UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Centro de Desenvolvimento Tecnológico
Programa de Pós-Graduação em Computação

Tese

+Ludus: Inclusão e Aprendizagem Através de Jogos Digitais para Crianças com TEA

Marcelo da silveira Siedler

Pelotas, 2025

Marcelo da silveira Siedler

+Ludus: Inclusão e Aprendizagem Através de Jogos Digitais para Crianças com TEA

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Computação do Centro de Desenvolvimento Tecnológico da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciência da Computação.

Orientador: Profa. Dar. Tatiana Aires Tavares
Coorientador: Prof. Dr. Tiago Thompsen Primo

Pelotas, 2025

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação da Publicação

S571l Siedler, Marcelo da Silveira

+Ludus [recurso eletrônico] : inclusão e aprendizagem através de jogos digitais para crianças com
TEA / Marcelo da Silveira Siedler ; Tatiana Aires Tavares, orientadora ; Tiago Thompsen Primo, coorientador. — Pelotas, 2024.
178 f.

Tese (Doutorado) — Programa de Pós-Graduação em Computação, Centro de Desenvolvimento Tecnológico, Universidade Federal de Pelotas, 2024.

1. Inclusão. 2. Jogos digitais. 3. Transtorno do espectro autista. 4. Tecnologia educacional. I. Tavares, Tatiana Aires, orient. II. Primo, Tiago Thompsen, coorient. III. Título.

CDD 005

Elaborada por Dafne Silva de Freitas CRB: 10/2175

Marcelo da silveira Siedler

+Ludus: Inclusão e Aprendizagem Através de Jogos Digitais para Crianças com TEA

Tese aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Doutor em Ciência da Computação, Programa de Pós-Graduação em Computação, Centro de Desenvolvimento Tecnológico, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 18 de dezembro de 2024

Banca Examinadora:

Prof. Dra. Tatina Aires Tavares (orientadora)
Doutora em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

Prof. Dra. Michele de Almeida Schmidt.
Doutora em Educação pela Universidade Federal de Pelotas.

Prof. Dra. Marta Nörnberg
Doutora em Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Prof. Dr. Leomar Soares da Rosa Junior
Doutor em Microeletrônica pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que de alguma forma colaboraram para a elaboração desse trabalho.

Minha esposa Carol, pelo apoio em todo esse período de trabalho, as meninas Alice e Marina.

Eliana e Vini pelo apoio e parceria durante a jornada, meus orientadores Tati e Tiago pelos ensinamentos e orientações ao longo do trabalho.

Agradecimento especial ao meu grande amigo e (quase) orientador Rafael, que foi muito importante durante todo esse período, me ajudando animicamente, tecnicamente e tudo mais que fosse necessário até o último dia antes da defesa.

Por fim, agradeço a UFPEL e a CAPES que tornaram possível o desenvolvimento desse trabalho provendo, apesar das dificuldades, condições para a realização da pesquisa ambiente acadêmico público e de excelência. Ao IFSUL também, por permitir que eu realizasse o desenvolvimento do trabalho podendo me dedicar exclusivamente a tese.

Quem cultiva a semente do amor, segue em frente não se apavora.
— XANDE DE PILARES

RESUMO

SIEDLER, Marcelo da silveira. **+Ludus: Inclusão e Aprendizagem Através de Jogos Digitais para Crianças com TEA**. Orientador: Tatiana Aires Tavares. 2025. 178 f. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) – Centro de Desenvolvimento Tecnológico, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2025.

Esta tese apresenta o desenvolvimento de um trabalho que visa apoiar desenvolvedores de software na criação de soluções digitais voltadas para crianças com Transtorno do Espectro Autista (TEA). A tecnologia pode ser uma ferramenta poderosa para auxiliar intervenções pedagógicas e terapêuticas, contribuindo para o desenvolvimento de competências essenciais dessas crianças. Um dos desafios, entretanto, é criar soluções adequadas ao público-alvo, visto que crianças autistas apresentam particularidades que devem ser consideradas quando da concepção de softwares especializados. Neste trabalho, foi realizado um Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL), com o objetivo de identificar trabalhos relacionados, metodologias e processos de desenvolvimento focados em crianças com TEA. Posteriormente, em parceria com profissionais especializados, foram conduzidos três ciclos de experimentação, nos quais diversas soluções digitais foram desenvolvidas para apoiar crianças autistas em diferentes áreas do conhecimento. Essas soluções integram tecnologias emergentes e conceitos de gamificação para torná-las atraentes e engajadoras. Cada ciclo de experimentação culminou na validação das ferramentas desenvolvidas e no registro das lições aprendidas ao longo do processo. Por fim, a tese apresenta os produtos resultantes da tese, que consistem em Aspectos Norteadores, elaborados para auxiliar desenvolvedores na criação de soluções adequadas ao público-alvo e um *template* de desenvolvimento que disponibiliza uma série de componentes de software reutilizáveis, otimizando o processo de criação de novas soluções digitais voltadas a crianças com TEA. A tese também discute as contribuições do trabalho, destacando os desafios enfrentados e as soluções propostas para o desenvolvimento de tecnologias assistivas voltadas para crianças com TEA.

Palavras-chave: Inclusão; Jogos Digitais; Transtorno do Espectro Autista; Tecnologia Educacional.

ABSTRACT

SIEDLER, Marcelo da silveira. **Titulo do Trabalho em Ingles**. Advisor: Tatiana Aires Tavares. 2025. 178 f. Thesis (Doctorate in Computer Science) – Technology Development Center, Federal University of Pelotas, Pelotas, 2025.

This thesis presents the development of a study aimed at supporting software developers in creating digital solutions for children with Autism Spectrum Disorder (ASD). Technology can be a powerful tool for supporting educational and therapeutic interventions, contributing to the development of essential skills for these children. However, one of the challenges is to create solutions that are appropriate for the target audience, as autistic children have unique needs that must be considered in the design of specialized software. In this work, a Systematic Literature Review was conducted with the objective of identifying related studies, methodologies, and development processes focused on children with ASD. Subsequently, in partnership with specialized professionals, three cycles of experimentation were carried out, during which various digital solutions were developed to support autistic children across different knowledge areas. These solutions incorporate emerging technologies and gamification concepts to make them attractive and engaging. Each experimentation cycle concluded with the validation of the developed tools and the documentation of lessons learned throughout the process. Finally, the thesis presents the resulting technological artifacts, which consist of Guiding Principles designed to assist developers in creating solutions tailored to the target audience, and a development model that provides reusable software components to optimize the creation of new digital solutions. The thesis also discusses the contributions of this work, highlighting the challenges faced and the proposed solutions for the development of assistive technologies aimed at children with ASD.

Keywords: Inclusion; Digital Games; Autism Spectrum Disorder; Educational Technology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Prevalência de Autismo nos EUA até 2020. Fonte: (Maenner, 2023) 18

Figura 2 Etapas da metodologia RtD. Fonte: (Costa, 2023) 27
Figura 3 Símbolos do Autismo. Fonte: (Bandeira, 2024) 29
Figura 4 Passos da análise qualitativa. Fonte: adaptado de Branco; Silva pinheiro; Damian; Santos marques (2021) 34

Figura 5 Seis formas de perspectivar a Inclusão. Fonte: (Ainscow; Booth; Dyson, 2006) 39

Figura 6 Fluxo de execução do MSL (adaptado de Cardoso (2019)). 46
Figura 7 Classificação de artigos que tratam de TEA agrupados por grau de severidade. 47
Figura 8 Fluxo de desenvolvimento do Aplicativo *Say-it and Learn* (Butt; Hannan; Rafiq; Hussain; Faisal; Younas, 2020) 49
Figura 9 Classificação dos Artigos de acordo com a Faixa Etária 52
Figura 10 telas *DayByDay*. Lista de atividades, primeira versão (esquerda); versão melhorada (direita) (Camargo; Carvalho; Barros; Barros; Santana, 2019) 54
Figura 11 As quatro tecnologias criadas no projeto *OutsideTheBox*(Spiel; Frauenberger; Hornecker; Fitzpatrick, 2017) 57
Figura 12 Aplicação *EmoTraductor* (Hervás; Francisco; Méndez; Bautista, 2019) 58

Figura 13 Materiais concretos produzidos para auxiliar o aprendizado de crianças com TEA. 63
Figura 14 Metodologia de desenvolvimento dos aplicativos 67

Figura 15 Telas do jogo digital desenvolvido 71
Figura 16 Telas do jogo "Uma Volta pelo Sistema Solar". 73
Figura 17 Utilização do aplicativo "Orbit A.R.". 74
Figura 18 Utilização dos jogos digitais por alunos. 75
Figura 19 Telas do jogo FonoStar. 77
Figura 20 Resultados da Avaliação de Usabilidade do Fono Star 78

Figura 21 Telas do aplicativo *ArrasTE-A 2.0*. 82
Figura 22 Material físico produzido para identificar as cores. 82
Figura 23 Material físico do artefato *Conhecendo os Animais*. 83
Figura 24 Telas do aplicativo *Conhecendo os Animais*. 84
Figura 25 Material concreto - *Conhecendo as Estações*. 85

Figura 26 Módulos do Jogo Digital apresentando a estação Inverno. 86

Figura 27 Comparação de fontes. 90
Figura 28 Telas que utilizam a cor azul ao fundo. 91
Figura 29 Telas que utilizam a cor laranja ao fundo. 91
Figura 30 Comparação de ícones e botões do jogo original (esquerda), com a nova versão (direita). 92
Figura 31 Tela de início de jogo - original (esquerda) e reformulada (direita). . 92
Figura 32 Comparação das telas do módulo **Conhecer**. 93
Figura 33 Comparação de telas do módulo **Parear**. 93
Figura 34 Comparação de telas do módulo *Associar*. 94
Figura 35 Telas destacando as mudanças de interface nas telas de Créditos e Seleção de Fase. 94
Figura 36 Interface do jogo *Números Amigos*. 97
Figura 37 (a) *Quebra Cabeça de Operações* (b) *Ludus Math*. 98
Figura 38 *Números Amigos*: (a)Jogo Digital (b)Produção do material concreto. 99
Figura 39 Materiais físicos produzidos em utilização. 99
Figura 40 Registros da prática no laboratório. 100
Figura 41 Registro da prática em sala de aula 102
Figura 42 Rede de Códigos - Prática em Laboratório 103
Figura 43 Rede de Códigos - Prática em Sala de aula 105

Figura 44 Seleção do template +Ludus na Engine Unity 117
Figura 45 Exemplos de aplicação dos *prefabs* em telas do jogo. 120
Figura 46 Modelos de Tela disponibilizados no *template* 120
Figura 47 Exemplos de modelo de pareamento 121
Figura 48 Exemplo do recurso de substituição aos realizar o pareamento. . . 122
Figura 49 Sequencia de telas para exemplificar o uso do aplicativo pelo desenvolvedor. 123
Figura 50 Configuração dos níveis para a representação da fase 124
Figura 51 Exemplo de pasta com os *assets* da fase. 124
Figura 52 Fases do jogo *Amigos da Floresta.* 127
Figura 53 Sequência de telas para realizar atividades com a letra A 129

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Publicações Realizadas 23
Tabela 2 Trabalhos Publicados 24

Tabela 3 Questionário - Perfil dos participantes. 30
Tabela 4 Questionário adaptado do VisAWI. 31
Tabela 5 Comparativo das categorias consideradas e os aplicativos digitais desenvolvidos. 32

Tabela 6 Classificação do TEA conforme o DSM-5. 36

Tabela 7 Quantitativo de trabalhos retornado por Entrada e Saída de dados . 56

Tabela 8 Ocorrências elencadas a partir da codificação dos dados - Prática Laboratório 104
Tabela 9 Ocorrências elencadas a partir da codificação dos dados - Prática Laboratório 105

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AAC	*Augmentative and alternative communication*
ABA	*Applied Behavior Analysis*
AEE	Atendimento Educacional Especializado
AN	Aspectos Norteadores
API	*Application Programming Interface*
AR	*Action Reserarch*
BNCCI	Base Nacional Comum Curricular para Educação Infantil
CAA	Comunicação Aumentativa e Alternativa
CDC	Centro de Controle e Prevenção de Doenças
DSM	*Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*
EUA	*Estados Unidos da América*
GT	*Grounded Theory*
GUI	*Graphical User Interface*
IFAL	Instituto Federal de Alagoas
IHC	Interação Humano-Computador
INPI	Instituto Nacional da Propriedade Industrial
MeDeC@	*Methedology for the Development of Computer Assistive Technologies*
MSL	Mapeamento Sistemático de Literatura
MVP	*Minimum Viable Product*
PD	*Participatory Design*
PECS	*Picture Exchange Communication System*
QP	Questão de Pesquisa
RtD	*Research through design*
SCTF	Sistema de Comunicação por Troca de Figuras
SMED	Secretaria Municipal de Educação
SOA	*Service-oriented architecture*

StArt	*State of the Art through Systematic Review*
TA	Tecnologia Assistiva
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TDAH	Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade
TDIC	Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação
TEA	Transtorno do Espectro Autista
TEACCH	*Treatment and Education of Autistic and related Communication-handicapped Children*
TFD	Teoria Fundamentada nos Dados
TI	Tecnologia da Informação
TOC	Transtorno Obsessivo-Compulsivo
UCD	*User Centered Design*
UERGS	*Universidade Estadual do Rio Grande do Sul*
VisAWI	*Visual Aesthetics of Websites Inventory*
W3C	*World Wide Web Consortium*
WAI	*Web Accessibility Initiative*
WCAG	*Web Content Accessibility Guidelines*
WebMedia	Simpósio Brasileiro de Sistemas Multimídia e Web

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 17
1.1 Justificativa 19
1.2 Problema, questões de pesquisa e objetivos 20
1.3 Contribuições 21
1.3.1 Projetos de Pesquisa 22
1.3.2 Publicações 22
1.3.3 Prêmios 24
1.3.4 Softwares registrados no INPI 24
1.4 Organização do Trabalho 25

2 ESTRATÉGIA DE PESQUISA 26
2.1 *Research Through Design* 26
2.2 Etapas da pesquisa e entregáveis 27
2.3 Instrumentos Avaliativos 29
2.3.1 Questionário de familiaridade 29
2.3.2 Questionário VisAWI adaptado 30
2.3.3 Método Qualitativo TFD 32
2.4 Considerações Éticas 34

3 CONCEITOS BASILARES 35
3.1 Transtorno do Espectro Autista 35
3.2 Tecnologia Assistiva 37
3.3 Educação Inclusiva 38
3.4 Interação Humano-Computador (IHC) 39
3.5 Serious Game e Gamificação 41
3.6 Discussão 42

4 MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA LITERATURA 44
4.1 Especificação do Protocolo 44
4.2 Resultados Obtidos 45
4.2.1 Execução do MSL 46
4.3 Taxonomia 46
4.3.1 Grau de Severidade do TEA 47
4.3.2 Finalidade 47
4.3.3 Faixa Etária 52
4.3.4 Tipo de Solução Desenvolvida 53
4.4 TA e os desafios da IHC 55
4.5 Discussão 59

5 PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO . . . 61
5.1 Encontro com Especialistas . . . 61
5.1.1 Público-Alvo . . . 62
5.1.2 Materiais Utilizados . . . 63
5.1.3 Tecnologia Assistiva . . . 64
5.1.4 Infraestrutura . . . 65
5.1.5 Tópicos de Interesse . . . 65
5.2 Metodologia . . . 66
5.3 Discussão . . . 68

6 PRIMEIRA FASE DE EXPERIMENTAÇÃO . . . 70
6.1 ArrasTE-A . . . 70
6.1.1 Características . . . 70
6.1.2 Funcionalidades . . . 71
6.1.3 Validação . . . 72
6.2 OrbitAndo . . . 72
6.2.1 Características . . . 73
6.2.2 Funcionalidades . . . 73
6.3 Validação . . . 74
6.4 FonoStar . . . 76
6.4.1 Características . . . 76
6.4.2 Funcionalidades . . . 76
6.5 Validação . . . 77
6.6 Discussão . . . 78

7 SEGUNDA FASE DE EXPERIMENTAÇÃO . . . 80
7.1 ArrasTE-A 2.0 . . . 81
7.2 Conhecendo os Animais . . . 83
7.3 Explorando as Estações . . . 84
7.4 Validação . . . 86
7.4.1 Avaliação de Usabilidade . . . 86
7.5 Discussão . . . 87

8 TERCEIRA FASE DE EXPERIMENTAÇÃO . . . 89
8.1 Readequações de Interface . . . 89
8.1.1 Tipografia . . . 89
8.1.2 Cores . . . 90
8.1.3 Formas, ícones e telas . . . 91
8.2 Estudo de caso . . . 92
8.3 Prática na Escola . . . 95
8.3.1 Materiais e Métodos . . . 95
8.3.2 Jogos digitais utilizados . . . 96
8.3.3 Material Físico . . . 98
8.3.4 Atividade no Laboratório . . . 100
8.3.5 Atividade em Sala de Aula . . . 101
8.4 Avaliação . . . 102
8.4.1 Avaliação qualitativa . . . 103
8.4.2 Avaliação Professores . . . 106

