar da tela, o objeto irá voltar para o local onde ele estava. Caso o jogador aperte o botão de ligar a máquina antes de ter colocado todas as peças de roupa e o sabão, ele perderá uma vida. No nível fácil, se o jogador fizer todos os passos anteriores corretamente, será parabenizado por ter concluído a fase ou comunicado que perdeu a fase.

Por outro lado, se o jogador estiver na dificuldade média, após o jogador apertar o botão de ligar da máquina, aparecerá um local para estender as roupas, onde o jogador necessita arrastar as roupas até o local determinado. Caso o jogador esteja jogando na dificuldade média, e todas as roupas estiverem no local correto, será parabenizado por ter concluído a fase.

Por último, se o jogador estiver com a fase no Nível Difícil, após arrastar todas as roupas no local estipulado para as roupas estarem estendidas, o jogador deverá colocar as roupas no armário localizado no lado direito com a finalidade de colocar as roupas limpas. Neste momento, o jogador precisa arrastar todas as roupas do local onde estão para este armário, não importando a ordem, para que então o nível esteja de fato completo, assim aparecendo a tela de *feedback*

parabenizando-o por concluir a fase.

#### 4.4.9.5 Fase 3

Na terceira e última fase, o jogador pode selecionar a roupa e arrastar até a gaveta desejada, a ação contrária também é válida. Além de que ele também pode colocar uma peça em uma gaveta e em seguida, transferir para outra gaveta, caso essa ainda esteja disponível. A capacidade da gaveta é atualizada cada vez que o jogador adiciona uma peça de roupa nela. Para saber se a peça poderá ser colocada na gaveta, é feito o cálculo simples de que a capacidade da gaveta deve ser maior que o valor da peça de roupa, caso seja, o valor acima da gaveta será atualizado com a subtração da capacidade atual da gaveta com o peso da peça de roupa. O painel de pontuação também é atualizado a cada ação. Quando uma peça é adicionada em certa gaveta, ela é posicionada em um determinado espaço da gaveta. Assim, o jogador terá mais facilidade manusear a peça caso ele queira movê-la de lugar. Se o jogador clicar em uma peça de roupa, arrastar para determinado espaço que não seja a gaveta ou seu espaço de origem, a peça irá retornar para o lugar em que estava anteriormente.

Enquanto uma gaveta não estiver completa, o jogador poderá despejar a peça de roupa selecionada, resultando em um *feedback* positivo. Caso a gaveta já esteja com sua capacidade máxima, a peça irá retornar para o lugar onde estava e um *feedback* negativo será apresentado. O jogador conseguirá finalizar a fase quando as duas gavetas estiverem cheias e nenhuma peça estiver sobrando no cenário. A ideia é que o jogador faça a combinação correta, escolhendo as peças mais apropriadas para cada gaveta, e assim, atingir o objetivo final. Feito isso, a tela de *feedback* de conclusão de jogo será aberta, porém se ele não conseguir terminar, a tela *feedback* de derrota será apresentada.

### 4.4.10 Pontuação

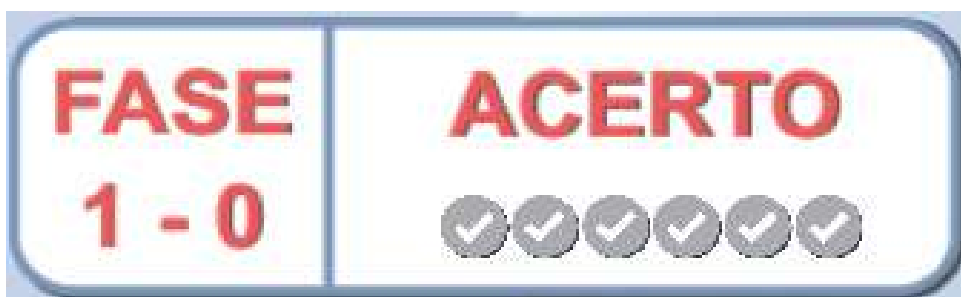
A pontuação do jogo é com base nas ações do jogador, sendo apresentadas no painel de pontuação em cada fase. O painel é composto de acertos e vidas. Os acertos, de princípio, são *checks* em cinza e a medida que o jogador acerta, o *check* torna-se verde. As vidas são representadas por corações, de modo que, caso o jogador cometa um erro, uma vida desaparece no painel. A seguir são descritas as particularidades das pontuações de cada fase.

#### 4.4.10.1 Fase 1

Para a Fase 1, se o jogador acertar a roupa no cesto correto, o número de acertos aumentará em 1, ou seja, um dos *checks* cinza vira verde, o número de vidas continuará o mesmo. Caso o jogador tente colocar a peça de roupa no cesto incorreto, ela voltará para o cenário e o jogador perderá uma vida, ou seja, um coração desaparece do painel de pontuação, o número de acertos continuará o mesmo. O jogador vence a fase quando todos os *checks* tornarem-se verdes, ou seja, acertando todas as peças de roupa nos cestos correspondentes. Caso o jogador perca todas

as vidas, ou seja, quando desaparecem todos os 5 corações do painel de pontuação o jogador perderá a fase. A Figura 42 ilustra o painel da Fase 1 Nível Aprendizagem, enquanto a Figura 43 apresenta um exemplo de painel de pontuação da Fase 1.

Figura 42 – Exemplo de painel da Fase 1 Aprendizagem



Fonte: O autor.

Figura 43 – Exemplo de painel da Fase 1



Fonte: O autor.

#### 4.4.10.2 Fase 2

Para a Fase 2, o jogador precisa colocar as peças na máquina respeitando a ordem já mencionada anteriormente. O painel de pontuação altera caso o jogador clique no botão de ligar da máquina depois de colocar todas as peças na mesma. Caso contrário, ele perderá uma vida, ou seja, um coração desaparece do painel de pontuação.

O Nível Médio contará inicialmente com dois *checks* cinzas, em que o primeiro *check* é preenchido de verde quando o jogador clicar em ligar a máquina após arrastar todas as peças de roupa, o sabão e o amaciante para dentro da máquina de lavar. O segundo *check* aparece após o jogador arrastar todas as roupas de dentro da máquina até o local estipulado para estender. Caso contrário, ele perderá uma vida, ou seja, um coração desaparece do painel de pontuação.

O Nível Difícil contará com três *checks* cinzas de início. o primeiro *check* é preenchido de verde quando o jogador clicar em ligar a máquina após arrastar todas as peças de roupa, o amaciante e o sabão para dentro da máquina de lavar. O segundo *check* aparece após o jogador arrastar todas as roupas de dentro da máquina até o local estipulado para estender. O terceiro *check* se tornará verde após todas as roupas que estão estendidas sejam arrastadas para o armário

de roupas limpas. Caso contrário, ele perderá uma vida, ou seja, um coração desaparece do painel de pontuação.

O jogador vence a fase quando preencher todos os *checks* de verde e perde caso perca todas vidas. A Figura 44 mostra o painel da Fase 2 Nível Aprendizagem, e a Figura 45 apresenta um painel de pontuação em seu estado inicial.

Figura 44 – Exemplo de painel da Fase 2 Aprendizagem



Fonte: O autor.

Figura 45 – Exemplo de painel da Fase 2



Fonte: O autor.

#### 4.4.10.3 Fase 3

Na Fase 3, a pontuação é feita da seguinte forma: quando o jogador completa uma gaveta, um *check* fica verde. Caso o jogador transfira uma peça de roupa de uma gaveta que já estava cheia para outra ou local de origem dessa peça, a capacidade da gaveta é atualizada e um dos *check* volta a ficar cinza. Se o jogador tentar colocar uma peça de roupa em uma gaveta que já está cheia, ele perde uma vida, ou seja, um coração desaparece. A Figura 46 ilustra o painel inicial da Fase 3 Nível Aprendizagem, enquanto a Figura 47 apresenta um exemplo do estado inicial de um painel de pontuação da Fase 3.

Figura 46 – Exemplo de painel da Fase 3 Aprendizagem



Fonte: O autor.

Figura 47 – Exemplo de painel da Fase 3



Fonte: O autor.

#### 4.5 TELA DE CONFIGURAÇÕES DE FASES

Uma questão fortemente levantada por especialistas durante discussões com a equipe de desenvolvimento foi a adição de uma tela de configuração de fases e níveis, onde o propósito é auxiliar o educador a personalizar e assim adaptar o jogo com as necessidades do jogador.

Esta tela, como mostrada na Figura 48 contém a opção de escolher entre dois modos de progressão. Ao progredir por meio de fases, o jogo então estará focando no desenvolvimento das habilidades intelectuais relacionadas ao Pensamento Computacional. Enquanto ao progredir por nível, o jogo estará então focando no ensinamento do conhecimento do processo de lavagem de roupas em si.

Figura 48 – Tela de configuração de fases



Fonte: O autor.

#### 4.6 PENSAMENTO COMPUTACIONAL NO JOGO PENSAR E LAVAR

No Capítulo 2 houve a apresentação do Pensamento Computacional e os pilares assim adotados pelo trabalho para o desenvolvimento do jogo. Nesta seção serão explicados de que forma os pilares do PC foram aplicados ao jogo. Nesta seção vale ressaltar que no texto será mencionado o pilar primário exercitado em cada momento, porém isso não exime a necessidade de outros pilares, e por este motivo as tabelas mostram quais outros pilares e habilidades Matemáticas estão presentes.

##### 4.6.1 FASE 1

O pilar *Reconhecimento de Padrões* é bem proeminente ao jogar a Fase 1. Esta fase apresenta como base o entendimento dos padrões nas peças de roupa que estão no cenário, para assim guardar no local correto. Nesta fase tem-se a possibilidade de perceber que o pilar de *Reconhecimento de Padrões* se destaca dos demais, assim como seu motivo é explicado na Tabela 5

##### 4.6.2 FASE 2

A sequência de passos que se deve seguir na Fase 2 compete com o pilar *Algoritmos*. Segundo ISTE (2011), é uma sequência de passos ordenados a fim de resolver um problema ou alcançar algum propósito. Correlacionando com a Fase 2, é possível identificar a necessidade de estabelecer uma sequência de passos para seguir no processo de lavar a roupa. O pilar *Algoritmos* é de fato predominante nesta fase, pois a cada nível de dificuldade o algoritmo segue cada vez mais complexo, como por exemplo os passos necessários para completar o Nível Difícil: passo 1:



Tabela 5 – Pilares do PC na Fase 1

| Pilar/Habilidade Matemática | Fase 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Reconhecimento de padrões   | É necessário o entendimento do padrão nas cores das roupas correlacionando-os com os cestos representados para as cores específicas de cada caso.                                                                                                                                                         |
| Abstração                   | O jogador necessita ter a percepção de que existe um limitado número de soluções, tendo então que jogar o seu foco apenas em colocar as peças de roupa sujas nos respectivos cestos pré determinados pelos níveis.                                                                                        |
| Habilidade Matemática       | Como visto em (BNCC, 2017), é apresentada a competência: “organizar e ordenar objetos familiares ou representações por figuras por meio de atributos, tais como cor, forma e medida”. O que vem ao caso com o processo de organizar as peças de roupas de acordo com a cor e o atributo de sujo ou limpo. |

Fonte: Próprio autor.

colocar as roupas e o sabão na máquina de lavar; passo 2: ligar a máquina; passo 3: colocar as roupas lavadas no varal; passo 4: retirar as roupas secas do varal. A seguir na tabela 6 é possível verificar outros pilares abordados nesta fase.