8.5 Discussão 107

9 ASPECTOS NORTEADORES PARA O DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVOS VOLTADOS A CRIANÇAS COM TEA 110
9.1 Aspectos Norteadores 111
9.2 Template +Ludus 117
9.2.1 Componentes reutilizáveis do *template* +Ludus 119
9.2.2 Organização das telas do *template* +Ludus 121
9.2.3 Criação de Aplicativos a partir do Template 122
9.3 Validação 124
9.3.1 Materiais e Métodos 124
9.3.2 Percepções da validação 125
9.3.3 Jogos criados a partir do *template* +Ludus 127
9.3.4 Resultados Obtidos 128
9.4 Discussão 129

10 CONCLUSÃO 131
10.1 Discussão sobre os objetivos e questões de pesquisa 131
10.1.1 QP1 - Processos para desenvolvimento de software convencionais atendem as necessidades para a criação de soluções voltadas a crianças com TEA? 132
10.1.2 QP2 - Quais diretrizes e boas práticas podem ser implementadas para orientar o desenvolvimento de aplicativos voltados para crianças autistas? 133
10.2 QP3 - Como desenvolver soluções digitais acessíveis voltadas para crianças autistas? 135
10.3 Contribuições da tese 135
10.4 Limitações do trabalho 136
10.5 Trabalhos futuros 137

REFERÊNCIAS 139

APÊNDICE A TCLE - QUESTIONÁRIO DE FAMILIARIDADE 154

APÊNDICE B FORMULÁRIO AVALIATIVO - VISAWI ADAPTADO 156

APÊNDICE C EXEMPLOS DE MATERIAIS FÍSICOS PRODUZIDOS 158

APÊNDICE D DOCUMENTO GERADO NO ATLAS.TI 166

APÊNDICE E RESULTADO DA AVALIAÇÃO DA PRÁTICA / PROFESSOR . 169

APÊNDICE F AVALIAÇÃO TEXTUAL DOS DESENVOLVEDORES SOBRE O TEMPLATE +LUDUS 173

1 INTRODUÇÃO

O Transtorno do Espectro Autista (TEA) descreve um grupo de indivíduos que tem comportamento atípico em dois domínios de diagnóstico: Problema na comunicação social e comportamento restritivo ou repetitivo (Gomes, 2018). Estudos recentes sugerem a inclusão da dificuldade motora como uma característica recorrente dentro do espectro (Bhat, 2020; Soares; Cavalcante, 2015).

O diagnóstico e tratamento do TEA têm sido amplamente discutidos no Brasil e no mundo (Branco; Pinheiro; Damian; Marques, 2020). Embora as investigações sobre a compreensão e análise das ocorrências do transtorno ainda sejam incipientes, alguns órgãos e centros de pesquisa já apresentam dados e análises relevantes sobre a prevalência do TEA na sociedade.

O Centro de Controle e Prevenção de Doenças (CDC), órgão do governo dos Estados Unidos da América(EUA), é amplamente reconhecido como uma referência no monitoramento do diagnóstico de autismo em crianças até os 8 anos de idade. Bienalmente, o CDC publica relatórios atualizados que analisam várias características do espectro autista.

No relatório mais recente, com dados coletados em 2020 e publicado em 2023 (Maenner, 2023), foi identificado que 1 em cada 36 crianças é diagnosticada com TEA, o que evidencia uma tendência crescente nos diagnósticos. Na Figura 1 este crescimento é evidenciado, através da apresentação dos dados coletados ao longo dos últimos 20 anos pelo CDC.

No Brasil não existe um estudo similar ao realizado nos EUA. No entanto, considerando uma transposição dessa prevalência (de 2,5% da população), o Brasil teria hoje cerca de 5,4 milhões de autistas no país.

Com relação ao tratamento do TEA, ele deve preferencialmente ocorrer desde a primeira infância. Quanto mais precoce for o diagnóstico, maiores serão as chances do indivíduo realizar intervenções e, consequentemente, minimizar suas dificuldades. A intervenção precoce é um meio eficiente de tratamento e pode ocorrer sob duas perspectivas: intervenção humana e intervenção tecnológica (Melo et al., 2021).

A forma mais comum de interação é a intervenção humana, através de uma equipe

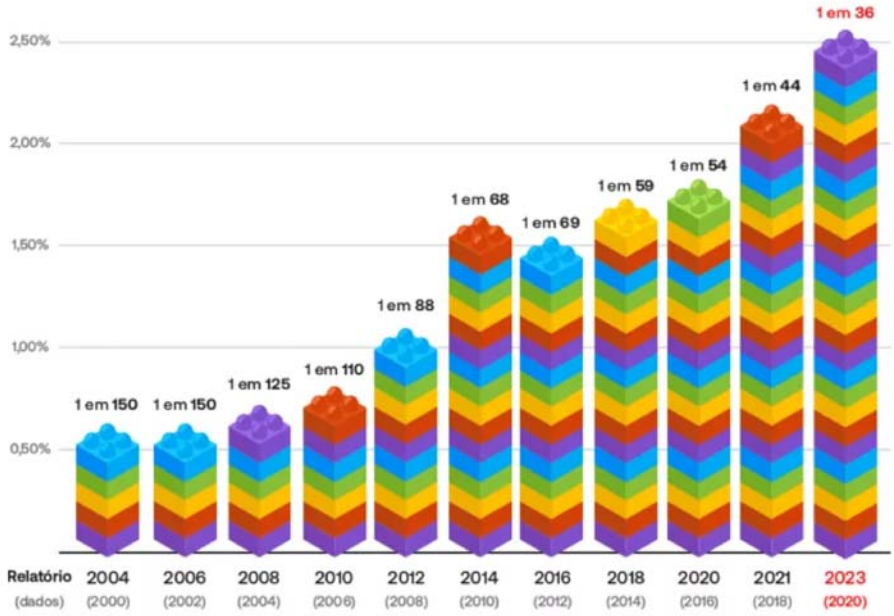


Figura 1 – Prevalência de Autismo nos EUA até 2020. Fonte: (Maenner, 2023)

multidisciplinar que, dependendo das características apresentadas pelo autista, pode envolver profissionais como terapeuta ocupacional, fisioterapeuta, psicólogo, fonoaudiólogo, professor de educação física, professor de música e neuropsicopedagogo (Dyrbjerg; Vedel; Pedersen, 2007).

Já a intervenção tecnológica, engloba soluções que utilizam a tecnologia digital para minimizar os problemas dos autistas (Chung; Ghinea, 2020). Nessa perspectiva são utilizados artefatos tecnológicos desenvolvidos sobre os preceitos da Tecnologia Assistiva (TA) e podem ser aplicativos digitais, jogos, robôs, ambientes virtuais e simuladores virtuais como forma de auxílio ao autista no desenvolvimento de suas competências.

Por se tratar de indivíduos com características particulares, a criação de soluções digitais deve considerar aspectos especiais em relação ao desenvolvimento de software tradicional. No contexto da Interação Humano-Computador (IHC), por exemplo, é recomendado o uso de um conjunto de padrões de design para o desenvolvimento de interfaces voltadas especificamente ao público autista (Gomes; Pinto; Melo; Maia; Paiva; Barreto; Viana; Rivero, 2021).

Diante do exposto, este trabalho discute aspectos relevantes do processo de desenvolvimento de soluções digitais voltadas à crianças autistas. Ele também explora o processo de construção de artefatos de software que tem a finalidade de auxiliar desenvolvedores de software a criarem soluções digitais inclusivas com ênfase no desenvolvimento de competências educacionais e terapêuticas de crianças autistas. Nesta tese, são detalhadas as etapas seguidas para viabilizar a criação desses artefatos, os estudos realizados e as contribuições oferecidas para o avanço da pesquisa

na área.

1.1 Justificativa

O TEA é uma condição neurológica que afeta diversas capacidades dos indivíduos, incluindo as habilidades sociais, de comunicação, motoras e cognitivas (Sit, 2022). O tratamento para crianças com TEA consiste em intervenções que buscam desenvolver comportamentos e competências que facilitem o dia a dia, abrangendo aspectos como interação social, compreensão de rotinas, aprendizagem de conteúdos escolares, aprimoramento da coordenação motora e desenvolvimento da comunicação verbal (Moura evêncio; Menezes; Fernandes, 2019; Rogers, 2014; Artoni; Bastiani; Buzzi; Buzzi; Curzio; Pelagatti; Senette, 2018). Essas intervenções são realizadas por profissionais especializados, através de atendimentos realizados por especialistas. Estes atendimentos podem ser para uma necessidade específica ou um conjunto de competências que a criança precisa desenvolver. Frequentemente o atendimento envolve uma equipe multidisciplinar, com psicólogo, psicopedagogo, terapeuta ocupacional, fonoaudiólogo, educador físico, entre outros.

No contexto educacional, estes atendimentos são realizados por professores do Atendimento Educacional Especializado (AEE), os quais são fundamentais para o desenvolvimento das crianças com TEA, pois ajudam a reduzir as dificuldades enfrentadas em atividades cotidianas e promovem a aquisição de competências que devem ser adquiridas em cada etapa do desenvolvimento.

No entanto, a crescente demanda por profissionais especializados, somada à carência de atendimento, especialmente na rede pública de saúde, resulta em muitas crianças recebendo suporte limitado ou fora do período adequado. Essa situação destaca a necessidade de alternativas que permitam a realização de atividades que apoiem o desenvolvimento dessas crianças fora dos contextos formais de atendimento.

Nesse cenário, o uso de Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) pode se tornar uma ferramenta relevante para o desenvolvimento de crianças com TEA. As TDIC possibilitam a ampliação das práticas propostas por profissionais especializados, por meio de recursos que captam a atenção das crianças e podem ser utilizados em dispositivos amplamente disponíveis no cotidiano.

Contudo, para que o conteúdo digital seja realmente eficaz, é necessário que ele seja desenvolvido com base em princípios que nem sempre são atendidos pelos métodos tradicionais de criação de softwares. Embora existam diversas pesquisas que propõem metodologias, protótipos e avaliações preliminares para o uso das TDIC no desenvolvimento de crianças com TEA, poucas dessas soluções resultam em aplicativos amplamente utilizados.

As tecnologias para as quais os aplicativos são desenvolvidos é outro fator que pode complicar a sua utilização. É comum, por exemplo, que soluções sejam desenvolvidas exclusivamente para o sistema iOS (*iPhone Operating System*) que, pelo alto custo, não são acessíveis a boa parte da população brasileira.

Da mesma forma, em pesquisas exploratórias realizadas em lojas digitais percebe-se um número crescente de aplicativos voltados para o TEA. Um problema encontrado, no entanto, é que muitos desses aplicativos são pagos ou com acesso limitado na versão gratuita. Alguns aplicativos gratuitos acabam sendo removidos das lojas digitais. O ABC Autismo, por exemplo, foi um aplicativo amplamente difundido, e que foi desenvolvido no Instituto Federal de Alagoas (IFAL) em parceria com a iniciativa privada e ganhou visibilidade por auxiliar a alfabetização de autistas, mas que não está mais disponível (Farias; Cunha; Souza, 2015).

Outro ponto importante é a diversidade dentro do próprio público-alvo. O TEA abrange diferentes níveis de suporte, com comorbidades associadas e demandas que variam de acordo com a faixa etária e as necessidades específicas das crianças. Isso torna o desenvolvimento de soluções ainda mais desafiador, pois é necessário criar aplicativos que atendam a uma ampla gama de usuários com dificuldades específicas.

Para capturar a atenção das crianças. os aplicativos precisam ser lúdicos, estimulando o envolvimento. Além disso, é essencial que as informações sejam corretas e apresentadas de forma a incentivar o aprendizado. A interface deve oferecer suporte adequado para que o usuário interaja com as ferramentas e atinja os objetivos propostos.

Diante disso, o trabalho proposto explora o processo de desenvolvimento de soluções digitais educacionais e terapêuticas voltadas para crianças com TEA. São destacados pontos relevantes que possam auxiliar a criação de softwares que efetivamente auxiliem o desenvolvimento de competências das crianças, utilizando princípios inclusivos e lúdicos para chamar a atenção do público-alvo para os softwares desenvolvidos.

1.2 Problema, questões de pesquisa e objetivos

Este trabalho visa investigar as particularidades no desenvolvimento de soluções digitais voltadas a crianças com TEA, analisando a necessidade de considerar aspectos específicos nesse processo. Caso esses aspectos sejam essenciais, busca-se identificar quais devem ser levados em conta pelos desenvolvedores ao criar essas soluções.

Assim, foi definida a seguinte questão norteadora para a pesquisa proposta:

Como apoiar desenvolvedores de software na criação de soluções digitais

voltadas a crianças autistas?

Desdobrando a questão norteadora de pesquisa, é possível identificar algumas questões de pesquisa específicas:

- **QP1** - Processos para desenvolvimento de software convencionais atendem as necessidades para a criação de soluções voltadas a crianças com TEA?
- **QP2** - Quais diretrizes e boas práticas podem ser implementadas para orientar o desenvolvimento de aplicativos voltados para crianças autistas?
- **QP3** - Como desenvolver soluções digitais acessíveis voltadas para crianças autistas?

A partir disso, o objetivo principal da tese é:

Propor artefatos de software que apoiem os desenvolvedores de software na criação de soluções digitais voltados a crianças autistas.

Para alcançar o objetivo principal em questão elencaram-se os seguintes Objetivos Específicos (OE):

- **OE1** - Identificar as metodologias utilizadas na literatura para desenvolvimento de aplicações voltadas a indivíduos com TEA;
- **OE2** - Identificar guias de boas práticas/diretrizes que auxiliam o desenvolvimento de soluções voltadas à crianças autistas;
- **OE3** - Criar aspectos norteadores para auxiliar o desenvolvimento de aplicativos voltados a crianças autistas;
- **OE4** - Criar ao menos quatro soluções digitais voltados a crianças com TEA; e
- **OE5** - Implantar e validar as soluções criadas.

1.3 Contribuições

Nesta seção são apresentadas as contribuições do trabalho. São destacados os artigos publicados, os projetos de pesquisa relacionados a Tese e os registros de software obtidos.

1.3.1 Projetos de Pesquisa

O trabalho está vinculado aos seguintes projetos de pesquisa desenvolvidos no período.

- Planetário Virtual – Desenvolvimento e validação de uma ferramenta para ensino de astronomia (2020-2021);
- Aplicativo Digital para trabalhar estímulos sensoriais em crianças com TEA (2021-2022);
- TEA Games: desenvolvimento de jogo voltado a crianças autistas (2021-2022);
- apps4TEA: desenvolvimento de aplicações digitais voltadas a crianças autistas (2022-2023); e
- Criação de Ferramentas Digitais para estimular crianças com Transtorno do Espectro Autista (2022-2023).
- apps4all: desenvolvimento de aplicações digitais voltadas ao ensino fundamental, utilizando design universal(2023-2024)
- Criação e validação de aplicativos digitais inclusivos voltados ao ensino de matemática (2023-2024)
- apps4all: desenvolvimento de aplicações digitais voltadas ao aprendizado de crianças com TEA nos anos iniciais(2024-)
- Desenvolvimento de Software Inclusivo: Avaliação e Design de aplicativos voltados a crianças com TEA(2024-)

Estes projetos tiveram a participação de 20 estudantes, entre bolsistas (16) e voluntários (4) de diferentes instituições de ensino.

1.3.2 Publicações

Os resultados parciais obtidos até o presente momento resultaram em uma série de publicações em eventos científicos. A Tabela 1 apresenta a lista de trabalhos publicados em formato de artígo científico em eventos nacionais, destacando o título do trabalho, o evento e o ano de publicação.

Além dos eventos de abrangência nacional, foram apresentados trabalhos derivados da tese em diversos eventos regionais, onde resultados pontuais da tese foram apresentados por participantes de projetos de pesquisa originados a partir deste trabalho. Estes eventos são destacados na Tabela 2.