Tabela 6 – Pilares do PC na Fase 2

| Pilar/Habilidade Matemática | Fase 2                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Algoritmos                  | O jogador precisa seguir uma sequência lógica de passos para resolver o problema proposto pela fase atual.                                                                                                                                                 |
| Abstração                   | É necessário que o jogador perceba qual a sequência de passos a tomar.                                                                                                                                                                                     |
| Decomposição                | Para que seja possível seguir o algoritmo dessa fase, é preciso que o jogador imagine o problema “lavar roupas sujas” em várias partes menores, como: colocar roupas e sabão na máquina, apertar o botão de ligar, estender as peças de roupas e recolher. |
| Reconhecimento de Padrões   | É necessário que o jogador reconheça o padrão de sempre colocar os itens dentro da máquina de lavar antes de ligar o mesmo.                                                                                                                                |

Fonte: Próprio autor.

#### 4.6.3 FASE 3

O ponto principal da Fase 3 é colocar as peças de roupa nas gavetas, de modo em que tanto não haja uma sobrecarga em cada uma das gavetas quanto todas as peças de roupa sejam de fato utilizadas. Deste modo, é possível destacar que o pilar *Decomposição* está presente como característica principal da Fase 3. Segundo Brackmann (2017), o pilar *Decomposição* contempla trabalhar um problema em partes menores de maneira individual, para que seja possível uma

melhor e mais fácil avaliação. Deste modo, o jogador necessita dividir o problema de “guardar as roupas” nas seguintes partes: realizar as somas dos elementos, criar conjuntos de somas de peças de roupa, comparar os conjuntos com a capacidade das gavetas, verificar se então o conjunto é compatível com a gaveta e assim repetir os passos. Na Tabela 7 é possível verificar os demais pilares e habilidades matemáticas utilizados na Fase 3.

Tabela 7 – Pilares do PC na Fase 3

| Pilar/Habilidade Matemática | Fase 3                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Decomposição                | O jogador precisa pensar no problema em partes menores, para que assim tenha maior sucesso no raciocínio da resolução da fase                                                                                          |
| Abstração                   | Para dar início a separação dos elementos, é necessário que o jogador compreenda que as possibilidades são limitadas, fazendo com que ele precise pensar em uma gaveta por vez.                                        |
| Algoritmos                  | É conveniente para o jogador escolher a melhor e mais rápida solução para os conjuntos de roupas para cada gaveta, porém pode haver a necessidade de uma maior reflexão para casos que essa escolha não seja a correta |
| Habilidade Matemática       | Como visto em (BNCC, 2017), é apresentada a competência: “estimar e comparar quantidades de objetos de dois conjuntos”. O que vem ao caso com o processo de organizar as peças de roupas nas suas respectivas gavetas. |

Fonte: Próprio autor.

#### 4.7 CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO

Neste capítulo apresentou-se o jogo Pensar e Lavar, com a exibição de sua idealização e justificativa. Na sequência, é descrito o seu desenvolvimento, onde encontra-se detalhes de suas mecânicas e explicações nas escolhas de *design*. Depois houve a apresentação das contribuições do autor, com a justificativa das modificações e explicações das novas funcionalidades. A seção seguinte contou com o GDD atualizado para as novas mudanças, onde é explanado cada elemento do jogo. Para terminar houve a apresentação de como o Pensamento Computacional foi abordado, em que pode-se verificar como o jogo pode atingir o objetivo de auxiliar o processo de ensino-aprendizagem dos conceitos de PC.

## 5 PROCESSO DE AVALIAÇÃO DO JOGO

Neste capítulo será apresentado as etapas e os métodos de avaliação do jogo Pensar e Lavar.

### 5.1 AJUSTES FINAIS

Com o término da produção do jogo educacional houve algumas ações tomadas pela equipe de desenvolvimento para ter certeza de que o jogo estava preparado para a avaliação. Nesta seção serão detalhados as etapas empregadas até a avaliação com o público-alvo.

#### 5.1.1 Equipe Multidisciplinar

O jogo Pensar e Lavar desenvolvido originalmente por Felipe (2021) sucedeu sua continuação pelo autor deste trabalho e por uma mestranda do Mestrado em Computação Aplicada da UDESC. Durante o processo do seu desenvolvimento houve a realização de algumas reuniões com um grupo de pessoas para melhorar os pontos de acessibilidade por conta da ligação com este trabalho com o de Dutra (2022). O grupo foi composto por especialistas da área da educação, profissionais da área da saúde psicológica, e mães de crianças com Deficiência Intelectual.

O foco das reuniões foi em como o jogo poderia melhorar para as interações com crianças neuro atípicas. Mesmo o foco do presente trabalho não sendo a inclusão de crianças deste espectro, nos requisitos obrigatórios apresentados na Seção 4.4.2 conta com a inclusão de elementos de acessibilidade.

Os resultados das reuniões foram bastante positivas, tanto o *feedback* do estado atual do jogo no momento da apresentação quanto as adições e mudanças que, de acordo com seus conhecimentos, otimizariam a experiência para o público alvo.

### 5.2 AVALIAÇÃO

Nesta seção será apresentado como os testes de avaliação do jogo foram executados, bem como o detalhamento da avaliação do jogo educacional com o objetivo de demonstrar as etapas da coleta de dados das amostras para a contemplação do objetivo geral do trabalho.

#### 5.2.1 Teste funcional com estudantes de cursos de Computação

Com o término do desenvolvimento do Jogo Educacional, um teste funcional foi realizado para que fossem corrigidos problemas não percebidos de design ou de funcionalidades para que a avaliação pelo público-alvo estivesse livre de erros e não influenciar no resultado final. O teste funcional houve a participação de 9 graduandos da área de Ciência da Computação e 5 mestrandos da área de Computação Aplicada que já tiveram contato com a matéria de Interação Humano Computador por meio de amostras por conveniência. Após o término dos

testes, os participantes avaliados responderam um questionário onde os desenvolvedores do Jogo Educacional aplicaram as correções apontadas no mesmo.

Os testes funcionais foram distribuídos por meio digital em um formato de questionário com a finalidade de verificar se as funcionalidades e o *design* de todas as telas do jogo estavam implementadas de acordo com o esperado. Juntamente do questionário, houve também a distribuição do jogo e de um texto contendo uma lista de instruções para auxiliar os participantes a testar as funcionalidades do jogo.

O questionário é composto de 17 questões, para obter informações sobre a identificação do perfil do participante e para o levantamento de possíveis falhas ou pontos a serem melhoradas. A lista de questões foi a seguinte:

- Q1 - Informe sua idade
- Q2 - Informe o seu gênero
- Q3 - Você cursou ou está cursando a Graduação em Ciência da Computação ou Mestrado em Computação Aplicada
- Q4 - Cursou a disciplina de IHC na sua graduação ou pós-graduação?
- Q5 - Informe a data da avaliação
- Q6 - Informe o horário de início da avaliação
- Q7 - Informe o horário de fim da avaliação
- Q8 - Descreva as configurações do seu dispositivo para o teste
- Q9 - Sobre a tela inicial: qual o seu parecer em relação às suas percepções, dificuldades ou erros encontrados?
- Q10 - Em relação a tela de Menu de Fases e a funcionalidade de Configuração de Fases: qual o seu parecer em relação às suas percepções, dificuldades ou erros encontrados?
- Q11 - Em relação a fase 1 do jogo e seus níveis: qual o seu parecer em relação às suas percepções, dificuldades ou erros encontrados?
- Q12 - Em relação a fase 2 do jogo e seus níveis: qual o seu parecer em relação às suas percepções, dificuldades ou erros encontrados?
- Q13 - Em relação a fase 3 do jogo e seus níveis: qual o seu parecer em relação às suas percepções, dificuldades ou erros encontrados?
- Q14 - Sobre a forma como as instruções são fornecidas: qual o seu parecer em relação às suas percepções, dificuldades ou erros encontrados?

- Q15 - Você acredita que uma criança (com ou sem Deficiência Intelectual) com habilidades básicas de leitura e aritmética conseguirá interagir com o jogo? Deixe seus comentários e sugestões.
- Q16 - Relate os erros ou problemas encontrados na interação com o jogo.
- Q17 - Comentários gerais para melhoria.

As questões de Q1 a Q8 tinham o objetivo de identificar o perfil do participante, bem como o tempo utilizado para o teste funcional. Houve a necessidade de ter o conhecimento se houve algum contato entre a área de IHC com o participante para saber se o grau de observação dos pontos levantados eram suficientes para suprir com a demanda do padrão de análise levando em consideração as interações do usuário. Para as questões de Q9 a Q14 o foco foi obter as percepções relevantes do participante perante as observações coletadas durante o teste em cada uma das principais telas do jogo. Na questão Q15, o participante então se colocou na posição do público-alvo e assim classificou como ele se sentiria em relação às interações propostas.

Poucas revisões foram necessárias para resolver os pontos levantados pelos participantes do teste funcional, em que após o término de todos os ajustes o jogo estava pronto para a avaliação com o público-alvo.

### **5.2.2 Avaliação com o público-alvo (estudantes e profissionais da educação)**

Uma parceria foi realizada com a Escola Reunida Municipal Maria Lindamir de Aguiar Barros da cidade de Barra Velha para que ocorresse o processo das avaliações com o público-alvo. Antes da data das avaliações, as crianças do 3º e 4º ano levaram as autorizações de permissão para realizar as avaliações e também para autorizar a imagem das crianças em possíveis fotos e vídeos do teste. As assinaturas foram preenchidas pelos responsáveis do público-alvo e após a coleta das a pode-se então dar início às avaliações.

Com o total de 39 estudantes distribuídos entre o 3º e 4º ano do ensino fundamental, com idades variando de 8 à 10 anos, houve então a avaliação do jogo educacional com o público-alvo. A avaliação ocorreu durante a aula semanal de informática de ambas as turmas, em que junto de uma conversa prévia com o professor desta disciplina sucedeu a liberação da utilização da carga horária sem comprometer a ementa previamente planejada. Todas as participações foram voluntárias, ou seja, nenhum participante realizou a avaliação contra a própria vontade ou sobre a promessa de qualquer benefício.

#### **5.2.2.1 Procedimento**

O processo de avaliação por meio de observação deu início com os estudantes tendo um contato direto com o jogo. Por conta do julgamento dos professores, todos os estudantes jogaram todas as fases e níveis, portanto houve a necessidade de explicar como começar a jogar. Em nenhum momento o pesquisador ou os professores tomaram posse do dispositivo utilizado

pelo estudante para ensinar como passar de alguma interface, para que fosse observada todas as interações que os avaliados experienciaram.

Os testes duraram por volta de 10 minutos por estudante, em que neste período de tempo houve a percepção de que esta janela de tempo era o suficiente para que todos os estudantes jogassem o jogo por completo, sem que contasse com algum tipo de pressão para a resolução. O dispositivo utilizado foram notebooks híbridos com *tablets*, ou seja, notebooks com a capacidade de toque na tela, o que se mostrou ser mais conveniente para a utilização, todos os estudantes usaram este método de input ao *mouse* como planejado originalmente para o meio principal de utilização do jogo.

Para o levantamento de dados, deu-se o cargo de observador aos educadores dos estudantes avaliados, enquanto o autor deste trabalho participou com o cargo de observador geral, levantando detalhes sobre o processo como um todo. Os professores encarregados da observação receberam um formulário em formato de questionário de 25 perguntas junto com um guia do jogo, com a explicação dos elementos da tela e da resolução de todas as fases e níveis para que possam auxiliar os estudantes caso requisitados.