Tabela 1 – Publicações Realizadas

Publicação	**Evento**
(Siedler; Cardoso; Tavares, 2021)	XX Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (2021)
(Siedler; Zen; Cardoso; Tavares, 2022a)	XXVIII Simpósio Brasileiro de Sistemas Multimídia e Web (2022)
(Ferreira; Siedler; Cardoso, 2022)	XXVIII Simpósio Brasileiro de Sistemas Multimídia e Web (2022)
(Zen; Siedler; Costa; Tavares, 2022)	XVIII Brazilian Symposium on Information Systems (2022)
(Marcelo s. siedler rafael c. cardoso, 2022)	XXI Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (2022)
(Siedler; Cardoso; Tavares; Souza, 2022)	Congresso Brasileiro de Informática na Educação (2022)
(Siedler; Cardoso; Tavares; Krebs, 2022)	XXI Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (2022)
(Cardoso; Siedler; Carvalho; Neto; Tavares; Primo, 2023)	XXII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (2023)
(Siedler; Cardoso; Tavares; Primo, 2023a)	Congresso Brasileiro de Informática na Educação (2023)
(Siedler; Cardoso; Pinto; Tavares; Primo, 2023a)	Congresso Brasileiro de Informática na Educação (2023)
(Cardoso; Tavares; Primo; Siedler, 2024)	Congresso Brasileiro de Informática na Educação (2024)
(Siedler; Cardoso; Tavares; Primo; Lemes; Schmidt, 2024)	XXIII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (2024)
(Siedler; Cardoso; Tavares; Primo; Souza; Schmidt, 2024)	XXIII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (2024)
(Siedler; Cardoso; Tavares; Primo; Bichet; Schmidt, 2024)	XXIII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (2024)
(Siedler; Cardoso; Tavares; Primo; Lobato, 2024)	XXIII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (2024)
(Siedler; Cardoso; Tavares; Primo; Lemes, 2024)	XXIII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (2024)
(Siedler; Cardoso; Tavares; Primo; Souza, 2024)	XXIII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (2024)

Tabela 2 – Trabalhos Publicados

Publicação	**Evento**
(Pires; Botelho; Rosa; Teixeira; Siedler, 2021)	VI Semana Integrada - UFPEL (2020)
(Neto; Siedler; Cardoso, 2022)	VI Encontro de Ciência e Tecnologia do IFSul (2022)
(Pinto; Siedler; Ritta; Cardoso, 2022)	VI Encontro de Ciência e Tecnologia do IFSul (2022)
(Pinto; Siedler; Ritta; Cardoso, 2022)	VI Encontro de Ciência e Tecnologia do IFSul (2022)
(Lobato; Neto; Cardoso; Siedler, 2023)	IX Semana Integrada - UFPEL (2023)
(Souza; Siedler; Cardoso; Przygodzinski, 2024)	XV Encontro Gaúcho de Educação Matemática (2024)
(Przygodzinski; Souza; Siedler; Cardoso, 2024)	XV Encontro Gaúcho de Educação Matemática (2024)

1.3.3 Prêmios

Dos trabalhos publicados, o artigo Zen; Siedler; Costa; Tavares (2022) foi listado entre os entre os melhores trabalhos do XVIII *Brazilian Symposium on Information Systems*.

Os trabalhos Neto; Siedler; Cardoso (2022) e Pinto; Siedler; Ritta; Cardoso (2022) foram premiados, respectivamente, como melhor trabalho na área de Ciência da Computação nível técnico e superior no VI Encontro de Ciência e Tecnologia do IFSUL - Campus Bagé.

O trabalho Aventuras Digitais Matemáticas: Explorando o Ensino Lúdico ficou em primeiro lugar na categoria pôster no VIII Encontro de Ciência e Tecnologia do IFSUL - Campus Bagé e primeiro lugar na categoria Informática na XIII Feira de Ciências do IFSUL.

1.3.4 Softwares registrados no INPI

O presente trabalho gerou os seguintes softwares registrados no Instituto Nacional da Propriedade Industrial(INPI).

- Orbit A.R
- Uma Volta pelo Sistema Solar
- ArrasTE-A
- Conhecendo os Animais
- Números Amigos

- Aventuras com blocos matemáticos
- Para que serve?

1.4 Organização do Trabalho

Este trabalho está organizado da seguinte forma: o Capítulo 2 aborda a estratégia de pesquisa utilizada na tese, enquanto o Capítulo 3 descreve os conceitos fundamentais abordados neste trabalho. Por sua vez, o Capítulo 4 apresenta um MSL, realizado no ano de 2021, que buscou elencar os principais recursos de TA voltados a indivíduos com TEA. Já o Capítulo 5 detalha como ocorreram os processos desenvolvidos no trabalho, abordando o encontro com especialistas, organização das atividades e metodologia de desenvolvimento dos aplicativos desenvolvidos durante a tese. Os Capítulos 6, 7 e 8 abordam os ciclos de experimento realizados. No Capítulo 9 são apresentados os artefatos produzidos na tese. Por fim, o Capítulo 10 elenca as considerações finais do trabalho, contribuições e trabalhos futuros.

2 ESTRATÉGIA DE PESQUISA

Neste capítulo, são descritos os métodos, instrumentos e abordagens empregados no desenvolvimento desta tese. A metodologia central adotada foi a Pesquisa através do Design (*Research through design* - RtD), que é detalhada na seção 2.1. Também são apresentadas as etapas da pesquisa, com os entregáveis e produtos gerados (Seção 2.2) e os instrumentos avaliativos utilizados para validar as diferentes etapas do desenvolvimento do trabalho (Seção 2.3).

2.1 *Research Through Design*

RtD é uma técnica metodológica que combina pesquisa com design. Ela analisa detalhadamente os problemas, configurações e necessidades do usuário para compreender e aprimorar as condições atuais. Esta abordagem facilita o desenvolvimento de respostas teóricas e práticas e é eficaz em muitos domínios diferentes (Stappers; Giaccardi, 2017).

Esta metodologia tem sido aplicada dentro da área de IHC, sendo uma abordagem que integra os conceitos teóricos estudados com apoio em atividades práticas. RtD tem em sua premissa a fusão de conceitos de *startup* enxuta e *design thinking*, buscando uma metodologia ágil para resolver os problemas propostos (Costa; Araújo; Silva; Teixeira; Xavier júnior; Nobre; Nunes, 2023).

O processo de pesquisa utilizado na metodologia consiste de diversas etapas que, dependendo dos envolvidos, pode ser adaptada para atender as necessidades de cada projeto desenvolvido (Costa, 2023). Neste trabalho é utilizada a metodologia proposta em Costa (2023) (vide Figura 2) e as etapas propostas são apresentadas a seguir:

- **Pesquisa preliminar**: identificação e análise dos problemas com profissionais e pesquisadores de forma colaborativa;
- **Fase de prototipagem**: criação de aplicativos digitais funcionais, fundamentados pela teoria do estado da arte e pesquisa preliminar;

Figura 2 – Etapas da metodologia RtD. Fonte: (Costa, 2023)

- **Fase de avaliação**: realização de ciclos interativos de teste e refinamento dos artefatos desenvolvidos; e
- **Reflexão e documentação**: avaliação crítica dos resultados obtidos na avaliação, aprimorando os tópicos de pesquisa abordada e documentando os conhecimentos produzidos no processo.

Cada etapa do ciclo do RtD gera resultados que servem como insumos tanto para definir padrões técnicos para as fases seguintes quanto para fornecer *feedbacks* que retroalimentam as etapas anteriores, promovendo um esforço contínuo de aprimoramento da solução com base na integração entre teoria e prática (Costa; Araújo; Silva; Teixeira; Xavier júnior; Nobre; Nunes, 2023).

Zimmerman; Forlizzi; Evenson (2007) destacam fatores que devem ser considerados para garantir a validade do processo, ressaltando a importância da documentação detalhada e consistência no desenvolvimento da pesquisa.

- Processo: ao documentar suas contribuições, os pesquisadores devem fornecer detalhes suficientes para que o processo utilizado possa ser reproduzido;
- Invenção: a contribuição da pesquisa deve constituir uma invenção significativa;
- Relevância: o trabalho realizado deve ser enquadrado no mundo real e articular;
- Extensibilidade: é definida pela capacidade de construir sobre os resultados dessa pesquisa através do design.

Esses critérios de validação foram considerados no desenvolvimento dessa tese, visando garantir que seus resultados sejam escaláveis e incorporáveis por outros trabalhos relacionados ao desenvolvimento de artefatos voltados à crianças com TEA. O resultado desse trabalho visa auxiliar desenvolvedores de software no processo de criação e planejamento de aplicações digitais com ênfase em crianças autistas.

2.2 Etapas da pesquisa e entregáveis

Com base nos objetivos estabelecidos anteriormente, a adoção da metodologia de RtD foi fundamental para compreender e produzir uma série de entregáveis em cada

uma de suas etapas, desenvolvendo-se à medida que a lacuna de pesquisa abordad nesta tese se consolidava.

As etapas e os entregáveis desenvolvidos em cada etapa do trabalho podem ser classificados da seguinte forma:

1. **Pesquisa Preliminar**

   Instrumentos: Realização de MSL sobre desenvolvimento de soluções tecnológicas para indivíduos com TEA, analisando trabalhos voltados ao tema e contribuições relevantes.

   Resultados: Definição do estado da arte sobre desenvolvimento de soluções digitais voltadas a tratamento/aprendizado de indivíduos com TEA, abordando *frameworks*, procedimentos metodológicos e soluções tecnológicas relacionadas a pesquisa.

2. **Fase de prototipação**

   Instrumentos: Criação de cilos de experimentos com desenvolvimento de soluções digitais com ênfase em crianças com TEA em abordagens educacionais e terapêuticas.

   Resultados: Desenvolvimento de aplicativos digitais inclusivos que possam ser utilizados como apoio aos profissionais. Lições aprendidas no processo de desenvolvimento quanto aos artefatos que devem ser usados ou evitados quando do desenvolvimento dessas soluções.

3. **Fase de avaliação**

   Instrumentos: Avaliação das soluções desenvolvidas junto a profissionais especialistas.

   Resultados: Lições aprendidas com as observações dos processos avaliativos que contribuem para a criação dos artefatos propostos.

4. **Reflexão e Documentação**

   Resultados: Lições aprendidas nos diversos ciclos de desenvolvimento consolidam os artefatos de software criados.

As saídas provenientes de cada etapa contribuem para a consolidação dos Artefatos apresentados no Capítulo 9. Na tese será utilizada uma grafia visual, de modo a identificar visualmente as evidências utilizadas para atingir os objetivos propostos na tese e fundamentar as decisões realizadas ao longo do trabalho.

Essas ocorrências foram grifadas no transcorrer da tese, identificando visualmente cada evidência que colaborou para o resultado final do trabalho. A representação

desses marcadores utilizaram as cores azul, vermelho e verde, em alusão ao símbolos de representação do autismo, conforme exemplos apresentados na Figura 3.

Figura 3 – Símbolos do Autismo. Fonte: (Bandeira, 2024)

A representação das evidências é organizada da seguinte forma:

- LIT 00 : Indícios originados da pesquisa preliminar;
- ESP 00 : Indícios originados da fase de entrevistas com especialistas; e
- EXP 00 : Indícios originados da fase de experimentação;

Os prefixos foram definidos a partir da etapa do trabalho onde são originados: LIT - literatura, ESP - especialistas e EXP-Experimentação. As numerações após os prefixos são utilizadas para sequenciar as evidências, mesmo que se repitam. Por exemplo, um indício marcado como LIT 01 no arcabouço teórico pode reaparecer durante a fase de desenvolvimento. Essa escolha foi deliberada como uma estratégia para destacar as várias origens, mesmo que se repitam, das sugestões ao longo do processo.

2.3 Instrumentos Avaliativos

Nesta seção são apresentas os instrumentos avaliativos utilizados ao longo dos experimentos da tese. Durante os testes foram abordados diversos aspectos dos aplicativos desenvolvidos envolvendo usabilidade, aceitação e relevância das soluções propostas.

2.3.1 Questionário de familiaridade

Este questionário foi elaborado visando identificar a experiência pregressa dos participantes quanto ao uso de tecnologias e jogos em sala de aula. As perguntas deste

questionário são apresentadas na Tabela 3 e detalhadas no Apêndice A, onde é destacado também o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Cada uma delas aceita as seguintes alternativas como resposta: **Sim**, **Não** ou **Talvez**.

Tabela 3 – Questionário - Perfil dos participantes.

Questão	Enunciado
Q1	Já utilizou ou participou de atividades em sala de aula que utilizaram recursos tecnológicos para auxiliar no aprendizado?
Q2	Tem interesse em utilizar recursos tecnológicos em sala de aula?
Q3	Já utilizou software/aplicativo como ferramenta de auxílio nos estudos de sua formação?
Q4	Costuma jogar jogos eletrônicos (PC, console, celular)?
Q5	Já jogou algum jogo para fins educacionais (pode ser de tabuleiro, cartas, entre outros)?
Q6	Já jogou algum jogo ELETRÔNICO para fins educacionais?
Q7	Considera que o jogo é uma ferramenta importante para auxiliar o aprendizado em sala de aula?

A análise dos resultados deste questionário visa identificar quantos dos participantes já adotaram recursos tecnológicos em sala de aula e se estes tem contato com jogos para entretenimento e fins educacionais. Com estas informações é possível relacionar os resultados obtidos com outros instrumentos à familiaridade dos participantes com os temas abordados na tese.

2.3.2 Questionário VisAWI adaptado

Visual Aesthetics of Websites Inventory (VisAWI) é um instrumento desenvolvido para medir a percepção da estética e usabilidade de Websites (Thielsch; Moshagen, 2015). No contexto da tese, este instrumento foi considerado devido a carência de métodos de avaliação voltados especificamente à mensurar usabilidade de jogos educacionais (Siedler; Zen; Cardoso; Tavares, 2022b).

O VisAWI se baseia no conceito de estética-usabilidade, o qual destaca a tendência dos usuários em associar produtos esteticamente atraentes a uma maior usabilidade (Norman, 2008). Em outras palavras, os usuários tendem a acreditar que objetos visualmente agradáveis serão mais funcionais, mesmo que isso nem sempre seja verdade em termos de eficácia ou eficiência (Moran, 2020; Dillon, 2002). O VisAWI analisa os efeitos da percepção do usuário em quatro dimensões (Fagundes et al., 2017):

- Simplicidade: corresponde a clareza das imagens apresentadas;
- Diversidade: reflete aspectos como dinâmica de imagens e criatividade;

- Coloração: avaliação das cominações de cores utilizadas e a estética das imagens selecionadas; e
- Destreza: avalia se as imagens estão atualizadas e se seu desenvolvimento foi feito com habilidade e precisão.

Para este trabalho, foi criada uma versão em português das questões do VisAWI (vide Apêndice B) que, além da tradução, alterou a referência original feita à *websites* para aplicativo, o que é permitido pelo manual do instrumento. Por fim, para simplificar o processo avaliativo pelo usuário, e por não ser relevante para os propósitos da avaliação nesta tese, a dimensão destreza foi excluída do processo.

Assim, o questionário totalizou 14 questões, divididas em Simplicidade (5 questões), Diversidade (5 questões), e Coloração (4 questões). Cada questão é respondida a partir de uma escala diferencial semântica de 7 pontos, variando de **discordo fortemente** a **concordo fortemente**.

A versão adaptada do VisAWI, com a relação de todas as perguntas, é apresentada na Tabela 4.

Tabela 4 – Questionário adaptado do VisAWI.

Questão	**Dimensão**
(n) O aplicativo tem muita coisa aparecendo ao mesmo tempo. O aplicativo é fácil de entender. A estrutura das coisas que aparecem na tela é bem feita. (n) O aplicativo parece inconstante e cheio de falhas. Tudo combina no aplicativo.	Simplicidade
As cores utilizadas chamam minha atenção. (n) A escolha de cores do aplicativo está malfeita. (n) As cores não combinam. As cores utilizadas são agradáveis e convidativas.	Coloração
(n) As telas do aplicativo são sem graça. As telas do aplicativo são inventivas. (n) As telas do aplicativo são desmotivantes. As telas do aplicativo são dinâmicas. As telas do aplicativo são variadas de modo agradável.	Diversidade

As questões cujo enunciado está destacado com (n) na Tabela 4 tem conotação negativa e recebem pontuação reversa, ou seja, a análise começa com o ajuste dos itens digitados negativamente, subtraindo a pontuação real por 8. Um exemplo: Se um participante indicar um valor de 5 para a questão “O aplicativo tem muita coisa aparecendo ao mesmo tempo" o valor de 5 é convertido 3, ou seja, o resultado da subtração de 8 por 5 (correspondentemente: 1 e 7; 2 e 6; 3 e 5; 4 e 4). Vale ressaltar que as questões do questionário apresentadas ao usuário não aparecem com o **(n)** precedendo a indagação.

A avaliação do instrumento utilizado é baseada na média das dimensões avaliadas. A análise dos resultados considera os valores médios obtidos para inferir a relevância desses dentro da escala de respostas proposta. Para o cálculo da média de cada dimensão, somam-se os valores atribuídos a cada item e divide-se pelo número de itens correspondentes. Por exemplo, a dimensão "Simplicidade" possui cinco itens, então sua média será obtida dividindo-se a soma por 5. Já a média geral do questionário pode ser calculada somando todos os valores das dimensões e dividindo-os pelo número de dimensões avaliadas. No caso da versão adaptada para esta tese, o número de dimensões é 3.

Além disso, o VisAWI oferece categorias de comparação que podem ser usadas para situar o software avaliado dentro de categorias definidas pelo instrumento. Ele apresenta parâmetros de comparação em 11 categorias diferentes, sendo que cada uma traz um valor de referência para cada dimensão analisada. No contexto desta tese, as categorias **Entretenimento** e ***E-learning*** são particularmente relevantes, e seus valores de referência estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 – Comparativo das categorias consideradas e os aplicativos digitais desenvolvidos.

	Simplicidade	**Diversidade**	**Coloração**
Entretenimento	3,9	3,6	4,4
E-learning	4,6	3,9	4,7

Conforme Thielsch; Moshagen (2015), um valor de referência geral para considerar o software como avaliado positivamente no método VisAWI é 4,5. Entretanto, uma análise mais detalhada pode considerar o estágio do produto (protótipo ou versão final) e o nível de excelência desejado para a interface. Contudo, a documentação do instrumento não especifica os valores de referência de acordo com o estágio do produto.

2.3.3 Método Qualitativo TFD

A avaliação de abordagem qualitativa (Machado; Ribeiro; Santos; Souza; Barbosa, 2017) do trabalho foi realizada com apoio da Teoria Fundamentada nos Dados (TFD), traduzido do *Grounded Theory* (GT) (Charmaz, 2009; Matteucci; Gnoth, 2017; Gimenez; Siqueira, 2022).

TFD é um método de pesquisa apropriado ao exame de dados qualitativos para a extração de conceitos organizados em torno de categorias básicas que, uma vez integradas, estabelecem uma teoria substantiva acerca do fenômeno estudado (Martinelli; Zaina; Sakata, 2018; Santos escobar; Chervenski; Bordin, 2020; Santos; Souza; Maia; Darin; Barcelos, 2019).

O TFS emerge dos dados, ou seja, é uma teoria derivada de dados sistematicamente coletados e analisados, baseada na ideia de codificação (Reis; Kislansky;

Torres; Santos; Alves; Neves, 2018; Tardelli; Brito; Villanueva; Vivacqua; França; Dias, 2021). Para realizar a codificação, o método apresenta os seguintes procedimentos (Branco; Silva pinheiro; Damian; Santos marques, 2021; Matteucci; Gnoth, 2017):

- **Codificação aberta (Microanálise)**: consiste na associação de trechos de texto a códigos e categorias. Um código nomeia um fenômeno de interesse para o pesquisador, podendo ser um evento, ação, reação, interação que possui um significado importante para a pesquisa em questão.
- **Codificação axial**: consiste na relação entre os códigos identificados. Estes códigos podem ser agrupados por semelhança e/ou proximidade e, a partir dessa relação é possível criar categorias para relacionar diferentes códigos.
- **Codificação seletiva**: refinar o processo buscando a categoria central da teoria.

A aplicação do TFD foi baseada no processo avaliativo apresentado por Branco; Silva pinheiro; Damian; Santos marques (2021), que utilizaram os procedimentos de codificação aberta e axial para análise de dados, e propuseram que a condução da pesquisa seja realizada seguindo os seguintes passos:

- **Organização dos dados**: levantamento das observações realizadas no caderno de campo e das fichas preenchidas pelos participantes da formação. Nesta etapa foi criado um documento para cada aplicativo avaliado, com os dados coletados.
- **Codificação aberta**: nesta etapa foram analisados os documentos de cada aplicativo e criados os códigos relacionados ao conteúdo apresentado.
- **Validação da codificação aberta**: a validação dos códigos ocorreu com a apresentação dos mesmos para outros dois pesquisadores vinculados ao projeto. Nesta etapa, alguns códigos foram agrupados com base em semelhanças e/ou proximidades .
- **Codificação axial**: codificação baseada no modelo apresentado por Branco; Silva pinheiro; Damian; Santos marques (2021), que avaliaram a experiência de uso de aplicativos voltados a crianças autistas. A partir da aplicação do modelo, foram gerados esquemas gráficos para cada aplicativo.

A Figura 4 ilustra a sequencia de passos proposta.

Para análise e codificação dos dados, o método propõe uma série de estrategias, dentre as quais o levantamento os termos termos recorrentes na pesquisa, criação de nuvem de palavras e criação de redes de relação entre os códigos encontrados,

Figura 4 – Passos da análise qualitativa. Fonte: adaptado de Branco; Silva pinheiro; Damian; Santos marques (2021)

.

dividindo-os em três grupos de avaliação: Positivo (verde), Negativo (vermelho) e Neutro (laranja).

A codificação de dados foi realizada com apoio do software ATLAS.ti[1]. No Apêndice D é apresentado um documento codificado, destacando as ocorrências analisadas e a codificação gerada no software.

2.4 Considerações Éticas

Ao participar da pesquisa os participantes aceitaram o TCLE(vide Apêndice A). Este projeto foi aprovado por comitê de ética competente e está registrado na plataforma brasil com o número de registro 69888623.5.0000.5317.

[1] https://atlasti.com/

3 CONCEITOS BASILARES

O presente capítulo aborda a fundamentação conceitual do trabalho desenvolvido. A seguir são apresentados os fundamentos relacionados a TEA, TA, IHC, gamificação e *Serious Game*.

3.1 Transtorno do Espectro Autista

O TEA é um distúrbio do neurodesenvolvimento caracterizado por desenvolvimento atípico, manifestações comportamentais, déficit na comunicação e na interação social, padrões de comportamentos repetitivos e estereotipados, podendo apresentar um repertório restrito de interesses e atividades (Gomes, 2018). Considera-se dentro do espectro autista indivíduos que apresentem as seguintes características principais (Melo et al., 2021):

- Atraso na fala;
- Dificuldade de interação social; e
- Comportamento repetitivo;.

A manifestação do transtorno ocorre de diferentes formas nos indivíduos com TEA, sendo que a forma de classificar o grau de comprometimento de autismo muda à medida que os estudos avançam. Nos trabalhos analisados, foi comum o aparecimento dos termos "leve", "médio"e "severo"para indicar o grau de comprometimento para o qual o projeto é voltado (Boyd; Ringland; Faucett; Hiniker; Klein; Patel; Hayes, 2017; Artoni; Bastiani; Buzzi; Buzzi; Curzio; Pelagatti; Senette, 2018; Mascio; Tarantino; Cirelli; Peretti; Mazza, 2018).

Em estudos recentes, os termos "baixo funcionamento", "moderado funcionamento"e "alto funcionamento"vem sendo adotados para classificar os níveis de comprometimento de indivíduos com TEA (Melo et al., 2021). É importante ressaltar que essa organização tem como base o nível de suporte que o autista precisa para conviver em sociedade, ou seja, mais importante que enquadrar alguém em um dos tipos de autismo, é conseguir avaliar e compreender os graus de comprometimento que

a pessoa pode ter em sua independência e autonomia, bem como, qual é a dificuldade que ela eventualmente pode encontrar para estabelecer e cultivar suas relações interpessoais.

Essa classificação é realizada a partir da última edição do manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais, traduzido do *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* (DSM) (Association et al., 2014). A Tabela 6 apresenta um resumo dessa classificação estabelecida na versão 5 (DSM-5) do manual.

Tabela 6 – Classificação do TEA conforme o DSM-5.

Nível de Suporte	**Nomenclatura**	**Características**
1 - leve	Alto Funcionamento	Habilidades verbais normais, mas comunicação difícil; Inteligência normal ou acima do normal; Menos comportamentos repetitivos e restritos; e Interações sociais atípicas.
2 - médio	Funcionamento Moderado	Disfunções sociais; Funcionamento mental normal ou abaixo do normal; Dificuldade na Comunicação verbal; e Ocorrência de Problemas Comportamentais.
3 - severo	Baixo Funcionamento	Funcionamento mental ou cognitivo prejudicado; Déficits graves na comunicação verbal; Extremos Comportamentais; e Comprometimento nas habilidades sociais.

Segundo Moura evêncio; Menezes; Fernandes (2019), a compreensão da diversidade do espectro e identificação do nível de autismo mais alinhado com as limitações e potenciais do autista é muito importante, pois auxilia projetar expectativas, planejar o tratamento, e escolher as terapias complementares que melhor contribuirão para o alcance de mais autonomia e independência.

O tratamento de pessoas autistas ocorre por meio de intervenções e quanto mais cedo estas são feitas, maiores serão as chances de minimizar as dificuldades. As intervenções podem ocorrer através da intervenção humana, que normalmente engloba um tratamento multidisciplinar presencial, envolvendo profissionais de diferentes áreas, e da intervenção tecnológica, que utiliza de recursos tecnológicos para apoiar o desenvolvimento de indivíduos com TEA.

3.2 Tecnologia Assistiva

O processo de intervenção tecnológica é apoiado por artefatos tecnológicos desenvolvido sob os preceitos de TA. O desenvolvimento de TA é fruto da aplicação de avanços tecnológicos em áreas já estabelecidas. LIT 01 É uma disciplina de domínio de profissionais de várias áreas do conhecimento, que interagem para restaurar a função humana (Ajudas técnicas, 2009). Barbosa; Silva (2010) destacam que, ao interagir com sistemas computacionais, o usuário emprega :

1. LIT 02 Sua habilidade motora para agir sobre os dispositivos de entrada;
2. LIT 03 Seus sentidos (visão, audição e tato) e capacidade de percepção para identificar as respostas do sistema emitidas pelos dispositivos de saída; e
3. Sua capacidade cognitiva, de interpretação e de raciocínio para compreender as respostas do sistema e planejar os próximos passos da interação.

Quando um usuário possui algum tipo de deficiência que limita ou elimina alguma destas habilidades, sentidos ou capacidades, torna-se necessária a utilização de recursos que auxiliem na interação com o sistema. Neste sentido, conforme Albusays; Ludi; Huenerfauth (2017), TA se refere a qualquer hardware especial ou recurso de software que tenha sido projetado para aumentar as capacidades funcionais de pessoas com deficiências. Considerando que as TA são voltadas para uma vasta diversidade de usuários com variadas limitações e necessidades, é preciso conhecer as reais dificuldades enfrentadas por eles de forma a oferecer sistemas e serviços que possam ser utilizados na sua totalidade.

Em pessoas com autismo, o uso de TA para o desenvolvimento em diversas esferas têm sido cada vez mais discutido e estudado (Gomes; Pinto; Melo; Maia; Paiva; Barreto; Viana; Rivero, 2021; Gomes, 2018; Neto; Sousa; Batista; Santana; Junior, 2013). Indivíduos com TEA, para efeitos legais, são considerados pessoas com deficiência e este mesmo entendimento pode ser aplicado quando nos referimos ao uso de TA (Krause; Neto, 2021). A utilização de tecnologia pode ser dar no desenvolvimento de diversas habilidades, tais como:

- Compreender atividades de rotina diária;
- Estimular a fala;
- Estimular a comunicação com os pares;
- Auxiliar o entendimento e representação das emoções;
- Motivar a participação e integração social; e

- Permitir formas de comunicação alternativa.

No ambiente escolar, indivíduos com TEA tendem a necessitar de um maior suporte visual para realizar determinadas tarefas. LIT 04 Este suporte pode auxiliar na compreensão do que está sendo proposto e na forma de demonstrar o conhecimento do que foi ensinado (Dyrbjerg; Vedel; Pedersen, 2007).

3.3 Educação Inclusiva

Os conceitos de inclusão e educação inclusiva têm assumido um papel central no discurso educacional contemporâneo, sendo responsáveis por promover mudanças significativas na forma como o papel e a função da escola são concebidos na sociedade atual. Nesse contexto, a educação inclusiva defende o direito de todos os indivíduos de participar, contribuir e ser aceitos de maneira ativa e respeitosa na sociedade, independentemente de suas diferenças.

Para que isso se concretize, é fundamental uma educação de qualidade que valorize e respeite as características, interesses e necessidades individuais, contribuindo para o desenvolvimento de competências que facilitem a participação e a cidadania. Alcançar uma educação inclusiva de forma abrangente exige mudanças substanciais, não apenas na forma como o papel da escola e dos professores é reconsiderado, mas também no desenvolvimento de práticas pedagógicas eficazes que garantam a aprendizagem de todos os estudantes.

A implementação eficaz da educação inclusiva nas escolas requer a reformulação das funções da escola, privilegiando uma intervenção abrangente. Segundo López (2017), a escola deve buscar oferecer aos alunos com dificuldades uma educação tão comum quanto possível, respeitando suas especificidades de modo a evitar a segregação. Ainda de acordo com López (2017), é essencial buscar soluções que atendam às necessidades de todos os alunos, garantindo o direito a uma educação livre de discriminação e respeitosa da singularidade de cada indivíduo.

O conceito de inclusão, no entanto, não possui uma definição consensual. Ainscow; Booth; Dyson (2006) afirmam que o mais importante é focar em como promover a inclusão, minimizando a ênfase em eventuais dificuldades na definição do conceito. Roura (2009) alerta que a confusão em torno do conceito pode ser uma barreira para o desenvolvimento da inclusão e para a descoberta de novas formas de participação e aprendizado nas escolas.

Para ilustrar as diferentes formas de considerar a inclusão, Ainscow; Booth; Dyson (2006) propõem um modelo de poliedro com múltiplas facetas, onde cada faceta corresponde a uma forma de abordar o conceito de inclusão. Esse poliedro, representado na Figura 5, visualiza a complexidade da implantação efetiva do conceito e a sua natureza multifacetada.

Figura 5 – Seis formas de perspectivar a Inclusão. Fonte: (Ainscow; Booth; Dyson, 2006)

Quando aplicado à sala de aula, o conceito de inclusão demanda que as práticas pedagógicas sejam planejadas para garantir que todos os alunos possam participar e atingir os objetivos propostos. Diversos conceitos corroboram essa necessidade, propondo princípios e estratégias que auxiliem os professores na implementação da inclusão.

O Desenho Universal da Aprendizagem (DUA) é um desses conceitos, consistindo em um conjunto de estratégias e princípios curriculares que visa reduzir barreiras ao ensino e à aprendizagem (Rogers-shaw; Carr-chellman; Choi, 2018). Por meio do DUA, os docentes podem definir objetivos, criar materiais e desenvolver formas de avaliação adaptadas a todos os alunos, permitindo que todos aprendam utilizando as mesmas vias educacionais.

Alunos com deficiência são contemplados de forma particular pelo DUA, que busca permitir o progresso de todos, independentemente de suas capacidades. LIT 05 Ao reconhecer a necessidade de incluir todos os alunos no currículo comum e nas atividades do ensino regular, o DUA sugere o desenvolvimento de práticas que promovam múltiplos meios de envolvimento, representação e expressão (King-sears, 2009).

A tecnologia desempenha um papel crucial no apoio às práticas educacionais baseadas no DUA. Aplicativos e dispositivos específicos podem ser usados para facilitar a inclusão, como leitores de tela, dispositivos adaptados para alunos com mobilidade reduzida e interfaces adaptadas, entre outros recursos tecnológicos.

3.4 Interação Humano-Computador (IHC)

Quando deseja-se desenvolver TA é fundamental que o processo de desenvolvimento da interface seja feito a partir de conceitos que tornem o artefato tecnológico inclusivo para o público-alvo. IHC é uma área que oferece uma grande variedade

de princípios, diretrizes e heurísticas que especificam critérios para avaliar e orientar o projeto de sistemas interativos, dentre eles, pode-se destacar a acessibilidade e a usabilidade.

Acessibilidade é a facilidade de acesso e de uso de ambientes, produtos e serviços por qualquer pessoa e em diferentes contextos (Casare; Moraes; Silva, 2017). A usabilidade diz respeito ao conjunto de atributos relacionados com o esforço necessário para o uso de um sistema interativo e à avaliação individual de tal uso, por um conjunto de usuários (Abnt, 2003).

No entanto, para que o usuário possa tirar proveito do apoio computacional oferecido por um sistema, não podem existir barreiras que impeçam a interação com a interface. O critério de acessibilidade, portanto, está relacionado com a capacidade de o usuário acessar o sistema para interagir com ele, sem que a interface imponha obstáculos (Barbosa; Silva, 2010). A acessibilidade incorpora a ideia de que todas as pessoas têm direito de serem incluídas na sociedade, independente de deficiências, localização geográfica, barreiras de linguagem ou outros fatores (Geraldo, 2016).

Algumas iniciativas têm surgido nos últimos anos no intuito de disponibilizar recomendações para acessibilidade de sistemas interativos. É o caso do *World Wide Web Consortium* (W3C), que lançou a *Web Accessibility Initiative* (WAI), com o objetivo de oferecer padrões e materiais de suporte para ajudar desenvolvedores de software a compreender e implementar a acessibilidade, no intuito de tornar a Web mais acessível a pessoas com deficiência. O *Web Content Accessibility Guidelines* (WCAG), publicado pela WAI, contém diretrizes que abrangem um grande conjunto de recomendações que descrevem como desenvolver um site acessível e testar a acessibilidade do mesmo. O *Accessible Rich Internet Applications Suite*, por sua vez, também publicado pela WAI, trata da acessibilidade relacionada a outros tipos de sistemas interativos.