O questionário foi separado em 7 seções. A primeira seção tem o foco em levantar o perfil do avaliado. A seção 2 se formulou na parte de Motivação e Envolvimento Emocional, enquanto a terceira seção do questionário coleta os dados de Complexidade Conceitual. Para a seção 4 o ponto central é coletar a informação relacionada a Compreensão dos Elementos da Interface. Dentro da seção 5 estão questões para a coleta de informações da Navegação e Execução, em contrapartida a seção 6 foca nas Formas de Interação. A última seção é relacionada aos *Feedbacks* do jogo para os usuários. As questões em sua grande maioria tem o formato de resposta baseado na escala de Likert de 5 pontos, porém houve também poucas questões discursivas para complementar as perguntas anteriores.

Após o término do experimento, com os formulários preenchidos, os professores receberam um segundo questionário voltado para as opiniões deles perante os potenciais do jogo e sobre as observações que tiveram em relação aos seus estudantes utilizando o *software*. O questionário foi formulado apenas de questões discursivas para ter a melhor liberdade para os avaliados apontarem suas observações de forma mais clara e objetiva. A seguir é apresentado as questões passadas pelo questionário feito para os educadores.

- Q1 - Descreva, em linhas gerais, o potencial do jogo no desenvolvimento ou aprimoramento de habilidades cognitivas de crianças, tais como raciocínio lógico, resolução de problemas, decomposição, abstração, reconhecimento de padrões e definição de sequências lógicas.
- Q2 - Durante o uso do jogo foi observado o desenvolvimento ou aprimoramento de outras habilidades (motoras, comunicativas, perceptivas, sociais, etc.)? Detalhe sua resposta.
- Q3 - Você acredita que a possibilidade de configurar as fases e níveis do jogo pelo professor pode aprimorar o aprendizado com base nas características individuais de

cada criança? Você encontrou dificuldades para realizar essa configuração? Detalhe sua resposta.

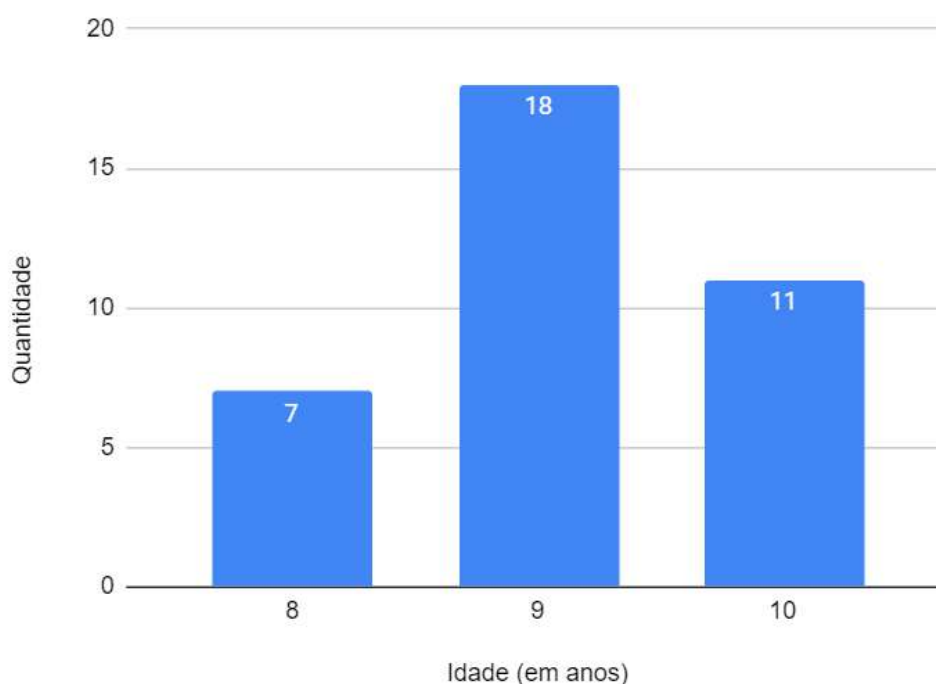
- Q4 - Você acredita que o jogo tem o potencial para auxiliar no processo de ensino-aprendizagem da criança? Detalhe em quais aspectos isso é possível.
- Q5 - Deixe suas observações, sugestões e comentários sobre o jogo.

#### 5.2.2.2 Resultados

Nesta seção terá a apresentação dos resultados dos dados levantados de ambos os questionários. Os resultados do questionário voltado para a experiência do público-alvo serão apresentados em forma de gráficos para uma melhor observação.

A primeira análise a se considerar é o levantamento do perfil do público-alvo. Levando em consideração a idade da amostra, há uma concentração maior em ter usuários com 9 anos de idade, Como pode se observar na Figura 49. Este fato já poderia ser esperado pelo motivo de ser a faixa de idade que fica na interseção do 3º e 4º ano do Ensino Fundamental.

Figura 49 – Idade das amostras



Fonte: O autor.

Em continuação do levantamento do perfil dos participantes, 20 amostras eram do gênero feminino e houve 19 amostras do gênero masculino. Todos os estudantes analisados eram neuro-típicos, ou seja, não apresentavam nenhuma característica própria de alguma deficiência intelectual. Em relação à fase escolar, 20 participantes cursavam o 3º ano, enquanto 19 estavam no 4º ano do Ensino Fundamental.

O jogo tem a possibilidade do educador configurar quais fases e níveis o jogador jogará. Pela análise dos profissionais mostrou então a decisão de que todos os jogadores jogariam todas as fases normalmente na sequência já pré-determinada no desenvolvimento.

De acordo com os dados dos educadores levantados pelos formulários, usando a escala de Likert previamente comentada, muitas das questões obtiveram unanimidade em sua resposta em “Concordo totalmente”, ou seja, o requisito desta questão supriu totalmente o seu objetivo. Segue a lista de questões que tiveram tal comportamento em seu resultado.

- Q1 - A criança ficou motivada em jogar o jogo
- Q2 - Os personagens contribuíram para o envolvimento da criança com o jogo
- Q3 - Os elementos da interface proporcionaram uma experiência lúdica para a criança
- Q4 - A progressão entre cada nível e fase auxiliou a criança a continuar jogando
- Q5 - Os ícones utilizados no jogo foram compreendidos pela criança
- Q6 - Os elementos de navegação, tais como iniciar o jogo, continuar para a próxima fase, jogar novamente e voltar para o menu foram compreendidos pela criança
- Q7 - Os botões presentes no jogo foram compreendidos pela criança
- Q8 - A criança realizou o movimento de clicar e arrastar os objetos sem dificuldade
- Q9 - A criança utilizou facilmente o conjunto de mouse e teclado na interação com o jogo
- Q10 - Os elementos clicáveis possuem boa proporção de tamanho para a interação da criança com o jogo
- Q11 - O retorno visual (ícone de certo) quando a criança realiza uma ação correta é perceptível para a criança
- Q12 - O retorno visual (ícone de erro) quando a criança realiza uma ação incorreta é perceptível para a criança
- Q13 - O som emitido quando a criança realiza uma ação correta é perceptível para a criança
- Q14 - Ao finalizar uma fase ou nível, o jogo apresenta uma tela informando a situação do jogador. Esta tela auxilia a criança a permanecer no jogo

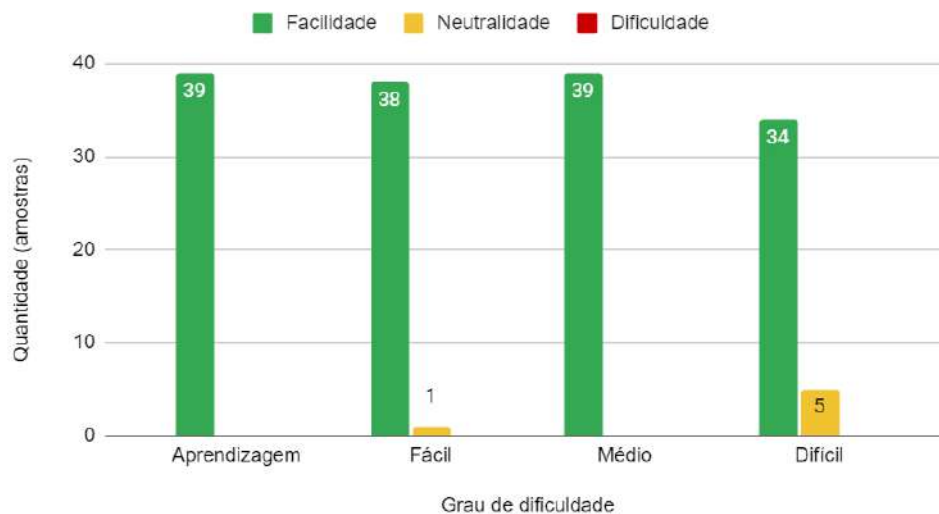
Considerando que as respostas destas questões resultaram em 100% dos estudantes contemplando o melhor parecer possível, acredita-se que o jogo Pensar e Lavar cumpra com seus objetivos primários. Um destaque pode se considerar a questão Q1 em que mostra que o jogo atinge um grau de motivação suficiente para ser aplicado em cenários reais como uma



ferramenta lúdica para o auxílio do ensino. Com os resultados afirmativos para as questões de Q3 a Q14 acredita-se que os elementos de interação, os elementos visuais e auditivos atenderam a necessidades das crianças e por isso são adequados a elas.

No que se refere à dificuldade do jogo, houve um balanço consideravelmente aceitável perante os participantes. Como pode-se observar na Figura 50, a Fase 1 mostrou poucos casos em que o jogador demonstrou algum tipo de dificuldade para resolver com apenas 1 caso de não facilidade na Fase 1 Nível Fácil e 5 casos na Fase 1 Nível Difícil.

Figura 50 – Resultado do grau de dificuldade da Fase 1

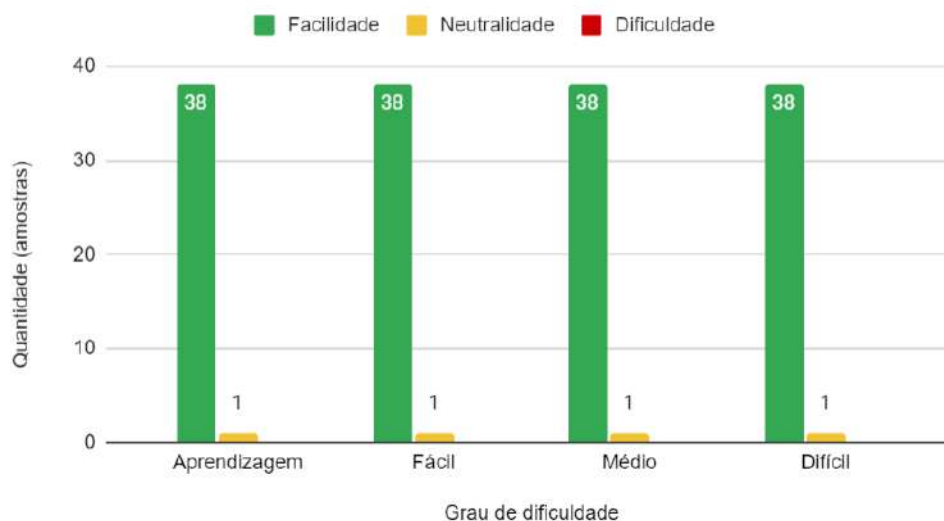


Fonte: O autor.

Os casos de neutralidade ao tentar vencer os níveis citados no parágrafo anterior pode-se vir ao fato do estudante não ter se acostumado com a nova quantidade de cores para separar entre os cestos. Por outro lado, não houve uma real dificuldade para se jogar, mas sim uma pequena confusão por parte dos participantes.

A respeito da dificuldade na Fase 2, houve menos casos de dificuldades na sua resolução, como pode se observar na Figura 51. Curiosamente todos os casos vieram de participantes diferentes, porém o mesmo equívoco foi feito entre eles: esquecer de colocar o sabão ou amaciante na máquina.