Além dessas iniciativas, a legislação em muitos países têm reforçado a exigência de cumprimento de diretrizes de acessibilidade no desenvolvimento de sistemas para todos os cidadãos, em especial os usuários com deficiência (Geraldo, 2016). No Brasil, o Decreto n.º 5.296, de 2 de dezembro de 2004 (Deputados, 2004), e a Lei nº 13.146, Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência, de 6 de julho de 2015 (Civil, 2015), são exemplos disso. Segundo esta lei, TA se refere a produtos, equipamentos, dispositivos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivem promover a funcionalidade, relacionada à atividade e à participação da pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida, visando à sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social (Civil, 2015).

No contexto da acessibilidade para indivíduos com TEA, diversos trabalhos apresentam guias que visam auxiliar os desenvolvedores a criar aplicativos acessíveis para este público-alvo. Britto; Pizzolato (2018) apresenta um guia com foco em Interfaces

Web com ênfase em criação de web sites para crianças em processo de alfabetização.

3.5 Serious Game e Gamificação

Serious Games (Jogos Sérios) são jogos que, embora devam ser divertidos, não têm necessariamente o entretenimento como objetivo principal (Sales; Sousa et al., 2020). Essa categoria de aplicação digital é projetada para proporcionar uma experiência única, podendo ser utilizada para uma série de propósitos, como educação, aprimoramento de habilidades ou mesmo treinamentos.

Assim, os *Serious Games* são aplicações projetadas como jogos, possuindo elementos que o caracterizam como tal, e são de fato jogados por participantes. O seu diferencial está no fato deles fornecerem algum tipo de aprendizado aos jogadores. Eles servem como ferramentas de treinamento ou aprendizado, facilitando a assimilação e compreensão de conceitos, além de auxiliar na comunicação.

Dessa forma, os *Serious Games* possibilitam que seus jogadores melhorem tanto suas habilidades de tomada de decisão quanto ao desenvolvimento de estratégias sendo percebidos como uma abordagem que, além de entreter, visa transmitir conhecimento e ensinar de maneira divertida, interativa e envolvente (Cerqueira; Cleto; Sylla, 2018). Jogos criados a partir desta ótica, utilizam o lúdico para tornar o aprendizado mais atrativo (Cardoso, 2019). O elemento lúdico promove um ambiente em que a criança se sente segura e confortável para explorar diferentes possibilidades, criar conexões e desenvolver habilidades (Siedler; Cardoso; Pinto; Tavares; Primo, 2023b).

LIT 06 Na educação, se for possível associar o conteúdo programático de disciplinas com atividades envolvendo jogos, o processo pode se tornar mais interessante para os alunos. Atividades educacionais apresentadas por meio de jogos são estratégias eficazes de auxiliar o desenvolvimento de crianças, sendo uma forma de expressão e maturação no plano físico, cognitivo, psicológico e social (Dermeval; Bittencourt, 2017).

Outro conceito que envolve a aplicação de jogos no contexto de aprendizado é o de gamificação. Gamificação consiste na aplicação de elementos de design de jogos em contextos não relacionados a jogos, como educação, *marketing* e desenvolvimento de produtos, incorporando os benefícios lúdicos dos jogos para aumentar a motivação e participação dos usuários (Hamari; Koivisto; Sarsa, 2014).

Estratégias gamificadas envolvendo sistemas de pontos, medalhas, troféus ou emblemas são concedidos como recompensa por completar tarefas ou atingir objetivos específicos. Isso reforça a motivação intrínseca dos usuários, assim como o uso de níveis e progressão, que oferecem uma sensação de avanço e crescimento. A gamificação muitas vezes oferece *feedback* em tempo real sobre o desempenho dos usuários, permitindo ajustes rápidos e promovendo a aprendizagem (Carvalho; Braz;

Prates, 2022; Moreira; Sousa; Silva; Marques, 2022).

Esses conceitos e estratégias podem ser aplicados no desenvolvimento de soluções tecnológicas para crianças com TEA, ajudando a torná-las mais engajantes e adequadas às necessidades individuais do público-alvo (Siedler; Cardoso; Krebs; Tavares, 2022; Cardoso, 2019).

3.6 Discussão

Neste capítulo, foram explorados os conceitos fundamentais para o desenvolvimento da tese. Inicialmente, abordou-se o TEA e suas principais características. Compreender o transtorno e suas formas de tratamento é essencial para o progresso deste trabalho. Indivíduos no espectro apresentam particularidades únicas, envolvendo desafios específicos de aprendizagem e habilidades sociais.

Entender essas particularidades, os níveis de suporte necessários, as comorbidades associadas, e como as competências educacionais e sociais são transmitidas, além dos atendimentos terapêuticos e educacionais adequados, é crucial para o alcance dos objetivos da pesquisa. Igualmente importante é investigar as diferentes formas de interação que permitem atingir esses objetivos.

A TA também desempenha um papel central, sendo sua definição e abordagem relevantes para esta proposta, que visa associar recursos tecnológicos como ferramentas de apoio ao desenvolvimento de crianças com TEA. Nesse contexto, é essencial compreender como a TA pode apoiar o aprendizado em diversos aspectos, como comunicação, estímulo da fala, execução de tarefas cotidianas e desenvolvimento de competências acadêmicas.

Outro ponto relevante é o modo como essas competências são transmitidas. A educação inclusiva e suas diversas abordagens foram analisadas para entender como as ferramentas digitais podem auxiliar os profissionais. Compreender esse processo e as formas de transmissão do conhecimento para crianças com TEA permite definir os requisitos necessários para o desenvolvimento de aplicativos digitais e identificar onde essas soluções podem ser inseridas no contexto educacional e terapêutico.

Além disso, para que um aplicativo digital inclusivo seja eficaz e bem aceito pelo público-alvo, é fundamental que a interação seja adequada. Por isso, entender como ocorre a interação de indivíduos com TEA é um fator determinante na construção deste trabalho. Conceitos de acessibilidade, boas práticas e recomendações para o desenvolvimento de um aplicativo acessível são componentes essenciais da pesquisa.

Por fim, a incorporação de funcionalidades relacionadas a jogos é relevante, pois torna os aplicativos mais atraentes para as crianças, que têm uma predisposição natural para se engajar com os desafios propostos por jogos digitais. Nesse sentido, é importante explorar os conceitos de *Serious Games* e gamificação, e como essas

estratégias podem ser aplicadas às soluções digitais desenvolvidas.

As seguintes evidências foram elencadas durante a fundamentação conceitual e são apresentadas a seguir, conjuntamente com o OE a qual estão associadas:

OE1:

- LIT 01 TA é uma ferramenta relevante para o desenvolvimento das habilidades motoras dos indivíduos, devendo ser adaptadas as necessidades para a qual se destina.
- LIT 02 Tecnologia pode ser utilizada para trabalhar os sentidos do usuário, dentre os quais a audição é uma forma comum de percepção das saídas do sistema computacional.
- LIT 03 Através de dispositivos tecnológicos são trabalhas as habilidades motoras através da interação com os dispositivos de entrada.
- LIT 04 Suporte visual é ferramenta essencial para facilitar a comunicação, a compreensão e a aprendizagem de indivíduos com TEA. O uso de elementos visuais pode ajudar a organizar informações de maneira clara e acessível, permitindo que a pessoa com TEA compreenda e se envolva melhor com as atividades propostas.
- LIT 05 O DUA consiste em um conjunto de estratégias que visa reduzir barreiras de aprendizagem, promovendo múltiplos meios de envolvimento, representação e expressão.
- LIT 06 Os jogos digitais oferecem uma forma lúdica e instigante de aprendizagem. Em ambientes educacionais e terapêuticos, eles podem combinar entretenimento com ensino de maneira envolvente e interativa.

4 MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA LITERATURA

No intuito de realizar um levantamento a respeito como a TA pode auxiliar indivíduos com TEA, foi realizado um MSL, envolvendo a busca por TA para pessoas com deficiência visual ou TEA. O objetivo deste estudo foi identificar as lacunas relacionadas ao desenvolvimento de TA para pessoas com deficiência visual ou TEA.

Assim, na última etapa do MSL, cada pesquisador analisou os artigos relacionados à deficiência que estava estudando. Neste capítulo será dada ênfase aos resultados obtidos para TEA. Zen; Siedler; Costa; Tavares (2022) apresenta os resultados que foram obtidos considerando a Deficiência Visual.

O software StArt (*State of the Art through Systematic Review*) foi utilizado de forma a permitir uma melhor sistematização do MSL, uma vez que permite a criação, execução, seleção e extração de dados de modo organizado e processual (Fabbri; Silva; Hernandes; Octaviano; Di thommazo; Belgamo, 2016).

4.1 Especificação do Protocolo

Conforme Nakagawa; Scannavino; Fabbri; Ferrari (2017) descrevem, o protocolo do MSL contém itens como: questões de pesquisa; estratégia de busca; critérios de inclusão e exclusão de estudos na revisão; e, estratégias para seleção, extração e sumarização dos dados.

O protocolo de busca foi desenvolvido e executado entre os meses de Janeiro e Maio de 2021 nos seguintes repositórios: (1) *ACM Digital Library*, (2) *IEEE Xplore Digital Library*, (3) *ScienceDirect* e (4) *Springer*. Eles foram selecionados por se tratarem de alguns dos principais repositórios da área de Computação.

Como o objetivo principal foi elencar os principais recursos de TA para acesso a sistemas computacionais por pessoas com deficiência visual ou com TEA, elencou-se uma pergunta geral a ser respondida a partir da leitura dos artigos levantados:

Como a Tecnologia Assistiva auxilia pessoas com deficiência visual ou com Transtorno do Espectro Autista no uso das Tecnologias de Informação e Comunicação?

A partir da definição do objetivo e das questões de pesquisa, foi especificado um conjunto de palavras-chave e gerada a seguinte *string* de busca:

("human-computer interaction" OR HCI) AND ("assistive technology" OR accessibility) AND (Autism OR "asperger syndrom" OR "blind" OR "visual impairement" OR blindness) AND (framework OR platform OR API OR evaluation OR test OR guidelines OR protocols)

Foi necessário, no entanto, adaptar a sintaxe particular da estrutura de *string* de busca para cada um dos repositórios citados anteriormente, de forma a atender às suas especificidades.

No intuito de limitar a quantidade de trabalhos recuperados nesta etapa e na extração dos dados, foram considerados os seguintes critérios de inclusão:

1. Artigos completos disponíveis nas bases de dados;
2. Artigos publicados nos anos de 2016, 2017, 2018, 2019 e 2020;
3. Tratar de TA para autismo ou deficiência visual;
4. Artigos escritos preferencialmente em inglês;
5. Artigo com mais de 5 anos, porém relevante na área de pesquisa.

Adicionalmente, foram listados alguns critérios de exclusão, que especificam quais artigos serão excluídos das etapas de análise, a saber:

1. *Posters*, Resumos e Capítulos de Livros;
2. Trabalhos que abordam tecnologias voltadas para tratamento da deficiência;
3. Não ser da área de Computação e Engenharia;
4. Não ter sido publicado nos anos de 2016, 2017, 2018, 2019 e 2020;
5. Não ser um estudo primário;
6. Não focar em acessibilidade digital.

4.2 Resultados Obtidos

Como destacado anteriormente, este mapeamento é parte de um estudo mais amplo, que pesquisou por TA desenvolvidas para dois públicos-alvo: pessoas cegas e autistas. Neste capítulo é detalhado o recorte sobre TEA, cujo objetivo principal foi mapear o que vem sendo desenvolvido de TA para auxiliar pessoas com TEA.

4.2.1 Execução do MSL

A realização da busca resultou em 669 resultados, os quais foram recuperados e armazenados na ferramenta StArt e, após a realização da primeira etapa, foram aplicadas diversas filtragens sobre os trabalhos recuperados. Assim, os 669 artigos foram submetidos ao primeiro filtro previsto no processo, no qual foram analisadas as informações contidas no título, palavras-chave e resumo dos trabalhos, respeitando os critérios de inclusão e exclusão definidos.

Como resultado, 168 artigos foram selecionados e submetidos ao segundo filtro. Desta vez, foram analisadas também as seções de Introdução e Conclusão de cada trabalho, resultando na seleção de 66 trabalhos. Por fim, o terceiro filtro previsto na metodologia envolveu a leitura completa dos artigos provenientes do segundo filtro, resultando em um total de 47 artigos selecionados. A Figura 6 destaca o fluxo de completo de execução do MSL.

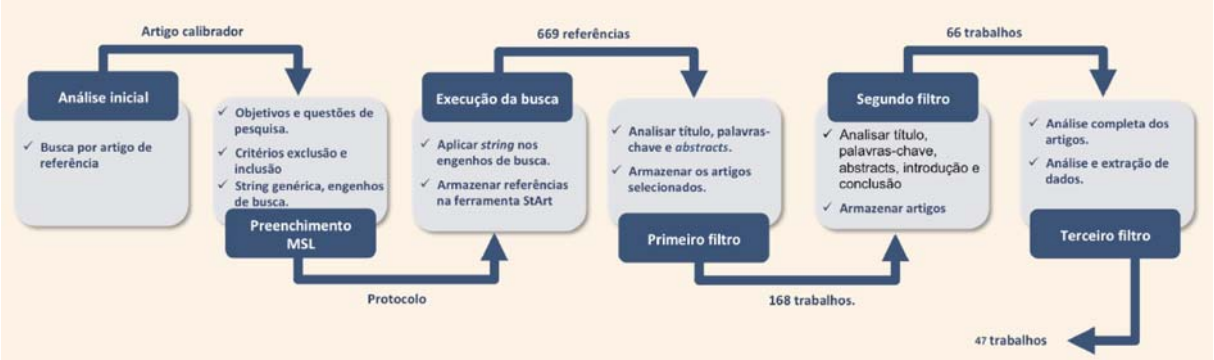


Figura 6 – Fluxo de execução do MSL (adaptado de Cardoso (2019)).

A leitura e análise dos trabalhos resultantes do MSL, permitiu a identificação de tendências e similaridades dentro da área de pesquisa abordada. Estes dados resultaram na proposição de uma taxonomia, que agrupa os trabalhos investigados. A próxima seção aborda estas classificações percebidas, posicionando os trabalhos recuperados no MSL em cada uma delas.

4.3 Taxonomia

A análise dos artigos resultantes do MSL resultaram nas seguintes classificações:

1. Grau de severidade do autismo;
2. Tipo de solução desenvolvida;
3. Finalidade do trabalho; e
4. Faixa etária para o qual o trabalho foi proposto.

Cada uma dessas classificações são detalhadas na sequência do trabalho.

4.3.1 Grau de Severidade do TEA

O grau de severidade do autismo é baseado nos critérios do DSM 5 – a 5ª edição do Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais da Academia Americana de Psiquiatria (Shapse, 2008). Nos trabalhos analisados, foi comum encontrar o uso das palavras leve, moderado e severo para classificar o grau de severidade do público-alvo.

Alguns artigos citam também a Síndrome de Asperger, que por muito tempo foi utilizada para classificar autistas com sintomas mais brandos (Chrysostomo, 2021). Essa denominação caiu em desuso em 2022 e, para fins de classificação, os trabalhos voltados para a Síndrome de Asperger serão considerados como autismo de alto funcionamento, ou nível de suporte 1. A Figura 7 apresenta a divisão dos trabalhos encontrados no MSL classificados por grau de severidade.

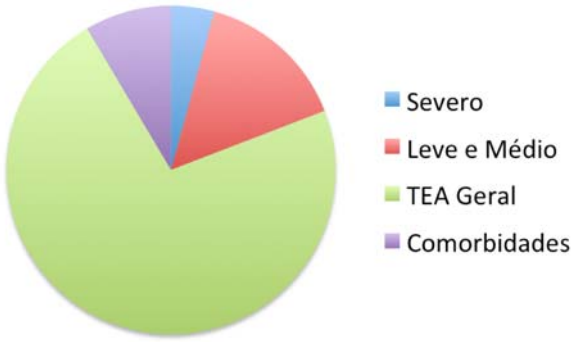


Figura 7 – Classificação de artigos que tratam de TEA agrupados por grau de severidade.

Dentre os 47 artigos selecionados, 2 são voltados para TEA com baixo funcionamento, 7 TEA leve e médio, 34 não especificam o grau de severidade (trataremos esses trabalhos como TEA Geral) e 4 voltados especificamente para comorbidades relacionadas ao autismo, como fala e déficit de atenção.

4.3.2 Finalidade

Os artigos encontrados sobre TEA abordam dois tipos de finalidades: terapêutica e educacional. Como muitos deles tratam sobre metodologia, diretrizes ou técnicas de desenvolvimento de software voltado pra TEA, foi recorrente encontrar trabalhos cuja finalidade abranja tanto o propósito terapêutico quanto educacional (16 trabalhos). Os demais ficam divididos em apenas terapêuticos (17) e educação (14).

No contexto educacional, Caria; Paternò; Santoro; Semucci (2017) apresentam o resultado de um projeto concebido em colaboração com professores e terapeutas, resultando em um jogo digital que propõe ao usuário um ambiente virtual onde são propostas diversas atividades envolvendo dinheiro.