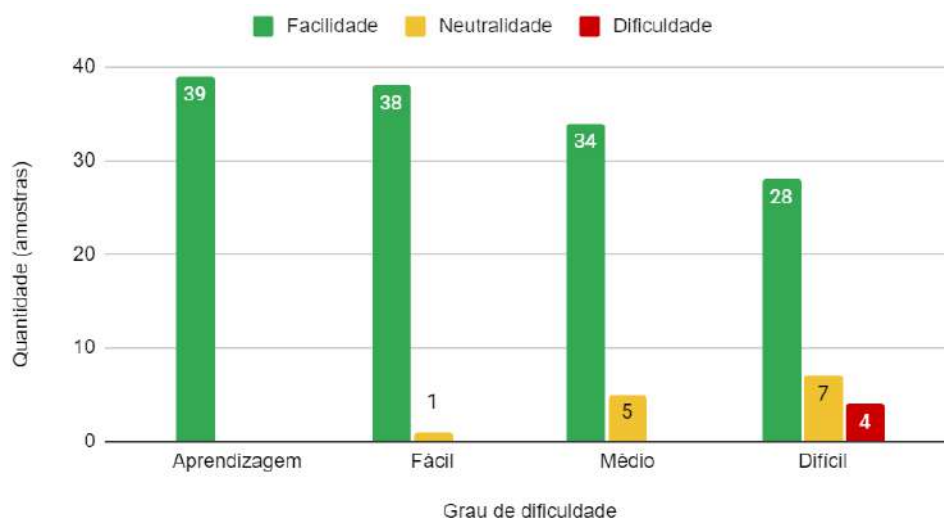
Figura 51 – Resultado do grau de dificuldade da Fase 2



Fonte: O autor.

Observando agora a Figura 52 com os resultados da Fase 3, pode se observar um maior número de casos onde o avaliado não demonstrou total facilidade em sua resolução. Com um total de 11 casos de não facilidade, sendo eles 4 casos de dificuldade ao jogar, a Fase 3 Nível Difícil se mostrou ser a fase com a maior dificuldade a se jogar.

Figura 52 – Resultado do grau de dificuldade da Fase 3



Fonte: O autor.

A maior dificuldade encontrada entre os estudantes, considerando a observação do autor do trabalho em que acompanhou toda a avaliação, foi referente à sequência de roupas que estão dispostas na parte inferior da tela, em que os jogadores tentavam colocar as roupas em sequência nas gavetas dispostas na parte central da cena. Este problema pode ser resolvido com uma pequena instrução ou incentivo ao jogador em tentar resolver de outras maneiras.

Mesmo demonstrando algumas dificuldades em certos pontos, apenas 2 participantes pediram auxílio do botão de ajuda para resolver alguma adversidade encontrada, ambos os casos na Fase 3 Nível Difícil. Por sua vez, suas dúvidas foram resolvidas após o uso do botão de ajuda que aparece na parte superior esquerda da tela em todas as fases e níveis.

Tratando dos dados levantados pelos questionários enviados para os profissionais responsáveis pelo ensino dos estudantes avaliados, pode-se perceber um retorno positivo quando se trata do potencial que o jogo tem para o desenvolvimento ou aprimoramento de habilidades cognitivas. Um comentário a se destacar foi de uma das pedagogas dizendo que o jogo tem potencial para desenvolver habilidades matemáticas e também melhorar a concentração do jogador.

A segunda questão foi voltada para a percepção de outras habilidades além das cognitivas já mencionadas na questão anterior. Novamente as respostas são promissoras, com destaque na resposta em que relata que além da capacidade de aprimorar o senso crítico, os jogadores trabalham a coordenação motora com a necessidade desenvolvida de arrastar os objetos com o recurso *drag-and-drop*.

Em relação à terceira questão, em que leva em consideração a dificuldade e grau de aprimoramento no aprendizado das configurações desenvolvidas para o professor personalizar a experiência do usuário, novamente houve bons resultados. As opiniões divergiam para a facilidade de configurar por se tratar de algo simples e objetivo a se fazer.

A respeito da quarta questão, que indaga sobre o potencial para auxiliar no processo de ensino-aprendizagem da criança, as respostas não foram negativas, novamente. Os argumentos para a afirmação anterior contam com o fato de que mesclar situações reais em uma didática para o auxílio no processo de ensino-aprendizagem é um grande ponto positivo.

O último questionamento foi aberto, onde o educador poderia dar informações, sugestões e outros tipos de comentários. Nesta questão houve questões interessantes como o caso de utilizar uma paleta maior de cores e modificar a imagem escolhida para o fundo das telas durante o jogo, como por exemplo colocar a Fase 2 (lavagem de roupa) no lado de fora da casa.

No que se refere à análise dos professores, os resultados foram extremamente positivos para o emprego deste jogo para o processo de ensino-aprendizagem dos estudantes. Não houve comentários negativos sobre algum ponto que poderia melhorar no jogo além dos comentários do parágrafo anterior. Sobre as mudanças sugeridas, a modificação da paleta de cores pode não ser implementada pelo motivo de ser um jogo acessível para tanto crianças neuro-típicas e crianças com Deficiências Intelectuais, por esta razão o emprego de cores vibrantes pode ocasionar problemas como já estudado em Felipe (2021).

## 6 CONCLUSÃO

Após o desenvolvimento da aplicação, existe a necessidade de executar a avaliação de IHC para que os desenvolvedores possam ter certeza de que as funcionalidades do sistema atuam na maneira que foi projetado. Não somente questões de usabilidade, também é necessário que o objetivo do Jogo Educacional Digital tenha sucesso, em que no caso seria o de servir como ferramenta para auxiliar o processo de ensino-aprendizagem junto com os ensinamentos do educador em relação aos pilares do Pensamento Computacional.

Os Jogos Digitais Educacionais são aplicações que podem servir como auxílio para o ensino dos estudantes em diferentes áreas do conhecimento e em diversos assuntos pelo seu caráter de poder ter temática livre, podendo ter desde um traço mais sério e acadêmico quanto o perfil animado e motivador. Por este motivo, pode ser de muito interesse trabalhos que visam o emprego de JDEs nas mais diferentes esferas da educação, mas há a necessidade de primeiro alimentar a base de dados acadêmicos com provas de que os jogos podem servir de auxílio no processo da educação que por dados estatísticos demonstraram precisar de uma possível inovação.

O jogo Pensar e Lavar foi inicialmente desenvolvido como é apresentado no trabalho de (FELIPE, 2021). Sua primeira versão chamada de *Super ThinkWash* apresentou uma avaliação breve de usabilidade por três acadêmicos da Ciência da Computação com conhecimentos da área de IHC, tendo como resultados sugestões de melhoria e opiniões dos pontos positivos do jogo.

Como apontado no Capítulo 4, a segunda versão do jogo teve como objetivo continuar a implementação dos níveis do jogo e melhoramento de algumas funcionalidades. A utilização dos dados levantados no mapeamento sistemático descrito na Seção 2.6 pode auxiliar na escolha do método em que o jogo desenvolvido foi avaliado com o público.

Após a implementação do jogo Pensar e Lavar e testes de usabilidade com estudantes da área de computação, realizou-se também uma crucial etapa para o projeto: um experimento com 39 estudantes do Ensino Fundamental I. Para tal o autor deste TCC formalizou uma parceria com uma Escola e no dia 19/11/21 levou o jogo para a sala de informática. Pode-se observar os estudantes interagindo com o jogo durante o processo. Como resultado, observa-se que o jogo é positivamente atrativo tanto para o público-alvo em si quanto para a sua utilização no processo de ensino-aprendizagem, levando em consideração que os estudantes ficaram motivados a jogar, atingindo então o resultado esperado pela equipe de desenvolvimento.

Espera-se como trabalhos futuros que o jogo possa ter uma continuação com mais fases e níveis, para que o jogador continue engajado com o jogo por mais tempo. Pode-se também expandir o jogo para novas atividades do cotidiano, com o objetivo de mostrar ainda mais tópicos em que o Pensamento Computacional pode auxiliar no dia-a-dia. Outro ponto a se seguir seria a implementação de melhorias gráficas nos objetos e cenários, para uma visualização mais ainda mais agradável aos olhos do usuário, e adição de animações para melhor fluidez durante o jogo. Para o auxílio do educador e de pesquisas futuras, a implementação de métricas para coleta de

dados, juntamente com uma possível tela de login (tanto do jogador, quanto do professor) podem também ser de grande valia para o futuro do projeto.

## REFERÊNCIAS

- ANASTASIADIS, Theofylaktos; LAMPROPOULOS, Georgios; SIAKAS, Kerstin. Digital game-based learning and serious games in education. **International Journal of Advances in Scientific Research and Engineering**, v. 4, n. 12, p. 139–144, 2018. Citado 2 vezes nas páginas 21 e 91.
- AVIZIENIS, Algirdas et al. Basic concepts and taxonomy of dependable and secure computing. **IEEE transactions on dependable and secure computing**, IEEE, v. 1, n. 1, p. 11–33, 2004. Citado na página 22.
- BARBOSA, Simone; SILVA, Bruno. **Interação humano-computador**. [S.l.]: Elsevier Brasil, 2010. Citado 2 vezes nas páginas 21 e 22.
- BARBOSA, Simone Diniz Junqueira et al. **Interação Humano-Computador e Experiência do Usuário**. [S.l.]: Autopublicação, 2021. Citado 5 vezes nas páginas 13, 22, 25, 95 e 96.
- BARCELOS, Thiago Schumacher et al. Análise comparativa de heurísticas para avaliação de jogos digitais. In: **IHC+ CLIHC**. [S.l.: s.n.], 2011. p. 187–196. Citado na página 23.
- BERBAS. 2021. <<https://www.bebbras.org/>>. Acesso em: 31 mai. 2021. Citado na página 35.
- BLIKSTEIN, Paulo. O pensamento computacional e a reinvenção do computador na educação. **Education & Courses**, 2008. Citado na página 18.
- BLOOM, Benjamin S. **Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals by a committee of college and university examiners**. [S.l.]: McKay, 1956. Citado na página 99.
- BNCC. **Base Nacional Comum Curricular - A Base**. 2017. <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/>>. Acesso em: 28 mai. 2021. Citado 3 vezes nas páginas 20, 72 e 73.
- BNCC. **Base Nacional Comum Curricular**. 2021. <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>>. Acesso em: 26 mai. 2021. Citado na página 20.
- BOYCE, Acey et al. Beadloom game: Adding competitive, user generated, and social features to increase motivation. In: **Proceedings of the 6th International Conference on Foundations of Digital Games**. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2011. (FDG '11), p. 139–146. ISBN 9781450308045. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/2159365.2159384>>. Citado 4 vezes nas páginas 29, 30, 38 e 39.
- BRACKMANN, Christian Puhlmann. **Desenvolvimento do Pensamento Computacional através de atividades desplugadas na Educação Básica**. 2017. 226 f. Tese (Doutorado) — Tese (Doutorado em Informática na Educação)—Universidade Federal do Rio ... , 2017. Citado 5 vezes nas páginas 13, 16, 17, 18 e 72.
- BUCHINGER, Diego; CAVALCANTI, Gustavo Andriolli de Siqueira; HOUNSELL, Marcelo da Silva. Mecanismos de busca acadêmica: uma análise quantitativa. **Revista Brasileira de Computação Aplicada**, v. 6, n. 1, p. 108–120, 2014. Citado na página 93.
- BUCKINGHAM, D. **Beyond Technology: Children's Learning in the Age of Digital Culture**. Wiley, 2013. ISBN 9780745655307. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=5fhfCpdp0zQC>>. Citado na página 19.