LIT 04 Por meio de associação visual são apresentados exemplos do que o dinheiro pode comprar. Por exemplo, uma nota de 5 euros associada à imagem de um

hambúrguer. O jogo apresenta também a possibilidade de realizar operações matemáticas simples para conseguir atingir o valor necessário para comprar um item hipotético. A interface apresenta a representação visual das notas e moedas existentes, estimulando o usuário a usar corretamente os recursos disponíveis para atingir o valor desejado.

Alkadhi; Alnafisi; Aljowair; Alotaibi; Alduaifi; Alhumood (2020) destacam a dificuldade de autistas em ler e compreender o conteúdo dos livros de história, propondo uma solução chamada *Yohka*. Ela consiste em um livro de história que utiliza de realidade aumentada para criar uma versão animada e interativa das histórias, facilitando assim a compreensão das crianças. Um ponto interessante desse projeto é que sua concepção, desenvolvimento e validação contou com a participação de estudantes, educadores, pais e terapeutas.

Na leitura dos trabalhos foram encontradas diversas soluções com fins terapêuticos. A seguir são destacados alguns desses trabalhos, organizados pela área de tratamento do TEA que estão inseridos.

4.3.2.1 Coordenação

LIT 01 Cibrian; Madrigal; Avelais; Tentori (2020) introduzem o uso da tecnologia para auxiliar o desenvolvimento da coordenação motora de pacientes. LIT 06 Caro; Tentori; Martinez-garcia; Alvelais (2017) utilizam um *exergame*[1] chamado *FroggyBody* para auxiliar no processo terapêutico.

Cibrian; Madrigal; Avelais; Tentori (2020) avaliam a utilização de uma tela elástica sensível ao toque como tecnologia para auxiliar sessões de musicoterapia com crianças com problemas de coordenação motora. No trabalho é proposta uma comparação entre o uso da tela elástica e de tambores como ferramenta interativa durante as sessões de terapia. De acordo com o estudo, a musicoterapia é uma forma eficaz de tratamento para melhorar a coordenação de crianças com TEA, sendo as telas elásticas sensíveis ao toque uma ferramenta que apresentou mais benefícios que o uso de tambores.

4.3.2.2 Hiperatividade

O "*Say-it and Learn*"é um aplicativo desenvolvido para auxiliar a alfabetização, prática de matemática básica e reconhecimento de formas por meio de uma interface voltada a crianças com Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH). Butt; Hannan; Rafiq; Hussain; Faisal; Younas (2020) detalham o levantamento de requisitos junto a equipe de *experts*, a metodologia utilizada no processo de desenvolvimento, a implementação da aplicação e os testes realizados. A Figura 8 apresenta o fluxo

[1] Jogos que utilizam sensores de captura de movimento como forma principal de interação em sua mecânica.

de desenvolvimento proposto neste trabalho e algumas telas do aplicativo *Say-it and Learn*.

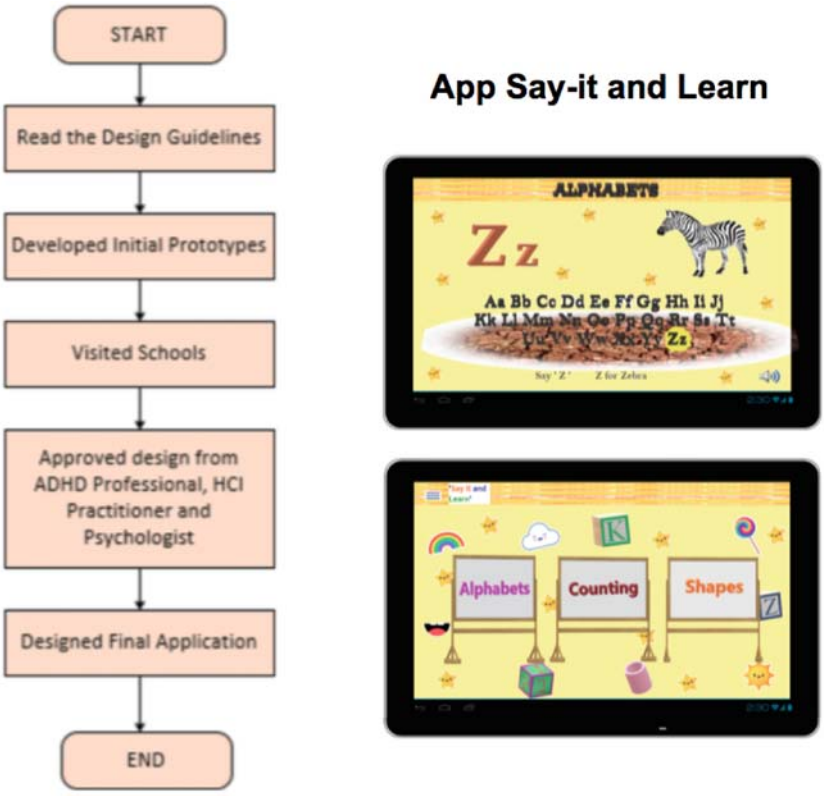


Figura 8 – Fluxo de desenvolvimento do Aplicativo *Say-it and Learn* (Butt; Hannan; Rafiq; Hussain; Faisal; Younas, 2020)

O processo de desenvolvimento deste aplicativo pode ser destacado pois contou, em diferentes momentos, com a participação de profissionais da escola e terapeutas em sua validação.

LIT 06 Como resultado foi disponibilizado um jogo digital voltado a dispositivos Android que busca, através de uma aplicação única, auxiliar o aprendizado de competências básicas dos anos iniciais do ensino fundamental.

4.3.2.3 Audição

Vocalizador é um recurso eletrônico que utiliza recursos de gravação/reprodução de áudio para auxiliar pessoas com dificuldade de fala a se comunicar (Manandhar; Bajracharya; Karki; Jha, 2019). Em Gonçalves; Rocha; Reis; Barroso (2017) é apresentado o *AppVox*, um aplicativo que simula um vocalizador com o objetivo de auxiliar no treinamento de repetição de palavras. O uso do aplicativo foi introduzido como complemento às sessões com a fonoaudióloga de um grupo de participantes e, a partir de testes realizados com os usuários da ferramenta, Gonçalves; Rocha; Reis; Barroso (2017) constataram os benefícios do uso desse tipo de TA como apoio à terapia da fala.

Por sua vez, *Sinbad and The Magic Cure* é um *Serious Game* desenvolvido para auxiliar crianças autistas com hipersensibilidade auditiva[2] (Zakari; Poyade; Simmons, 2017). A mecânica proposta consiste em comandar um avatar chamado *Sinbad*, que deve coletar sons ao longo das fases propostas. LIT 07 No trabalho, os autores apresentam o estudo realizado com um grupo de crianças, onde cada uma delas é submetida a 30 tipos de sons diferentes. Como resultado da pesquisa, as crianças que participaram do teste relataram que a experiência com a tecnologia foi positiva, conseguindo lidar com sucesso com os diversos sons propostos durante a interação com o jogo.

4.3.2.4 Comunicação Alternativa

Autistas podem apresentar de forma permanente o comprometimento da fala. Baixa verbalização ou não verbalização é uma comorbidade presente em indivíduos com TEA. Uma das soluções utilizadas para apoiar a comunicação de pessoas não verbais ou com dificuldade de verbalização é a utilização da comunicação aumentativa e alternativa (*Augmentative and alternative communication* - ACC).

SPEAKall! Lite e *SPEAKplay!* são aplicações desenvolvidas com o intuito de desenvolver em crianças com TEA as primeiras noções de linguagem e fala através do uso da gamificação. Boyd; Ringland; Faucett; Hiniker; Klein; Patel; Hayes (2017) destacam os benefícios do desenvolvimento de *Serious Games* para aumentar o interesse da criança e, consequentemente, melhorar as competências iniciais da fala.

Já Mascio; Tarantino; Cirelli; Peretti; Mazza (2018) apresentam o *Go Go Game*, uma proposta de jogo digital voltado para usuários com pouca verbalização. Neste trabalho é apresentado projeto, desenvolvimento e teste do aplicativo envolvendo usuários de 6 a 14 anos de idade com diferentes níveis de comprometimento.

Mascio; Tarantino; Cirelli; Peretti; Mazza (2018) citam algumas dificuldades encontradas pelos usuários com a interface proposta, tais como, forma de trocar de atividades e grau de dificuldade em compreender as tarefas propostas. LIT 08 Esses problemas acarretam um comportamento agressivo ou destrutivo em determinados usuários, motivando adaptações na ferramenta para tentar minimizar os problemas encontrados e tornar a tomada de decisão o mais natural possível.

4.3.2.5 Fala

Indivíduos com TEA podem apresentar problemas no desenvolvimento da pronúncia e dificuldade de manter um diálogo devido às limitações de interação social impostas pela condição. Boyd; Rangel; Tomimbang; Conejo-toledo; Patel; Tentori; Hayes

[2]Condição que se configura como uma percepção anormal do som, a qual pode causar impacto em diferentes situações do cotidiano, como nas atividades sociais e de lazer(Costa; Giacchini; Cáceres-assenço; Araújo, 2022)

(2016) abordam um software que utiliza Realidade Aumentada no tratamento da conversação de adultos autistas, usando a tecnologia como forma de incentivar e mediar propostas de diálogo.

Por sua vez, Duval; Rubin; Segura; Friedman; Zlatanov; Yang; Kurniawan (2018) descrevem um jogo sério que propõe ao usuário desafios que são resolvidos através da pronúncia de palavras. São propostas várias fases, que aumentam a exigência da pronúncia à medida em que o usuário avança no jogo. LIT 06 Segundo Duval; Rubin; Segura; Friedman; Zlatanov; Yang; Kurniawan (2018), o jogo desenvolvido colaborou para que os usuários aumentassem o interesse em realizar as pronúncias propostas.

4.3.2.6 Rotina Diária

A realização de tarefas diárias, como escovar os dentes, vestir roupas e ir ao banheiro, bem como manter o foco em uma determinada tarefa, pode ser desafiadora para pessoas com TEA. Para auxiliar no desenvolvimento dessas competências, são propostas soluções utilizando diversas tecnologias, dependendo do objetivo e grau de comprometimento do indivíduo.

Dentre as soluções encontradas no MSL, destacam-se o uso de computação vestível (Koumpouros; Toulias, 2020), realidade aumentada (Wang; Zhang; Cho, 2020) e codificação de vídeo (Higuchi; Matsuda; Kamikubo; Enomoto; Sugano; Yamamoto; Sato, 2018).

4.3.2.7 Método de Intervenção Precoce

A criação de métodos de intervenção precoce no autismo é possível graças à possibilidade de identificação cada vez mais cedo do diagnóstico (Lampreia, 2007). Atualmente, é possível detectar o transtorno a partir dos 18 meses de idade e seu diagnóstico é feito com base em dificuldades específicas encontradas na orientação para estímulos sociais, contato ocular social, atenção compartilhada, imitação motora e jogo simbólico (Lampreia, 2007).

Existem diversos métodos de intervenção precoce propostos para o desenvolvimento de crianças autistas. Dentre eles, é possível destacar os métodos ABA (*Applied Behavior Analysis*), Denver, TEACCH (*Treatment and Education of Autistic and related Communication-handicapped Children*, em português Tratamento e Educação para Autistas e Crianças com Déficits de Comunicação) e *Picture Exchange Communication System* (PECS) ou Sistema de Comunicação por Troca de Figuras (SCTF) . O Método ABA se baseia em uma aprendizagem que visa reforçar os comportamentos positivos (Neto; Sousa; Batista; Santana; Junior, 2013).

No presente MSL foi encontrado um trabalho que alia TA diretamente com um método de intervenção precoce. Artoni; Bastiani; Buzzi; Buzzi; Curzio; Pelagatti; Senette (2018) apresentam um estudo sobre os benefícios do uso da tecnologia durante as

sessões de terapias que aplicam o método ABA. Artoni; Bastiani; Buzzi; Buzzi; Curzio; Pelagatti; Senette (2018) propuseram um aplicativo web chamado *ABCD SW*, um software onde o tutor pode customizar exercícios e acompanhar a resolução destes pela criança.

São oferecidos dois módulos: um voltado para o tutor personalizar o conteúdo; e outro voltado ao paciente. O ABCD SW foi projetado para PC, celular ou tablet e, a partir dos testes realizados com 7 crianças, foi constatada a eficiência do software no apoio à aplicação do método ABA.

4.3.3 Faixa Etária

Um ponto relevante dos trabalhos analisados é a faixa etária para a qual eles foram projetados. Dos trabalhos analisados, 7 não detalham essa informação. LIT 09 Dos 40 estudos restantes, a maioria foi concebida para crianças (entre 0 e 13 anos), sendo 25 voltados exclusivamente para esta faixa etária. A Figura 9 apresenta a divisão dos trabalhos de acordo com a faixa etária.

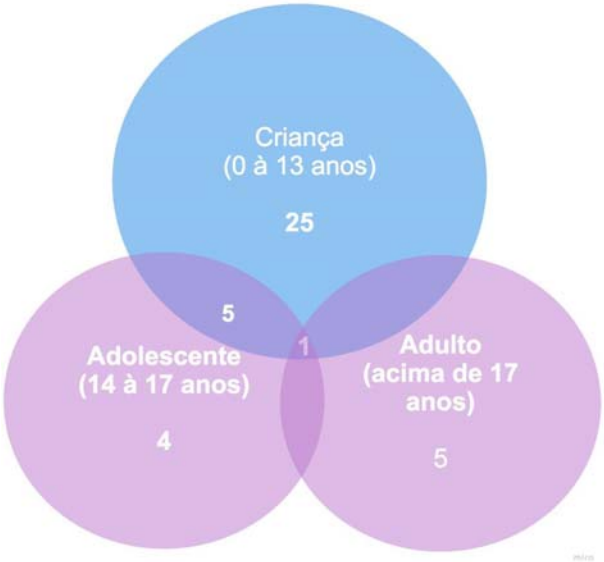


Figura 9 – Classificação dos Artigos de acordo com a Faixa Etária

LIT 04 Dentre os trabalhos analisados, Kamaruzaman; Rani; Nor; Azahari (2016) e Cano; Palta; Posso; Peñeñory (2017) propõem diretrizes voltadas ao projeto de interface para crianças autistas, indicando guia de boas práticas e apresentando o resultado de testes com usuário final. Segundo Kamaruzaman; Rani; Nor; Azahari (2016), crianças com autismo podem aumentar sua capacidade de comunicação através de recursos visuais, bem como diminuir lentamente sua dependência de sugestão de adultos e, nesse ponto, os aplicativos digitais se tornam uma relevante ferramenta de apoio no desenvolvimento das crianças com TEA.

4.3.4 Tipo de Solução Desenvolvida

Os trabalhos foram classificados de acordo com tipo de solução desenvolvida segundo os seguintes critérios:

- **Interface**: meio pelo qual o usuário interage com um sistema ou tecnologia. No contexto educacional, uma interface intuitiva pode ser decisiva para o engajamento dos alunos. Por exemplo, em um aplicativo educacional, a interface envolve elementos como botões, menus e recursos visuais, projetados para serem acessíveis e inclusivos. Para crianças com necessidades especiais, como aquelas com TEA, uma interface amigável pode incluir cores calmantes, fontes maiores, e a organização clara das opções, tudo pensado para reduzir estímulos excessivos e facilitar a interação.

- **Framework**: estrutura de trabalho que reúne ferramentas, bibliotecas e regras para facilitar o desenvolvimento de sistemas. Desenvolvedores podem usar *frameworks* para criar aplicativos ou plataformas educacionais de maneira mais rápida e consistente. Por exemplo, existem diversos frameworks que incluem elementos visuais e de interação já pronto.

- **Desenvolvimento de TA**: processo de criar recursos que ajudam alunos com deficiência ou dificuldades específicas. No ambiente escolar e terapêutico, isso pode incluir desde softwares de comunicação alternativa para alunos não verbais até plataformas adaptadas que auxiliam na alfabetização ou no aprendizado de habilidades sociais. O foco do desenvolvimento de TA é alinhar os recursos digitais às necessidades do usuário, permitindo maior inclusão e autonomia.

A seguir são discutidos os principais trabalhos relacionados a esses critários.

4.3.4.1 Interface

Entre os trabalhos analisados, Camargo; Carvalho; Barros; Barros; Santana (2019) abordam exclusivamente questões de usabilidade. Por meio de avaliação heurística, o trabalho apresenta o processo de melhoria da interface do aplicativo móvel *DayByDay* desenvolvido para auxiliar a rotina diária de crianças de 8 a 12 anos de idade. O artigo descreve o método utilizado e, por fim, apresenta exemplos de telas no formato "antes e depois", apresentando o resultado da avaliação e a aplicação do mesmo no projeto. A Figura 10 ilustra o exemplo de uma tela com atividades diárias propostas pelo usuário antes do processo de avaliação e após as modificações propostas.