CAMPOS, GHB. **Construção e validação de ficha de avaliação de produtos educacionais para microcomputadores. Rio de Janeiro, 1989.** Tese (Doutorado) — Dissertação (Mestrado)—Faculdade de Educação, UFRJ, 1989. Citado na página 32.

CARVALHO, Mayco Farias de; GASPARINI, Isabela; HOUNSELL, Marcelo da Silva. **Move4Math: Jogos Sérios para Alfabetização Matemática.** Tese (Doutorado) — Master's thesis, Universidade do Estado de Santa Catarina, 2017. Citado na página 48.

CARVALHO, Márcio Luiz Bunte de; CHAIMOWICZ, Luiz; MORO, Mirella M. Pensamento computacional no ensino médio mineiro. In: **Workshop de Educação em Informática (WEI).** [S.l.: s.n.], 2013. Citado na página 13.

CASCINI, Daniela; CAMPOS, Silas. Avaliação de jogos educacionais multiusuários: Uma revisão sistemática da literatura. In: **Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE).** [S.l.: s.n.], 2015. v. 26, n. 1, p. 519. Citado na página 91.

COSTA, Antônio Lucas Brígido et al. Applying teaching methods as requirements to develop games to assist children with learning disabilities: A case study. In: **IEEE. 2018 XLIV Latin American Computer Conference (CLEI).** [S.l.], 2018. p. 353–360. Nenhuma citação no texto.

COSTA, Palloma Mestre e Wilkerson Andrade e Dalton Guerrero e Livia Sampaio e Rivanilson Rodrigues e Erick. Pensamento computacional: Um estudo empírico sobre as questões de matemática do pisa. **Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação**, v. 4, n. 1, p. 1281, 2015. ISSN 2316-8889. Disponível em: <<https://www.br-ie.org/pub/index.php/wcbie/article/view/6293>>. Citado na página 19.

De Grove, Frederik; BOURGONJON, Jeroen; Van Looy, Jan. Digital games in the classroom? a contextual approach to teachers' adoption intention of digital games in formal education. **Computers in Human Behavior**, v. 28, n. 6, p. 2023–2033, 2012. ISSN 0747-5632. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0747563212001495>>. Citado na página 91.

DENNING, Peter J. The profession of it beyond computational thinking. **Commun. ACM**, Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, v. 52, n. 6, p. 28–30, jun. 2009. ISSN 0001-0782. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/1516046.1516054>>. Citado 2 vezes nas páginas 13 e 16.

DERRYBERRY, Anne. **Serious games: online games for learning.** 2007. Citado 2 vezes nas páginas 21 e 91.

DUTRA, Taynara Cerigueli. **Jogo Digital Educacional Para Desenvolvimento do Pensamento Computacional Para Crianças com Deficiência Intelectual.** Dissertação (Mestrado) — Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Tecnológicas, Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada, Joinville, 2022. Citado 2 vezes nas páginas 49 e 74.

EDUCATION, UK DEPARTMENT FOR. **The national curriculum in England:** framework document. 2013. <[https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/381344/Master\\_final\\_national\\_curriculum\\_28\\_Nov.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/381344/Master_final_national_curriculum_28_Nov.pdf)>. Acesso em: 06 ago. 2021. Citado na página 19.

FELIPE, Daniel. Desenvolvimento do pensamento computacional por meio de um jogo digital educacional inspirado na vida real. Joinville, Brasil, 2021. Trabalho de Conclusão de Curso — Bacharelado em Ciência da Computação, UDESC. Citado 15 vezes nas páginas 6, 8, 13, 14, 37, 38, 39, 40, 42, 43, 44, 45, 74, 82 e 83.

FISHER, Carla. **Designing games for children: Developmental, usability, and design considerations for making games for kids**. [S.l.]: CRC Press, 2014. Citado na página 48.

FOSS, Christiano Avila e Adriana Bordini e Monica Marques e Simone Cavalheiro e Luciana. Desdobramentos do pensamento computacional no Brasil. **Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE)**, v. 27, n. 1, p. 200, 2016. ISSN 2316-6533. Disponível em: <<https://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/6700>>. Citado na página 13.

GOMES, T. et al. Avaliação de um jogo educativo para o desenvolvimento do pensamento computacional na educação infantil. **Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação**, v. 4, n. 1, p. 1349, 2015. ISSN 2316-8889. Disponível em: <<https://www.br-ie.org/pub/index.php/wcbie/article/view/6307>>. Citado 5 vezes nas páginas 30, 31, 32, 38 e 39.

GRIMES, Renato Hartmann; HOUNSELL, Marcelo da Silva. Sistema biomédico com jogo sério e dispositivo especial para reabilitação respiratória. In: SBC. **Anais Estendidos do XIX Simpósio Brasileiro de Computação Aplicada à Saúde**. [S.l.], 2019. p. 49–54. Citado na página 48.

HENRIQUE, Mychelline Souto. **EDUCATALOG4RE: um catálogo de requisitos para auxiliar o desenvolvimento softwares educacionais**. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Pernambuco, 2016. Citado na página 48.

HIX, Deborah; HARTSON, H Rex. **Developing user interfaces: ensuring usability through product & process**. [S.l.]: John Wiley & Sons, Inc., 1993. Citado na página 97.

HOOSHYAR, Danial et al. Autothinking: An adaptive computational thinking game. In: \_\_\_\_\_. [S.l.: s.n.], 2019. p. 381–391. ISBN 978-3-030-35342-1. Citado 3 vezes nas páginas 32, 38 e 39.

HOOSHYAR, Danial et al. From gaming to computational thinking: An adaptive educational computer game-based learning approach. **Journal of Educational Computing Research**, v. 59, n. 3, p. 383–409, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1177/0735633120965919>>. Citado 4 vezes nas páginas 32, 33, 34 e 39.

ISBISTER, Katherine; SCHAFFER, Noah. **Game usability: Advancing the player experience**. [S.l.]: CRC press, 2008. Citado na página 23.

ISTE. **Sobre a SBC**. 2011. <[https://cdn.iste.org/www-root/2020-10/ISTE\\_CT\\_Leadership\\_Toolkit\\_booklet.pdf](https://cdn.iste.org/www-root/2020-10/ISTE_CT_Leadership_Toolkit_booklet.pdf)>. Acesso em: 6 ago. 2021. Citado 3 vezes nas páginas 16, 17 e 71.

JUNIOR, B. **Estudo comparativo entre abordagens metodológicas para avaliação objetiva de softwares educativos**. 2014. [S.l.: s.n.]. Citado na página 32.

LIUKAS, Linda. **Hello Ruby: adventures in coding**. [S.l.]: Macmillan, 2015. v. 1. Citado na página 17.



- NESBIT J. C.; BELFER, K.; Leacock T. **Learning object review instrument (lori)**. 2003. 33–68 p. Citado na página 32.
- NIELSEN, Jakob. Heuristic evaluation. **Usability inspection methods**, John Wiley & Sons, 1994. Citado na página 22.
- NIELSEN, Jakob. **Usability engineering**. [S.l.]: Morgan Kaufmann, 1994. Citado na página 42.
- PEIXOTO, Daniela C. C.; RESENDE, Rodolfo F.; PÁDUA, Clarindo Isaías P.S. Evaluating software engineering simulation games: The ugalco framework. In: **2014 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) Proceedings**. [S.l.: s.n.], 2014. p. 1–9. Citado na página 91.
- PETERSEN, Kai et al. Systematic mapping studies in software engineering. In: **12th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering (EASE) 12**. [S.l.: s.n.], 2008. p. 1–10. Citado na página 23.
- PISA, PROGRAMA INTERNACIONAL DE AVALIAÇÃO DE ALUNOS. **Relatório Nacional PISA 2018:: resultados brasileiros**. 2018. <[https://download.inep.gov.br/publicacoes/institucionais/avaliacoes\\_e\\_exames\\_da\\_educacao\\_basica/relatorio\\_brasil\\_no\\_pisa\\_2018.pdf](https://download.inep.gov.br/publicacoes/institucionais/avaliacoes_e_exames_da_educacao_basica/relatorio_brasil_no_pisa_2018.pdf)>. Acesso em: 06 ago. 2021. Citado na página 19.
- PRATES, R.; DINIZ, S.; BARBOSA, Junqueira. Introdução à teoria e prática da interação humano computador fundamentada na. In: . [S.l.: s.n.], 2007. Citado na página 22.
- PRATES, Raquel Oliveira; BARBOSA, Simone Diniz Junqueira. Avaliação de interfaces de usuário—conceitos e métodos. In: **Jornada de Atualização em Informática do Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, Capítulo**. [S.l.: s.n.], 2003. v. 6, p. 28. Citado na página 22.
- PRENSKY, Marc. Digital game-based learning. **Computers in Entertainment (CIE)**, ACM New York, NY, USA, v. 1, n. 1, p. 21–21, 2003. Citado 2 vezes nas páginas 20 e 91.
- PRIETO, Lilian Medianeira et al. Uso das tecnologias digitais em atividades didáticas nas séries iniciais. **RENOTE-Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 3, n. 1, 2005. Citado 2 vezes nas páginas 21 e 91.
- RAPEEPISARN, Kowit et al. Similarities and differences between "learn through play" and "edutainment". Murdoch University, 2006. Citado na página 21.
- ROCHA, A. R. C. da. **Análise e projeto estruturado de sistemas**. 1987. [S.l.: s.n.], Campus. Citado na página 32.
- RUBIN, Jeffrey. **Handbook of Usability Testing: How to Plan, Design, and Conduct Effective Tests**. 1st. ed. USA: John Wiley & Sons, Inc., 1994. ISBN 0471594032. Citado na página 22.
- SANTOS, William de Souza. Pajed: um modelo de avaliação para jogos digitais educacionais. Centro Universitário SENAI CIMATEC, 2018. Citado na página 23.
- SBC. **Diretrizes para ensino de Computação na Educação Básica**. 2010. <<https://www.sbc.org.br/documentos-da-sbc/send/203-educacao-basica/1220-bncc-em-itinerario-informativo-computacao-2>>. Acesso em: 6 ago. 2021. Citado na página 17.

SCHOOLNET, EUROPEAN. **Computing our future:** Computer programming and coding. priorities, school curricula and initiatives across europe. 2014. Citado na página 19.

SCHROEDER, RAFAELA BOSSE. **Wobu-Bubble-Jogo Sério para o Equilíbrio Dinâmico de Pacientes com Hemiparesia.** Tese (Doutorado) — Master's thesis, Universidade do Estado de Santa Catarina, 2017. Citado na página 48.

SILVA, Tiago Silva; SILVEIRA, Milene Selbach. Antecipando a avaliação de ihc: verificação de diretrizes a partir de modelos. In: **Proceedings of the VIII Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems.** [S.l.: s.n.], 2008. p. 248–251. Citado na página 97.

SNYDER, C. **Paper Prototyping: The Fast and Easy Way to Design and Refine User Interfaces.** [S.l.: s.n.], 2003. Citado na página 22.

SOUZA, Clarisse Sieckenius De et al. The semiotic inspection method. In: **Proceedings of VII Brazilian symposium on Human factors in computing systems.** [S.l.: s.n.], 2006. p. 148–157. Citado na página 22.

SPARK, Code. 2021. <<https://codespark.com/about>>. Acesso em: 29 mai. 2021. Citado na página 30.

TAROUCO, Liane Margarida Rockenbach et al. Jogos educacionais. **RENOTE: revista novas tecnologias na educação [recurso eletrônico]. Porto Alegre, RS, 2004.** Citado 2 vezes nas páginas 21 e 91.