4.3.4.2 Framework

Mascio; Tarantino (2020) propõe, a partir da experiência pregressa em desenvolvimento de aplicativos voltados para usuários com TEA, um *framework* metodológico

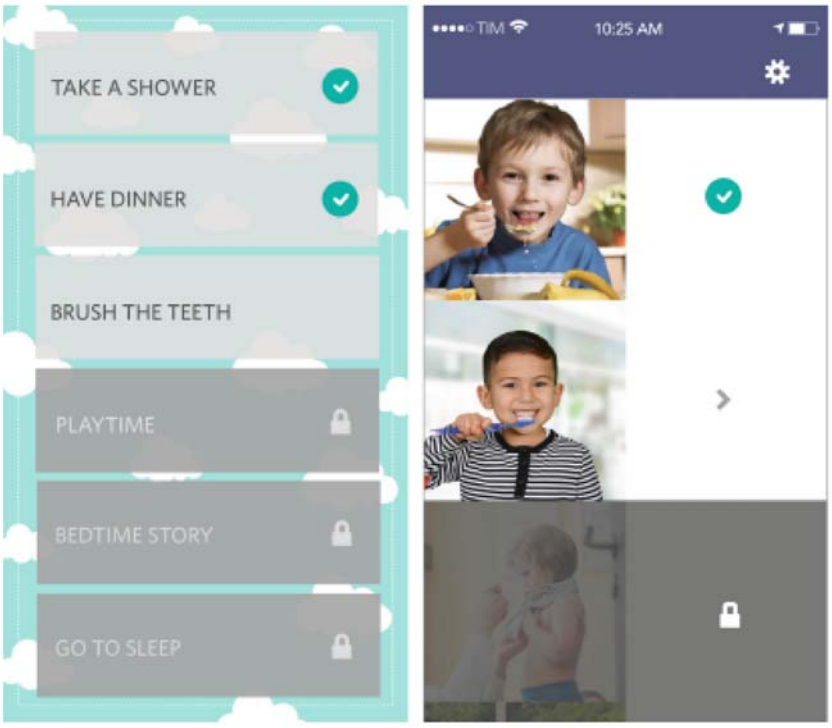


Figura 10 – telas *DayByDay*. Lista de atividades, primeira versão (esquerda); versão melhorada (direita) (Camargo; Carvalho; Barros; Barros; Santana, 2019)

.

chamado *deejay*, que teve como base de sua criação a metodologia Pesquisa-Ação (*Action Reserarch - AR*). Em Van dijk; Hummels (2017), é apresentado um *framework* resultante de dois estudos de caso envolvendo atividades de rotina diária. Um com indivíduos autistas e outro com pessoas com demência. A partir da análise desses casos, é projetado um *framework* com diretrizes para atender as necessidades de ambas condições .

4.3.4.3 Desenvolvimento de TA

A maioria dos trabalhos selecionados (33) apresenta o desenvolvimento de TA voltado ao público autista. LIT 06 Cano; Palta; Posso; Peñeñory (2017) apresentam o projeto de um *Serious Game* para auxiliar a alfabetização de crianças com deficit cognitivo moderado, destacando o uso da metodologia de Design Centrado no Usuário e as etapas necessárias para o processo de concepção e desenvolvimento de uma ferramenta funcional voltada ao público-alvo.

Já Bossavit; Parsons (2016) projetam um jogo voltado a autistas de alto desempenho usando Design Participativo (*Participatory Design - PD*), onde os usuários contribuem ativamente nas etapas de criação da aplicação. Neste trabalho, quatro adolescentes autistas e um professor participaram da concepção da ideia, requisitos do jogo, validação de cada etapa da criação e, por fim, testes do produto final.

4.4 TA e os desafios da IHC

A realização do MSL serviu como base para identificar as lacunas relacionadas à criação da TA para auxiliar autistas. Neste sentido, buscou-se investigar as diferentes formas de interação apresentadas e as particularidades no desenvolvimento de soluções voltadas para TEA. A escolha por esta temática é justificada pelas especificidades do processo de desenvolvimento de aplicativos voltados para autistas, considerando o levantamento de requisitos, projeto de interface e implementação de software (**?**Fletcher-watson; Pain; Hammond; Humphry; Mcconachie, 2016).

Como abordado nas seções anteriores, o TEA pode provocar limitações que tornam necessário uma equipe multidisciplinar para auxiliar o desenvolvimento desses indivíduos. No ambiente escolar, além do professor regular, é comum o envolvimento do setor pedagógico, formado por pedagogo, psicólogo e profissional do AEE. Já no setor terapêutico, dependendo da comorbidade, tem-se o envolvimento de profissionais da área de educação física, fonoaudiologia, terapia ocupacional, pedagogia, psicologia, entre outros.

Considerando ainda que indivíduos com TEA são únicos e, mesmo sendo viável criar ferramentas úteis para auxiliar uma comorbidade específica, tem-se a dificuldade de encontrar um grupo de indivíduos com necessidades semelhantes no mesmo ambiente. Em alguns casos, mesmo tendo essa possibilidade, a parte comportamental pode ser um fator de dificuldade na concepção e validação da ferramenta (Mascio; Tarantino; Cirelli; Peretti; Mazza, 2018), sendo que nem sempre é possível ter a colaboração dos usuários nos *checkpoints* estabelecidos em projeto (Wendt; Allen; Ejde; Nees; Phillips; Lopez, 2020).

As dificuldades de padronização e necessidade de encontrar diferentes soluções no desenvolvimento de TA para usuários com TEA se destacam quando são analisados aspectos de IHC nos trabalhos analisados. A seleção final do MSL resultou em 44 trabalhos que apresentaram o desenvolvimento de um produto (software, hardware ou a combinação de ambos). Estes trabalhos apresentaram diversas formas de interação.

Com relação à entrada de dados, foram encontradas soluções com os tipos de entrada teclado ou mouse, gestos, tátil, toque ou multitoque, voz e multimodal. As saídas encontradas foram gráfica, voz e multimodal. A Tabela 7 apresenta a quantificação de trabalhos por tipo de entrada e saída de dados.

Wang; Laffey; Xing; Ma; Stichter (2016), Mercado; Espinosa-curiel; Escobedo; Tentori (2019), Arshad; Sarwar; Zaidi; Shahid (2020), Baldassarri; Passerino; Ramis; Riquelme; Perales (2018),Tsiopela; Jimoyiannis (2017), Artoni; Bastiani; Buzzi; Buzzi; Curzio; Pelagatti; Senette (2018), Zakari; Poyade; Simmons (2017) e Mascio; Tarantino; Cirelli; Peretti; Mazza (2018) apresentam entrada e saída multimodal, destacando

Tabela 7 – Quantitativo de trabalhos retornado por Entrada e Saída de dados

Entrada de Dados	
Tipo de entrada	Trabalhos
Teclado e Mouse	4
Gestos	4
Tátil	2
Toque ou multitoque	16
Voz	2
Multimodal	16
Saída de Dados	
Tipo de saída	Trabalhos
Gráfica	14
Voz	2
Multimodal	24

a variedade de recursos tecnológicos utilizados na concepção dos trabalhos propostos.

Tan; Khetrapal (2016) apresenta o uso da música (sons) como forma de remediar o deficit emocional em crianças com TEA. O aplicativo *mobile* desenvolvido utiliza como recurso de interação o toque na tela e a reação a sons emitidos pelo aplicativo. A proposta do aplicativo é associar uma imagem que representa visualmente uma emoção com uma música que remeta ao sentimento que está sendo exibido.

MyWord é um iPad app que apresenta um dicionário audiovisual pessoal voltado a crianças autistas com pouca verbalização (Wilson; Brereton; Ploderer; Sitbon, 2018). Seguindo a linha de Design de ferramentas AAC, a proposta é permitir que os usuários montem seu dicionário personalizado de palavras, podendo inserir novas imagens e gravações próprias de áudio. Segundo os autores, na concepção do aplicativo, além de profissionais de programação e terapeutas, foi fundamental para o êxito do projeto a presença de um pesquisador em IHC na equipe de desenvolvimento do aplicativo. *MyWord* foi implementado seguindo o design baseado em habilidades, que aborda a importância de tecnologias interativas que se adaptam às habilidades e contextos dos usuários, e não a atender apenas às suas incapacidades percebidas (Wobbrock; Kane; Gajos; Harada; Froehlich, 2011).

Em Spiel; Frauenberger; Hornecker; Fitzpatrick (2017), é apresentado o projeto *OutsideTheBox*, que consiste em prover uma experiência personalizada de interação para cada indivíduo, de acordo com suas preferências. O trabalho foi concebido com a participação de 4 crianças de 6 a 8 anos de idade e, para cada uma delas, foi desenvolvido um objeto tecnológico diferente, personalizado ao diagnóstico e preferências de cada uma. Posteriormente, foi relatada a experiência de criação e validação de cada uma das quatro tecnologias criadas. A Figura 11 apresenta as tecnologias criadas no projeto *OutsideTheBox*.

Figura 11 – As quatro tecnologias criadas no projeto *OutsideTheBox*(Spiel; Frauenberger; Hornecker; Fitzpatrick, 2017)

Dois trabalhos analisados apresentam propostas metodológicas voltadas especificamente para o desenvolvimento de TA com foco no autismo. Hervás; Francisco; Méndez; Bautista (2019) apresentam uma metodologia UCD adaptada que cobre as tarefas necessárias para criar aplicações desde o levantamento de requisitos até a avaliação. Os autores justificam a escolha da metodologia UCD em relação a PD pelos problemas da adoção do *Design* Participativo em casos de desenvolvimento de TA para autistas devido a dificuldade de acesso ao usuário final durante os estágios do desenvolvimento.

A metodologia desenvolvida, chamada MeDeC@ (*Methedology for the Development os Computer Assistive Technologies*) é construída a partir de três princípios básicos: (1) Personalização, (2) Interação com os usuários e *experts* e (3) Implementação Orientada a Serviço. Esses princípios permeiam a ideia de criar algo customizável a necessidade de cada usuário (Mascio; Tarantino; Cirelli; Peretti; Mazza, 2018). É importante que soluções para pessoas com TEA sejam altamente configuráveis e a apresentação da interface/forma de interação com o aplicativo seja adaptável, a fim de permitir que um conjunto maior de usuários possam usufruir do recurso desenvolvido (Hervás; Francisco; Méndez; Bautista, 2019). Aplicando a metodologia MeDeC@ foi desenvolvido o *EmoTraductor*, uma aplicação web que detecta automaticamente a presença de cada uma das cinco emoções básicas (alegria, medo, raiva, tristeza e nojo) em um determinado texto, e o *ReadIt*, um *plug-in* que visa auxiliar pessoas com dificuldades de compreensão da linguagem escrita a navegar na Web. A Figura 12 apresenta a versão final do *EmoTraductor*.

Mascio; Tarantino; Cirelli; Peretti; Mazza (2018) propõe um *framework* metodológico baseado nos princípios de Pesquisa Ativa. A Pesquisa Ativa é realizada de forma colaborativa entre os pesquisadores e uma organização "cliente", com a premissa de que os processos sociais podem ser melhor estudados através da proposição de mudanças no processo e observação dos efeitos que essas mudanças acarretam (Thormann; Caslavska; Breadmore; Mosher, 2009). O objetivo do *framework* é propor um modelo de processo cíclico, onde o mesmo processo é repetido até que o resultado desejado seja plenamente atingido. O trabalho detalha cada etapa do processo de desenvolvimento, apresentando um protótipo criado a partir do modelo estabelecido.

Cano; Palta; Posso; Peñeñory (2017) e Fletcher-watson; Pain; Hammond;

Figura 12 – Aplicação *EmoTraductor* (Hervás; Francisco; Méndez; Bautista, 2019)

Humphry; Mcconachie (2016) apresentam a criação de soluções tecnológicas que utilizam UCD como metodologia de desenvolvimento das aplicações. UCD é uma metodologia que permite que o perfil específico de usuário seja analisado e suas necessidades incorporadas em implementações de TA. Com isso, objetiva-se o estímulo à apropriação tecnológica do usuário em ambientes virtuais de aprendizagem (Cardoso, 2020).

Arquitetura orientada a serviços (*Service-oriented architecture - SOA*) consiste em um tipo de design de software que torna os componentes reutilizáveis usando interfaces de serviços com uma linguagem de comunicação comum em uma rede (Silva; Sotto, 2018). Cano; Palta; Posso; Peñeñory (2017) destacam a relevância de implementar o *back-end* das aplicações seguindo o paradigma orientado a serviços, através do uso de *Web Service*, que possibilita que as implementações realizadas sejam utilizadas por diferentes propostas de ferramentas.

Fletcher-watson; Pain; Hammond; Humphry; Mcconachie (2016) apresentam o relato completo da concepção, criação e validação do processo de desenvolvimento de um aplicativo voltado a crianças autistas. No trabalho é esmiuçada cada fase do projeto, indo desde o método de coleta e análise de informações sobre o público-alvo, definição da equipe de *experts*, a quantidade de membros, forma de intervenção, papel de cada integrante da equipe no trabalho desenvolvido, definição da tecnologia, criação da interface e implementação da ferramenta. Dos trabalhos selecionados apenas Fletcher-watson; Pain; Hammond; Humphry; Mcconachie (2016) descreve um produto comercial.

Artoni; Bastiani; Buzzi; Buzzi; Curzio; Pelagatti; Senette (2018) destacam as dificuldades de realizar a validação do trabalho com o usuário final. No artigo é relatado o pequeno grupo de usuários no teste e a heterogeneidade entre eles, com níveis de compreensão e evolução diferentes. A generalização da solução apresentada pode acarretar em uma baixa adesão pelos profissionais que utilizam a tecnologia.

4.5 Discussão

A partir da leitura dos artigos recuperados pelo MSL foi possível constatar que, embora muitos esforços tenham sido empregados no sentido de prover soluções tecnológicas para desenvolver as habilidades de indivíduos autistas, ainda há muitas barreiras a serem superadas.

Da realização do MSL foram elencadas várias propostas de desenvolvimento de trabalhos voltados a TEA. Porém, a complexidade de criar soluções que abranjam um maior número de usuários, em conjunção com a grande diversidade de características de indivíduos com TEA (com diferentes graus de severidade e variadas comorbidades), tornam o projeto restrito a um ou poucos usuários, não sendo difundido para a comunidade autista em geral.

Os resultados deixam claro que é necessário desenvolver pesquisas que busquem criar aplicações com maior nível de personalização, provendo diferentes formas de interação e interface mais adequada possível ao público-alvo. A maioria dos trabalhos apresenta a preocupação de utilizar recursos tecnológicos emergentes para estimular o uso das ferramentas propostas, tais como realidade aumentada, sensor de movimento, realidade virtual e novas tecnologias criadas especificamente para auxiliar o desenvolvimento dos usuários com TEA. Tais tecnologias visam aumentar o interesse dos usuários e tornar mais atrativa a TA proposta.

Os trabalhos analisados apresentam soluções que usam a TA para auxiliar usuários com TEA a desenvolver suas habilidades no âmbito terapêutico e educacional. Para fins terapêuticos, foram encontrados trabalhos para 7 áreas de tratamento diferentes ressaltando a diversidade de comorbidades que a TA pode auxiliar dentro do espectro autista.

Entre os 47 trabalhos analisados, 25 são voltados exclusivamente para crianças, o que indica a tendência de se propor aplicações que auxiliem o tratamento precoce do autismo. Quanto ao grau de severidade, apenas 19% dos trabalhos são restritos a um grau específico de autismo. A maioria das soluções prefere desenvolver trabalhos com propósito geral ou não cita explicitamente no trabalho as limitações do uso das soluções propostas.

Quanto ao tipo de solução desenvolvida, a análise permitiu identificar 33 trabalhos que propuseram o desenvolvimento de protótipos funcionais voltados ao auxílio de TEA. Destes, 13 utilizam entrada e saída multimodal, destacando a grande variedade de dispositivos adotados para prover ferramentas tecnológicas eficientes que possam estimular os usuários, auxiliando-os a desenvolver suas habilidades.

Com relação aos itens sinalizados como evidências teóricas para o processo de desenvolvimento do trabalho, foram elencadas as seguintes evidências:

OE1:

- LIT 01 A TA é uma ferramenta relevante para o desenvolvimento das habilidades motoras dos indivíduos, devendo ser adaptadas as necessidades para a qual se destina.
- LIT 02 Tecnologia pode ser utilizada para trabalhar os sentidos do usuário, dentre os quais a audição é uma forma comum de percepção das saídas do sistema computacional.
- LIT 03 Através de dispositivos tecnológicos são trabalhas as habilidades motoras através da interação com os dispositivos de entrada.
- LIT 04 Suporte visual é ferramenta essencial para facilitar a comunicação, a compreensão e a aprendizagem de indivíduos com TEA. O uso de elementos visuais pode ajudar a organizar informações de maneira clara e acessível, permitindo que a pessoa com TEA compreenda e se envolva melhor com as atividades propostas.
- LIT 06 Os jogos digitais oferecem uma forma lúdica e instigante de aprendizagem. Em ambientes educacionais e terapêuticos, eles podem combinar entretenimento com ensino de maneira envolvente e interativa.