VALLE, Pedro Henrique Dias et al. Hedeg-heurísticas para avaliação de jogos educacionais digitais. **Nuevas Ideas en Informática Educativa TISE,** 2013. Citado na página 23.

WANGENHEIM, Christiane Gresse von; BARBOSA, Heliziane; REOLON, Mathias. Heurísticas para avaliação de jogos educativos digitais – revisão sistemática de literatura. relatório técnico incod/gqs.05.2017.p. 07 2017. Nenhuma citação no texto.

WHARTON, Cathleen et al. The cognitive walkthrough method: A practitioner's guide. In: \_\_\_\_\_. **Usability Inspection Methods.** USA: John Wiley amp; Sons, Inc., 1994. p. 105–140. ISBN 0471018775. Citado na página 22.

WING, Jeannette M. Computational thinking. **Commun. ACM,** Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, v. 49, n. 3, p. 33–35, mar. 2006. ISSN 0001-0782. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>>. Citado 3 vezes nas páginas 13, 16 e 18.

WORTHINGTON, Maulfry; CARRUTHERS, Elizabeth. Becoming bi-numerate: a study of teachers' practices concerning children's early 'written' mathematics. In: CITESEER. **Proceedings of European Early Childhood Education Research Association (EECERA) Conference.** [S.l.], 2003. Citado na página 20.

YULIANA, Irma et al. Introducing computational thinking concept learning in building cognitive capacity and character for elementary student. In: **2019 19th International Symposium on Communications and Information Technologies (ISCIT).** [S.l.: s.n.], 2019. p. 549–554. Citado 4 vezes nas páginas 35, 36, 38 e 39.

YULIANA, Irma et al. Introducing computational thinking concept learning in building cognitive capacity and character for elementary student. In: IEEE. **2019 19th International Symposium on Communications and Information Technologies (ISCIT).** [S.l.], 2019. p. 549–554. Nenhuma citação no texto.

ZHAO, Weinan; SHUTE, Valerie J. Can playing a video game foster computational thinking skills? **Computers Education**, v. 141, p. 103633, 2019. ISSN 0360-1315. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131519301861>>. Citado 4 vezes nas páginas 34, 35, 38 e 39.

## **APÊNDICE A – MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE IHC NO CONTEXTO DE JOGOS SÉRIOS EDUCACIONAIS: UM MAPEAMENTO SISTEMÁTICO (TEXTO ADAPTADO DO ARTIGO SUBMETIDO AO SBIE 2021)**

### **A.1 INTRODUÇÃO**

O uso de jogos de computador despertou interesse entre pesquisadores para estudos da aplicabilidade desses jogos como uma das abordagens para o ensino-aprendizagem. Jogos digitais promovem diferentes emoções com base nas experiências e situações que propiciam ao jogadores, como entusiasmo, diversão, desafios, frustração e motivação (RAMOS et al., 2020). Além do mais, favorecem o desenvolvimento de habilidades cognitivas e podem ser utilizados nos mais diversos contextos.

Os jogos (digitais) com objetivos específicos, intencionais e prévios são nomeados de Jogos Sérios (JS). Os JS são jogos em que o objetivo primário não é divertir, mas sim aprimorar o interesse pela aprendizagem (PRENSKY, 2003). Os gêneros dos JS podem ser variados, desde que o intuito seja instruir algum conteúdo específico, podendo auxiliar nas mais diversas áreas, como na saúde, na formação militar, na educação colaborativa, na formação profissional e entre outras (DERRYBERRY, 2007).

Os JS podem ser aplicados aos mais diversos segmentos e um deles é a educação. Os JS proporcionam alterações positivas e inovadoras ao ensino da atual geração de estudantes (ANASTASIADIS; LAMPROPOULOS; SIAKAS, 2018). Assim, jogos digitais com fins educativos são um subgrupo dos JS e são classificados como Jogos Digitais Educacionais (JDEs). Os JDEs aplicados a contextos educacionais precisam conter objetivos pedagógicos bem definidos, seguindo uma metodologia como orientação do processo (PRIETO et al., 2005). Também, são eficientes ferramentas instrucionais devido às suas características, pois possibilitam divertir e engajar, enquanto facilitam o aprendizado, aumentam a capacidade de retenção do conhecimento adquirido e exercitam funções mentais e intelectuais dos jogadores. Portanto, as novas tecnologias inseridas nas salas de aula tornaram-se essenciais, não somente devido aos seus benefícios, mas também por atenderem as atuais necessidades sociais e culturais da sociedade (TAROUCO et al., 2004).

O uso de JDEs muda o paradigma de ensino: do aprender ouvindo (*learn by listen*) para o aprender fazendo (*learning by doing*). Além de que, permite aumentar o interesse dos estudantes em assuntos abordados em aula, fornecendo práticas dinâmicas e lúdicas sobre os mais diversos conteúdos (PEIXOTO; RESENDE; PÁDUA, 2014). Entretanto, a adesão a esses jogos ainda é moderada (De Grove; BOURGONJON; Van Looy, 2012), motivada pela falta de avaliações bem fundamentadas em relação ao propósito principal, o ensinar (CASCINI; CAMPOS, 2015).

O presente trabalho tem como objetivo a realização de um Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL) com a finalidade de identificar como os JDEs estão sendo avaliados nos últimos anos.

## A.2 TRABALHOS RELACIONADOS

Cascini e Campos (2015) apresentaram o crescente interesse em JDEs e a necessidade dos métodos de avaliação para medir o benefício desses jogos. Com o intuito de identificar como jogos educacionais multiusuários são avaliados, os autores realizaram uma revisão sistemática da literatura. Como resultados, constatou-se que o método de avaliação mais utilizado é o questionário e outros métodos utilizados são observação, testes e entrevistas. Em relação ao que é avaliado, a maioria considera a interação, o aprendizado e a experiência do usuário. Sobre a efetividade dos testes, é notável os resultados positivos da utilização dessas técnicas. Por fim, os autores apontam que na maioria dos casos, a avaliação está restrita apenas a testes pilotos ou avaliações subjetivas. Também, dispõem um conjunto de questões para auxiliar a avaliação de um jogo.

Wangenheim et al. (2017) realizaram uma revisão sistemática da literatura para verificar e mapear heurísticas de avaliação de usabilidade para JDEs. Com base nos artigos obtidos, foram encontradas 7 heurísticas usadas na avaliação de jogos educacionais, em que a maioria são heurísticas adaptadas de outras, principalmente de Nielsen (1994), sendo aplicadas pelos usuários finais e especialistas. Ademais, grande parte das avaliações não apresentaram uma metodologia clara da realização da avaliação, nem como as heurísticas foram criadas e validadas.

Esses trabalhos demonstram a importância dos jogos ao ambiente educacional e devido ao seu objetivo primário e sério, as etapas de avaliação e validação são essenciais para garantir a qualidade do jogo final. Entretanto, esses trabalhos não apresentam os métodos utilizados e os critérios avaliados especificadamente para JDEs. À vista disso, para averiguar como os JDEs são avaliados atualmente, foi realizado um MSL com o intuito de identificar dados quantitativos a respeito das avaliações desses jogos. Com as informações angariadas, pretende-se compreender como realizar uma efetiva avaliação de um JDE, bem como, quais as melhores métricas usadas para essa avaliação e o público-alvo.

## A.3 METODOLOGIA

O MSL relatado no presente trabalho segue o processo descrito por Petersen et al. (2008).

### A.3.1 Questões de pesquisa

O objetivo principal deste estudo é quantificar e descrever sobre a avaliação de JDEs e para isso estabeleceu-se a seguinte Questão Primária (QP) para o mapeamento:

- QP. Como os jogos digitais sérios educacionais são avaliados?

Para auxiliar o entendimento sobre o tema e organização dos resultados, as seguintes Questões Secundárias (QS) foram estabelecidas: (QS1) Quais métodos são utilizados nas avaliações? (QS2) Quais critérios são avaliados? (QS3) Quem avalia os jogos sérios? (QS4) Em que contexto são avaliados? (QS5) Para qual método de controle o jogo é desenvolvido?

### A.3.2 Definições de busca

Os trabalhos foram buscados por meio de uma *string* de Busca, que foi definida para que os resultados enquadrassem com a temática dos jogos digitais sérios/educacionais. A pesquisa foi realizada e obtiveram-se os artigos que atendiam a seguinte *string*:

*(evaluation OR assessment OR test) AND (model OR method OR framework OR scale) AND (serious OR educati\* OR appl\*) AND (game\* AND digital)*

Como Mecanismo de Busca Acadêmica (MBA) foram utilizados o Web of Science (WOS), a ACM Digital Library e o IEEE Xplore, por terem maior quantidade de recursos disponíveis (BUCHINGER; CAVALCANTI; HOUNSELL, 2014) e pela proximidade das bases com a área da Computação.

A pesquisa, executada entre os meses de Maio e Junho de 2021, resultou em 1221 artigos ao total. A quantidade respectiva por cada base e cada conjunto de etapas pode ser visualizada na Tabela 8. A base Web of Science engloba as mais diversas áreas da ciência, portanto com o propósito de buscar resultados apenas relacionados a área da Computação e Educação, empregou-se o filtro por categorias.

### A.3.3 Seleção dos trabalhos

Para a seleção dos trabalhos, foram definidos os Critérios Objetivos (CO) e os critérios subjetivos, que subdividem-se em Critérios de Exclusão (CE) e Critérios de Inclusão (CI). Em análises iniciais, contatou-se que a partir do ano de 2014, houve um aumento significativo nos trabalhos de avaliação de JDEs, conforme pode ser visualizado na Figura 53. Dessa forma, instituiu-se que esse seria o ano inicial para filtragem dos artigos.

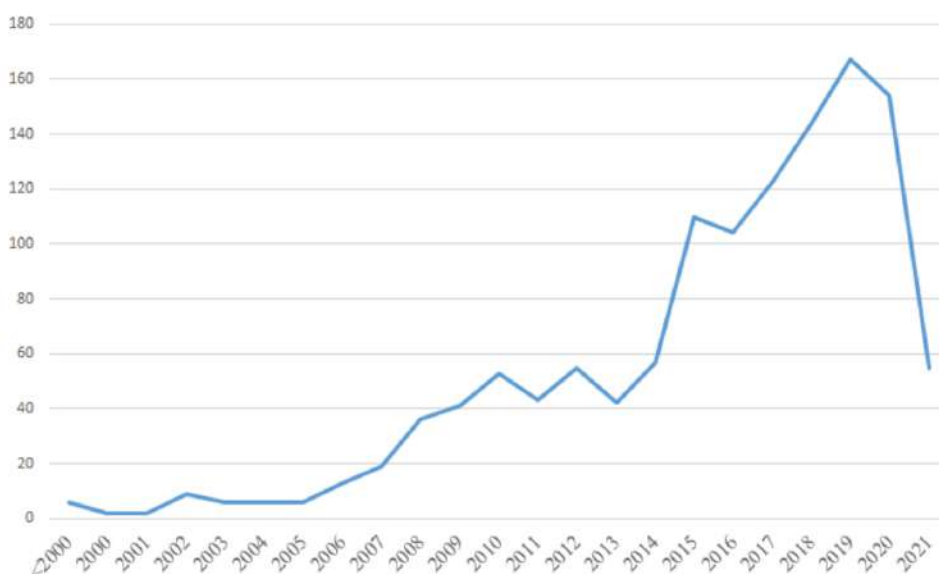


Figura 53 – Publicações por ano de artigos sobre avaliação de JDEs

Como Critérios Objetivos (CO) para seleção dos artigos, estabeleceu-se:

1. Possuir acesso pela CAPES ou gratuito na web;
2. Ser escrito em inglês ou em português;
3. Ser artigo científico de periódicos e eventos;
4. Artigos entre 2014 e 2021;
5. Ser artigo completo (possuir quatro ou mais páginas);
6. Ser artigo primário;
7. Artigos não duplicados.

Para cada MBA, foram utilizadas as ferramentas disponíveis para filtragem dos dados de ano, linguagem e tipo de publicação, por exemplo. Essa filtragem automática foi denominada Critérios Objetivos Possíveis (COPs). Para os demais COs, que não puderam ser verificados diretamente no MBA, foi realizada a verificação manual, selecionando/removendo os artigos conforme COs citados anteriormente.

Os CEs, dispostos a seguir, foram estabelecidos para a remoção de trabalhos não pertencentes ao tema e para que os resultados filtrados e incluídos pelo CI sejam utilizados para responder as questões de pesquisa. Durante a análise, os trabalhos que atendiam ao menos um dos CEs foram removidos:

- CE1. Não ser Jogo Digital;
- CE2. Não ser jogo da área educacional;
- CE3. Apresentar métodos de avaliação sem testes;
- CE4. Jogos que não foram avaliados;
- CE5. Ser jogo 3D.

Após passar por todos os CEs, foi definido um CI:

- CI1. Artigos que avaliem jogos sérios educacionais e apresentem as formas de avaliação.

Executou-se a análise do título, resumo, palavras-chave, e o artigo completo até passar por todos os critérios. Ao haver dúvidas a respeito da aplicação dos critérios, foi deliberado entre os autores e estabelecido um consenso para o aceite ou não do artigo. Os trabalhos que satisfizeram todos os COs, CEs e o CI foram aceitos para a extração dos dados. A Tabela 8 apresenta os quantitativos de cada etapa.

Tabela 8 – Quantidade de artigos retornados por cada MBA

| Mecanismo de Busca | String Base | COP | CO1-7 | CE1-5 | CI1 |
|--------------------|-------------|-----|-------|-------|-----|
| Web of Science     | 754         | 389 | 248   | 38    | 30  |
| IEEE               | 366         | 217 | 191   | 14    | 14  |
| ACM                | 101         | 44  | 40    | 4     | 4   |
| Total              | 1221        | 650 | 479   | 56    | 48  |

### A.3.4 Extração e classificação dos dados

A extração dos dados seguiu o processo: leu-se as informações no resumo, caso não fosse viável obter os dados necessários, outras partes do artigo foram verificadas, como a introdução, conclusão e por fim, todo o trabalho (PETERSEN et al., 2008).

Destaca-se que quatro pesquisadores realizaram todo o processo de análise e extração e em uma segunda revisão, leram todos os trabalhos aceitos, o que fornece maior garantia da integridade dos resultados frente ao objetivo do presente trabalho. Outros três pesquisadores atuaram conferindo o protocolo, definindo os objetivos e critérios, revisando o texto e as interpretações. Os dados resultantes das análises foram tabulados e organizados em uma planilha eletrônica, para tornar mais fácil a visualização dos dados por filtros ou comandos, como a validação de duplicatas, por exemplo. Todas as análises e classificações realizadas estão dispostas na Tabela disponível no link<sup>1</sup>.

## A.4 ANÁLISE E RESULTADOS

Ao final, 48 artigos foram aceitos que apresentavam a avaliação de JDEs e incluíam informações a respeito dos métodos adotados e o processo realizado, esses artigos estão disponíveis<sup>2</sup> e serão referenciados pelo número de identificação estabelecido.

### A.4.1 Métodos de avaliação dos JDEs

A avaliação de Interação Humano-Computador (IHC) de sistemas computacionais visa coletar dados para determinar como os usuários finais devem utilizar o produto, em uma determinada tarefa, em um certo ambiente. Assim, os métodos de avaliação podem ser agrupados em investigação, inspeção e observação (BARBOSA et al., 2021). Com base nessa classificação, os artigos foram analisados e, conforme os métodos de avaliação apresentados, foram inseridos a um ou mais grupos. A Figura 54 apresenta o gráfico com a quantidade de artigos pertencentes a cada um desses grupos. Destaca-se que em vários artigos, utilizou-se mais de um método de avaliação e portanto um trabalho pode estar contido em mais de um grupo. A grande maioria dos artigos utilizam métodos do grupo de investigação, principalmente os questionários, mas também observação, tendo como método o estudo de campo.

<sup>1</sup> <<https://www.dropbox.com/s/jbxxjqz3e75k53l/ResultadosMapeamentoAvaliacaodeJogosomitido.xlsx?dl=0>> - Guias: Classificação por Avaliação, Classificação por Pessoas e Classificação por Jogos.

<sup>2</sup> Guia: Lista de Artigos Aceitos (no mesmo link anterior).



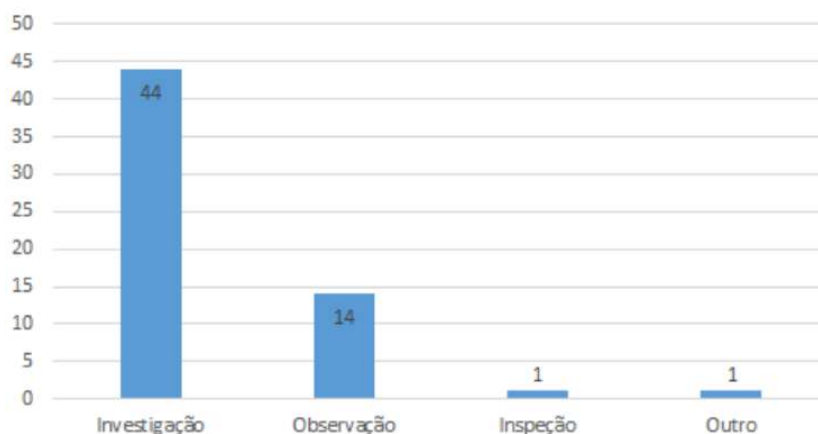


Figura 54 – Grupos dos Métodos de Avaliação

Conforme apresentado na Figura 55, os questionários possuem uma ampla utilização para a avaliação dos jogos, o que corrobora com a afirmação de Barbosa et al. (2021), que os questionários são uma das técnicas de coleta de dados mais utilizadas. Isso ocorre devido à sua facilidade de uso para a obtenção dos mais diversos dados e a possibilidade de aplicação a inúmeros contextos. Além de que, é possível angariar informações de um grande número de pessoas, podendo essas estar geograficamente dispersas. Também por intermédio dos questionários, é possível a disponibilização de perguntas abertas e fechadas. Entretanto, geralmente se utiliza de questões fechadas para facilitar o preenchimento por parte do avaliado e também a análise quantitativa das informações por parte do avaliador (BARBOSA et al., 2021). Com a análise dos grupos de métodos e dos métodos verificados, foi possível responder a QS1.

De acordo com as análises realizadas, os questionários foram empregados para a verificação da aprendizagem com os pré e pós testes (ex: Artigos 98, 118, 127, 227, etc.), para avaliação da usabilidade (ex: Artigos 8, 170, 575, etc.), motivação (ex: Artigos 128, 178, 227, etc), experiência de usuário (ex: Artigos 269, 300, 430, etc.), dentre outros. Esses questionários, em muitos trabalhos foram criados pelos próprios avaliadores (ex: Artigos 128, 178, 227, 391, etc.). Em outros, utilizou-se modelos presentes na literatura, como é o caso de Costa et al. (2018), que utilizou o modelo de questionário *Self-Assessment Manikin (SAM)* (Artigo 82), o qual se refere a um questionário baseado em imagens desenvolvido para medir respostas emocionais. Outro exemplo é o trabalho Yuliana et al. (2019), que realiza a avaliação da usabilidade do jogo educativo com o *System Usability Scale* (Artigo 170).

Os artigos foram verificados e classificados conforme o tipo de dado extraído, sendo 45 trabalhos quantitativos e 12 qualitativos. Destaca-se que, devido às avaliações utilizarem mais de um método, um único trabalho pode estar quantificado como informações quantitativas e qualitativas.

As avaliações dos JDEs eram realizadas com o objetivo de validar algum aspecto dos jogos, como a capacidade de promover a aprendizagem, motivação, engajamento nos estudantes ou então, a usabilidade do jogo em si, a satisfação em utilizar a ferramenta para aprender, entre

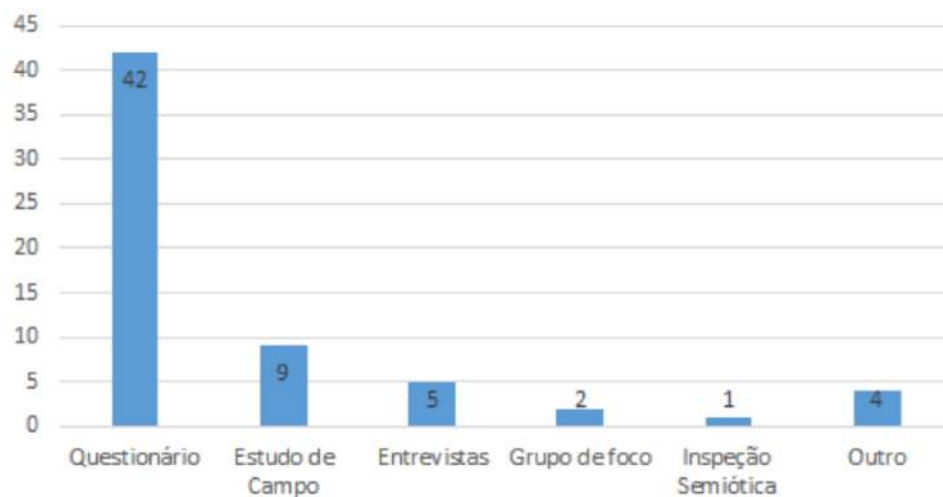


Figura 55 – Métodos de Avaliação

outros objetivos. Com isso, é possível responder à questão secundária QS2, identificando quais os critérios que são avaliados em JDEs. Os trabalhos obtidos foram classificados conforme os objetivos com maior ocorrência, conforme pode ser visualizado na Figura 56. Os outros critérios identificados nos trabalhos foram a afetividade, a compaixão, a ansiedade, a carga cognitiva, etc. Todos os critérios podem ser visualizados no seguinte *link*<sup>3</sup>. Deve-se considerar que os objetivos foram classificados conforme descritos pelos autores dos trabalhos avaliados, não entrando no mérito de que alguns conceitos podem englobar outros, como é o caso da experiência do usuário estar relacionada também, a motivação e ao engajamento.

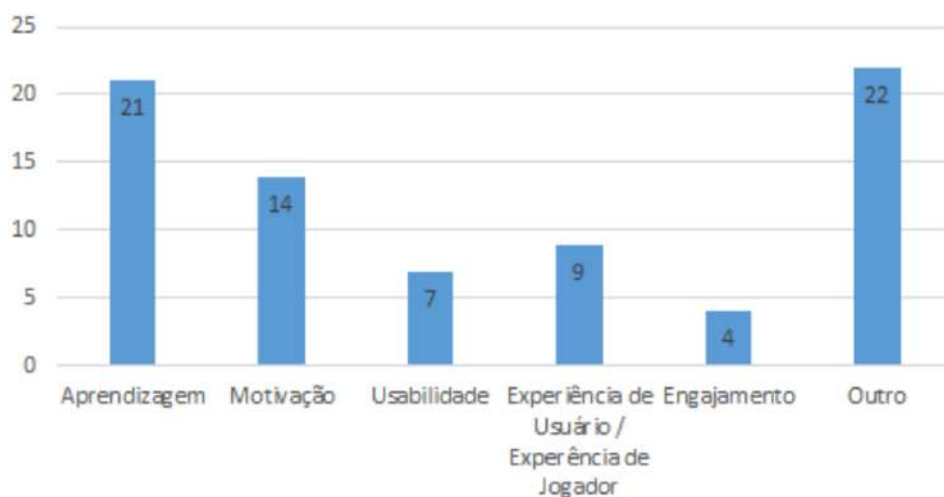


Figura 56 – Objetivos de Avaliação

Os métodos de avaliação de IHC também podem ser classificados como métodos de avaliação formativos e métodos de avaliação somativos (SILVA; SILVEIRA, 2008; HIX; HARTSON, 1993). Em relação aos resultados obtidos, todos eles apresentavam avaliações somativas, ou seja,

<sup>3</sup> <<https://www.dropbox.com/s/jbxxjqz3e75k53l/ResultadosMapeamentoAvaliacaoJogosomitido.xlsx?dl=0>> - Guia: Classificação por Avaliação.

avaliam protótipos ou o próprio JDE em sua versão final, muitas vezes já disponíveis em lojas de aplicativo.

#### **A.4.2 Contexto**

Para avaliação do contexto das avaliações dos JDEs apresentados pelos trabalhos obtidos, objetivou-se compreender quem eram os avaliadores (QS3). Dessa maneira, constatou-se que na grande maioria dos estudos, a avaliação foi realizada pelos próprios pesquisadores que, muitas vezes, também eram os desenvolvedores da ferramenta (46 artigos). Dentro desse montante, verificaram-se avaliações feitas em conjunto por especialistas e pesquisadores (Artigos 138 e 170). Também houve trabalhos avaliados por educadores (Artigos 178 e 264), sendo um deles em conjunto com especialistas (Artigo 178).

No que tange à QS4, em relação ao contexto em que os jogos foram avaliados, foi identificado o público participante das avaliações. Devido à abordagem educacional, quase todas as avaliações envolveram o público-alvo dos jogos, os estudantes. Em relação à amostra, o mínimo de pessoas envolvidas nas avaliações em que os participantes eram especialistas, foram 2 (Artigo 178). Em contrapartida, ao ter como participantes os estudantes ou usuários finais do jogo, a amostra mínima encontrada foi 8 (Artigo 8) e o máximo 562 pessoas (Artigo 406). Contando com os trabalhos em que foi informado a quantidade de participantes, a mediana de amostras é de 50, com idades que variam entre 4 e 55 anos.

Os estudantes participantes das avaliações foram classificados conforme a idade e/ou nível de escolaridade descritos pelos trabalhos. Todavia, devido às avaliações terem sido realizadas nos mais diversos países, adotou-se como base a subdivisão escolar brasileira que consiste em: Educação Infantil (de 0 a 6 anos) (6 artigos), Ensino Fundamental (de 7 a 14 anos) (21 Artigos) e Ensino Médio (de 15 a 17 anos) (4 Artigos). Também foram subdivididos os casos de trabalhos voltados ao Ensino Superior (15 Artigos) e Ensino Especial (1 Artigo).

Além dos trabalhos em que os participantes eram apenas estudantes, encontrou-se outros contextos, como o caso em que participaram educadores e estudantes (Artigo 227), apenas educadores (Artigos 178 e 264), visitantes de um museu (Artigo 300) e pessoas que falam alemão (Artigo 394).

#### **A.4.3 Jogos sérios educacionais**

Em relação aos jogos sérios avaliados pelos artigos resultantes, identificou-se que 92% dos artigos apresentavam jogos gratuitos (44 artigos), sendo que desses, somente 7 estavam disponíveis para *download*, sugerindo um grande número de jogos acadêmicos. Todos os jogos comerciais dispunham de uma forma de acesso na web (4 artigos). Assim, 11 jogos estão disponíveis e 37 não estão disponíveis.

Um jogo foi avaliado em mais de um trabalho, sendo apresentado em 5 artigos diferentes. Dessa forma, o jogo *Vidyanusa* foi avaliado 4 vezes no ano de 2015 e 1 no ano de 2021 (Artigos

127, 128, 227, 251 e 357). Ademais, em 6 artigos não havia a descrição dos nomes dos jogos que foram avaliados (Artigos 33, 82, 239, 413, 436 e 551). Em 5 artigos ocorreu a avaliação de mais de um jogo no estudo, sendo conjuntos com 3 (Artigos 170, 391 e 406) e 4 jogos (Artigos 269 e 430). Também em alguns trabalhos, plataformas de jogos foram avaliadas, como é o caso do *Kahoot* para criação de questionários em forma de jogo e *The Smile and Learn* que dispõem de vários jogos diferentes.

Quanto ao foco do jogo, observou-se que a Taxonomia de Bloom (BLOOM, 1956) foi citada em 8 trabalhos diferentes como base para o desenvolvimento dos jogos educacionais. Isso demonstra o cuidado com o objetivo educativo desses jogos. Nesses trabalhos, foi possível analisar que 4 dos 6 objetivos educacionais provenientes da Taxonomia de Bloom são recorrentes, incentivando que o usuário entenda, aplique, analise e avalie o conteúdo fornecido pelo jogo educativo.

Com base na QS5, foram obtidos os dados referentes aos dispositivos de controle usados nos jogos. Conforme apresentado na Figura 57, pode-se perceber que a grande maioria dos jogos usam o mouse como dispositivo de controle. Dentre os artigos avaliados, 17 deles apresentaram somente 1 dispositivo de controle, 3 não informaram (Artigos 83, 430, 553) e 28 trabalhos usaram mais de 1 dispositivo. Outra questão analisada são os jogos multiplataforma, assim, 12 trabalhos usaram jogos que trabalham com mouse e/ou teclado e também com o *touchscreen* e ainda, geolocalização como controle de jogo (Artigos 300 e 637).

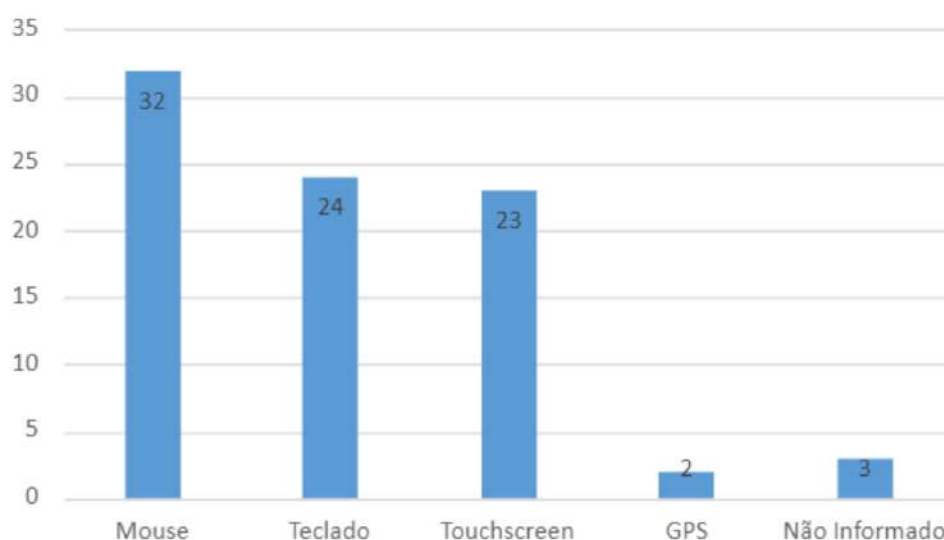


Figura 57 – Dispositivos de Controle

Esses dados mostram que o uso de jogos para computadores ainda é frequente. Porém, essa é uma realidade em transformação, devido à disseminação dos dispositivos móveis e o acesso cada vez mais facilitado a crianças e jovens estudantes à *smartphones* e *tablets*, como mostrado na Sessão 4.2 em que a maioria das avaliações ocorreram com um público na faixa etária dos 7 a 14 anos.

## A.5 AMEAÇAS À VALIDADE

Ademais, como ameaça pode-se considerar o entendimento subjetivo de cada avaliador sobre os critérios, entretanto para maior garantia da coerência de processo e dos dados extraídos, todos os artigos aceitos foram revisados por quatro pesquisadores participantes do estudo. Devido ao conjunto de MBAs utilizados, é passível que estudos relevantes não tenham sido incluídos. Os MBAs salvam as referências de forma diferente, e por isso pode ter ocorrido que ao importar para os softwares utilizados algum estudo não tenha sido incluído.

## A.6 CONCLUSÃO

O objetivo deste estudo foi identificar na literatura trabalhos que apresentem a avaliação de jogos digitais sérios educacionais. Para isso, foi realizado um MSL para compreender como os JDEs são avaliados e a partir disso, realizar uma análise aprofundada sobre os métodos, o contexto e as características desses jogos. Como resultados, obtiveram-se 48 artigos pelos quais foi possível responder a questão de pesquisa e as questões secundárias estabelecidas para o mapeamento.

Quanto aos métodos utilizados (QS1), constatou-se o foco da grande maioria dos trabalhos em métodos de investigação, tendo como método mais utilizado, o questionário. Isso se dá pela facilidade de criar, aplicar e atingir um grande número de pessoas. A observação, segundo método mais utilizado, emprega o estudo de campo na grande maioria dos trabalhos, para realizar a avaliação no ambiente real, identificando assim, ações e reações mais fidedignas do público-alvo.

Ao verificar os métodos de avaliação, foi possível detectar os critérios/objetivos usualmente avaliados em JDEs (QS2), os quais se referem respectivamente a aprendizagem, usabilidade, experiência de usuário e engajamento do jogador. Da mesma maneira, verificou-se que ao realizar as avaliações, os autores dos trabalhos categorizam as informações de duas maneiras, dados quantitativos e dados qualitativos. Assim, nos trabalhos resultantes, obteve-se 45 quantitativos e 12 qualitativos.

Observou-se que quem realiza as avaliações dos JDEs (QS3) são principalmente pesquisadores e ou desenvolvedores da ferramenta (46 artigos). Em relação ao contexto da avaliação (QS4), foi possível verificar um grande montante das participações sendo crianças estudantes do Ensino Fundamental, de 7 a 14 anos (21 artigos).

Quanto aos controles usados (QS5), detectou-se uma proximidade entre os mais usados, sendo o mouse, o teclado e o *touchscreen*, demonstrando assim, que prevalece o desenvolvimento de JDEs para computadores de mesa e dispositivos móveis. Identificou-se também, controles atípicos como o GPS, o que demonstra a adaptação e atualização dos projetos com as novas tecnologias disponíveis (Artigos 300 e 637).

Realizar o MSL possibilitou a constatação do estado da arte no que tange os JDEs avaliados no período de 2014 e 2021, permitindo compreender que os JDEs são uma ferramenta de ensino dinâmica e atrativa, capaz de gerar motivação e diversão aos estudantes. Além de que,

podem ser aplicados aos mais diversos públicos, do ensino infantil ao ensino superior. Entretanto, devido ao seu contexto sério, inúmeras são as avaliações realizadas para garantir a qualidade do produto final.

Com base na QP, identificou-se que os JDEs são avaliados considerando diversos critérios (usabilidade, experiência de jogador, aprendizagem, motivação, etc.) e inúmeros métodos. Desse modo, ao realizar as avaliações, os métodos podem ser usados em conjunto para análise de mais de uma característica do jogo, tornando a avaliação mais completa. Por conseguinte, essa é uma importante etapa do processo de desenvolvimento, a qual deve ser bem elaborada para garantir que o jogo cumpra com o seu objetivo dentro do ambiente escolar.

Como trabalhos futuros, sugere-se uma ampliação do MSL para outras bases de dados, maximizando a possibilidade de obter maiores informações sobre a fase de avaliação de jogos digitais sérios.