OE2:

- LIT 07 A tecnologia pode ser uma importante aliada no desenvolvimento de atividades que visam trabalhar a capacidade de lidar com sons, uma competência frequentemente abordada no tratamento de crianças com TEA. Essas soluções permitem que as crianças sejam expostas de forma segura e progressiva a diferentes sons, ajudando-as a desenvolver maior tolerância e a lidar melhor com ambientes sonoros desafiadores.
- LIT 08 A criação de uma interface inadequada pode gerar dificuldades na compreensão das tarefas e, em alguns casos, desencadear comportamentos agressivos em determinados usuários. Isso ocorre porque interfaces confusas ou mal planejadas podem causar frustração, especialmente em crianças com TEA, que podem ter maior sensibilidade a mudanças inesperadas ou complexidade excessiva.
- LIT 09 A maioria dos trabalhos analisados no MSL são voltadas para crianças com TEA.

5 PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO

Este capítulo destaca como ocorreu o processo de desenvolvimento do trabalho explorando as possibilidades de criação de aplicações voltadas a crianças com TEA a partir de experimentações práticas realizadas em parceria com profissionais especializados e, a partir disso, identificar lacunas e propor soluções. Neste sentido, são apresentadas a seguir as ações e técnicas utilizadas ao longo do trabalho.

5.1 Encontro com Especialistas

Para desenvolver aplicações que se destinam a ajudar pessoas que possuam limitações ou transtornos físicos/cognitivos, é relevante buscar parcerias com especialistas que possam auxiliar na concepção e validação do trabalho desenvolvido. Especificamente quando se objetiva atuar no auxílio a crianças com TEA, são diversas as possibilidades de envolvimento. É necessário apoio de profissionais especializado para direcionamento sobre tanto o que é mais relevante, quanto na compreensão das necessidades desse público-alvo. Além disso, esse suporte auxilia também na prospecção e na validação dos artefatos criados.

Neste sentido, buscou-se por profissionais parceiros na cidade de Bagé que atuam com crianças com TEA. Foi estabelecida uma parceria com a Secretaria Municipal de Educação (SMED), que indicou quatro professores que atuam no AEE. Estes profissionais estão aptos a auxiliar em propostas educacionais voltadas a crianças com TEA.

Também participaram do processo terapeutas que atendem crianças com TEA, sendo 2 fonoaudiólogos e 1 psicopedagogo. Posteriormente, foram realizados encontros com estes profissionais através de reuniões periódicas. Nestes encontros, foi possível compreender a dinâmica dos atendimentos, artefatos usados, estruturas disponíveis, possibilidades de intervenção tecnológica como ferramenta de apoio, tópicos de interesse e competências que as crianças têm recorrente dificuldade.

A partir destes encontros, foram elencados os principais pontos que compuseram a base para a primeira fase de experimentação, onde foram criados os primeiros jogos

digitais. Estes pontos são enumerados nas próximas subseções.

5.1.1 Público-Alvo

O presente trabalho é voltado para crianças com TEA, e nesse contexto, há uma significativa dificuldade em se obter um diagnóstico preciso do transtorno ESP 01. O diagnóstico pode ser investigado nos primeiros dois anos de vida e, mesmo sem a confirmação diagnóstica, a intervenção precoce deve ser iniciada.

Este processo visa melhorar a adaptação da criança, com foco na redução de comportamentos considerados inadequados e no aumento de comportamentos mais adaptativos e funcionais para o seu desenvolvimento.

Neste contexto, a escola se torna, muitas vezes, um agente que observa e orienta as famílias a procurar ajuda para desenvolver as capacidades das criança. Neste contexto, o profissional do AEE desempenha um papel importante de orientação às famílias, direcionando para busca de ajuda profissional necessária.

Conforme destacado nos encontros, a observação e possível diagnóstico ocorre, prioritariamente, quando a criança está em idade pré-escolar e nos anos iniciais do ensino fundamental. ESP 05 Da mesma forma, os terapeutas ouvidos destacaram que a maioria dos seus pacientes está na faixa-etária de 2 a 9 anos de idade.

ESP 02 Outro ponto destacado é o grau de severidade do autismo. Os objetivos das soluções e a abordagem nos atendimentos são bastante diferentes dependendo do caso analisado. Em indivíduos com nível de suporte mais baixo, no ambiente escolar, é possível trabalhar as competências, muitas vezes, no próprio ambiente de sala de aula, tendo apenas interações pontuais na sala de recursos.

Em casos em que o nível de suporte é maior, o atendimento ocorre frequentemente de forma individualizada. No ambiente terapêutico, as sessões são, majoritariamente, individualizadas.

ESP 02 Quanto maior o grau de severidade do autismo, maior pode ser a necessidade de customizar soluções para situações específicas que requerem suporte. Por exemplo, uma criança com TEA pode ter dificuldades de concentração, não conseguindo permanecer sentada por cinco minutos. Nesse caso, o profissional precisa primeiro trabalhar essa competência para, em seguida, abordar um conteúdo específico.

A partir dessas definições, foi definido que as soluções digitais desenvolvidas terão como foco crianças com TEA com nível de suporte 1 ou 2, na faixa etária de 2 a 9 anos. Esse escopo foi escolhido considerando que essa faixa etária representa a maioria das crianças atendidas, e que o nível de suporte priorizado permite ampliar as possibilidades de apoio e testes pelos profissionais. No entanto, este trabalho pode ser expandido no futuro para atender às necessidades de crianças que requerem um nível de suporte maior.

5.1.2 Materiais Utilizados

ESP 03 Os atendimentos são realizados, fundamentalmente, com apoio de materiais físicos. São utilizados brinquedos, jogos de tabuleiro e materiais elaborados para o público-alvo. Especificamente com relação aos materiais elaborados para TEA, é possível identificar a prioridade no suporte visual rico para estimular o uso e despertar a atenção das crianças.

Dependendo da competência trabalhada no momento, diversos tipos de materiais são produzidos visando estimular o aprendizado da criança. Na Figura 13, por exemplo, são apresentados materiais produzidos para auxiliar o reconhecimento e formas e pareamento de imagens.

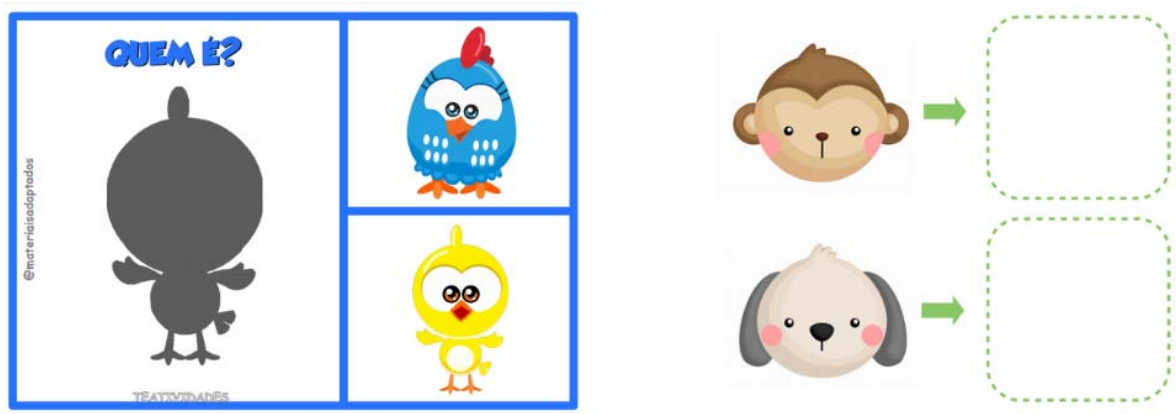


Figura 13 – Materiais concretos produzidos para auxiliar o aprendizado de crianças com TEA.

LIT 10 Um tipo de material constantemente utilizado são aqueles baseados no sistema PECS(Mizael; Aiello, 2013). Estes materiais contam com maior suporte visual, sendo comumente usados para superar barreiras comunicacionais de indivíduos autistas. Este sistema compreende um conjunto de recursos escritos, digitais, falados ou interpessoais com o objetivo de mediar a comunicação de indivíduos com transtornos de comunicação, respeitando a singularidade e a complexidade de cada ser humano no atendimento de suas necessidades específicas (Luz; Branco, 2021).

No que tange o tratamento de indivíduos com TEA, estes materiais de comunicação por troca de figuras auxiliam tanto na compreensão de tarefas, como na apresentação de figuras com sequência de ações necessárias para realizar uma atividade.

A tecnologia pode ser uma ferramenta muito útil, ao adaptar estes materiais para o meio digital, aproveitando as potencialidades dos recursos tecnológicos para facilitar a compreensão das crianças.

Dispositivos como computadores pessoais e celulares dispõem de recursos que podem ampliar as potencialidades dos materiais físicos permitindo a criação de materiais multimídia que extrapolam os recursos do material impresso.

Assim, no presente trabalho, o uso de materiais físicos como base para a criação de jogos digitais será importante para manter a relação entre o que está sendo utili-

zado nos ambientes tradicionais de aprendizagem com as novas soluções propostas.

5.1.3 Tecnologia Assistiva

O uso da TA é incipiente no grupo de profissionais entrevistados. ESP 04 A sala de recursos das escolas visitadas são equipada com um computador que, eventualmente, é usado pelo profissional para realizar atividades pedagógicas utilizando jogos digitais. É comum que os jogos adotados, no entanto, não tenham ênfase em crianças com TEA.

No contexto terapêutico, a ocorrência de tecnologia é relatada em diferentes contextos. Nos atendimentos fonoaudiólogos, especificamente considerando indivíduos não verbais ou com baixa capacidade de verbalização, são utilizadas pranchas de Comunicação Aumentativa e Alternativa (CAA) que, quando adaptadas ao meio tecnológico, essas pranchas são uma importante ferramenta de apoio na comunicação durante as sessões. Frequentemente os profissionais ensinam os paciente como utilizar corretamente esse equipamento..

ESP 04 Os jogos digitais têm sido reconhecidos como ferramentas eficazes para fortalecer o vínculo entre pacientes e profissionais, como terapeutas ou professores. Esse vínculo é essencial para a qualidade do trabalho, e os jogos são frequentemente utilizados como um recurso estratégico para engajar a criança nas sessões. Muitas vezes, os profissionais recorrem a jogos que, inicialmente, não têm relação direta com as competências a serem desenvolvidas, mas que promovem a interação, facilitam a comunicação e incentivam a participação ativa da criança.

É comum que, nos primeiros atendimentos, a escolha dos jogos seja orientada pelos interesses da própria criança, o que contribui para criar um ambiente mais acolhedor e estimulante. Essa abordagem, ao priorizar o engajamento, permite ao profissional estabelecer uma base sólida para introduzir gradualmente atividades direcionadas ao desenvolvimento de habilidades específicas.

Um aspecto importante do uso de TA por crianças com TEA é a possibilidade de a tecnologia atuar como uma ferramenta que facilita diferentes formas de interação. Considerando que o TEA está frequentemente associado a comorbidades, como TDAH, ansiedade, Transtorno Obsessivo-Compulsivo (TOC), problemas de motricidade e dificuldades de verbalização, a tecnologia pode auxiliar às crianças a realizarem determinadas atividades com maior qualidade.

No entanto, é fundamental destacar que o uso excessivo de recursos tecnológicos pode ser prejudicial. Desta forma, é essencial limitar o tempo de exposição às telas, tanto de computadores quanto de celulares, especialmente para crianças com TEA (Orientação, 2019; Nobre; Santos; Santos; Guedes; Pereira; Costa; Morais, 2021).

Durante os encontros com os profissionais, foi relatado que o uso de dispositivos

tecnológicos deve ser controlado, pois muitos aplicativos são projetados para proporcionar respostas rápidas aos estímulos do usuário, o que pode resultar em irritação e impaciência. Houve relatos de terapeutas que conseguem identificar que o paciente passou longos períodos no celular apenas observando seu comportamento durante a sessão. Assim, é importante considerar que as soluções digitais devem ser vistas como um complemento ao trabalho realizado nas sessões terapêuticas e nas atividades escolares, servindo como uma ferramenta de apoio para que as crianças possam praticar atividades que promovam seu desenvolvimento. No entanto, essas ferramentas não devem substituir o atendimento profissional.

5.1.4 Infraestrutura

ESP 06 No ambiente escolar foram encontrados diferentes dispositivos eletrônicos. Todos os encontros foram realizados em escolas públicas, tendo em sua maioria computadores *desktop*, com Sistema Operacional Windows e mais de 10 anos de uso. Na rede estadual, muitas escolas têm laboratórios equipados com *chromebooks* e, na sala de recurso, foi identificada ocorrência de *smartphone* com Sistema operacional Android e computador com menos de 5 anos de uso.

Os terapeutas relataram que uma relevante parte dos aplicativos especializados é destinada a um equipamento/sistema operacional específico. ESP 06 Especificamente na área de fonoaudiologia, muitos dos aplicativos são desenvolvidos especificamente para iOS o que muitas vezes inviabiliza o acesso devido seu alto custo.

Uma constatação nessa fase de entrevistas é a heterogeneidade dos dispositivos presentes nos locais visitados e a necessidade de criar soluções que possam ser usadas por um conjunto abrangente de profissionais.

5.1.5 Tópicos de Interesse

A seleção dos conteúdos abordados foi realizada com base nas observações sobre os temas considerados mais relevantes pelos profissionais. No contexto educacional, considerando que a maioria das crianças atendidas está na faixa etária da pré-escola e dos primeiros anos do ensino fundamental, foram sugeridos conteúdos voltados à alfabetização, princípios básicos de matemática e atividades que promovam a coordenação motora, além do reconhecimento de objetos e cores.

Na área terapêutica, o principal foco recaiu sobre o ensino de tarefas relacionadas à rotina diária das crianças, tais como ensinar a lavar as mãos, usar corretamente o banheiro, arrumar a cama, entre outras. A prática da pronúncia de palavras também foi destacada como um aspecto de grande interesse.

ESP 04 A utilização de jogos como ferramenta para estimular o aprendizado foi igualmente enfatizada, com a introdução de jogos de tabuleiro e jogos digitais básicos, que são usados para incentivar o aprendizado das crianças. Atualmente, as

crianças estão imersas em um ambiente tecnológico, entrando em contato com dispositivos eletrônicos desde a primeira infância, geralmente por meio de vídeos e jogos digitais (Araújo; Madeira, 2020). Esse cenário converge com a opinião dos profissionais entrevistados, que destacaram a prática de conteúdos através de jogos como uma forma lúdica e envolvente de despertar o interesse das crianças.

5.2 Metodologia

Nesta seção é apresentada a metodologia utilizada na criação dos jogos digitais. A metodologia baseou-se nas três fases apresentadas no modelo Design Participativo (DP) (Flores; Crestani; Bauer; Mombach; Montanha, 2017; Pontual falcão; Silva oliveira; Peres; Morais et al., 2017).

No modelo, a Fase 1 (**Exploração inicial do trabalho**), é concebida a partir dos encontros iniciais com especialistas, onde são definidos os princípios de desenvolvimento de cada aplicativo. Já na Fase 2 (**Processo de descoberta**), são utilizadas técnicas com o propósito de compreender o problema e determinar a priorização das tarefas, tais como a observação de como é feito o atendimento pelos profissionais e quais dos materiais concretos são comumente utilizados.

Na Fase 3 (**Prototipação)**, ocorre a implementação do software proposto, com ciclos de desenvolvimento que envolvem a validação com especialistas e a criação de diversas versões até atingir o produto final. A metodologia proposta para o desenvolvimento dos aplicativos utiliza estas fases como base, mas acrescenta novas variáveis no processo.

O objetivo dos ciclos de experimentação é construir soluções digitais voltadas a crianças com TEA e, a partir das lições aprendidas neste processo, propor Aspectos Norteadores (AN) para auxiliar o desenvolvedor de software na criação de produtos adequados ao público-alvo.

Estes aspectos irão referenciar uma série de pontos que foram constatados ao longo do desenvolvimento do trabalho, resultando em uma lista de recomendações que o programador pode considerar quando da construção de soluções digitais inclusivas.

Para a realização destes ciclos são seguidas as etapas apresentadas na Figura 14. As implementações tem como ponto de partida as Lições Aprendidas, que incluem tanto os dados registrados durante a execução do MSL quanto as informações coletadas durante os encontros com especialistas.

Após cada ciclo de experimentação, as soluções são validadas em seus diferentes estágios, estas lições são incrementadas com o *feedback* de cada experimento. Cada etapa do ciclo é apresenta nos parágrafos seguintes a figura.

1. **Requisitos**: antes de iniciar o desenvolvimento o programador recebe uma lista

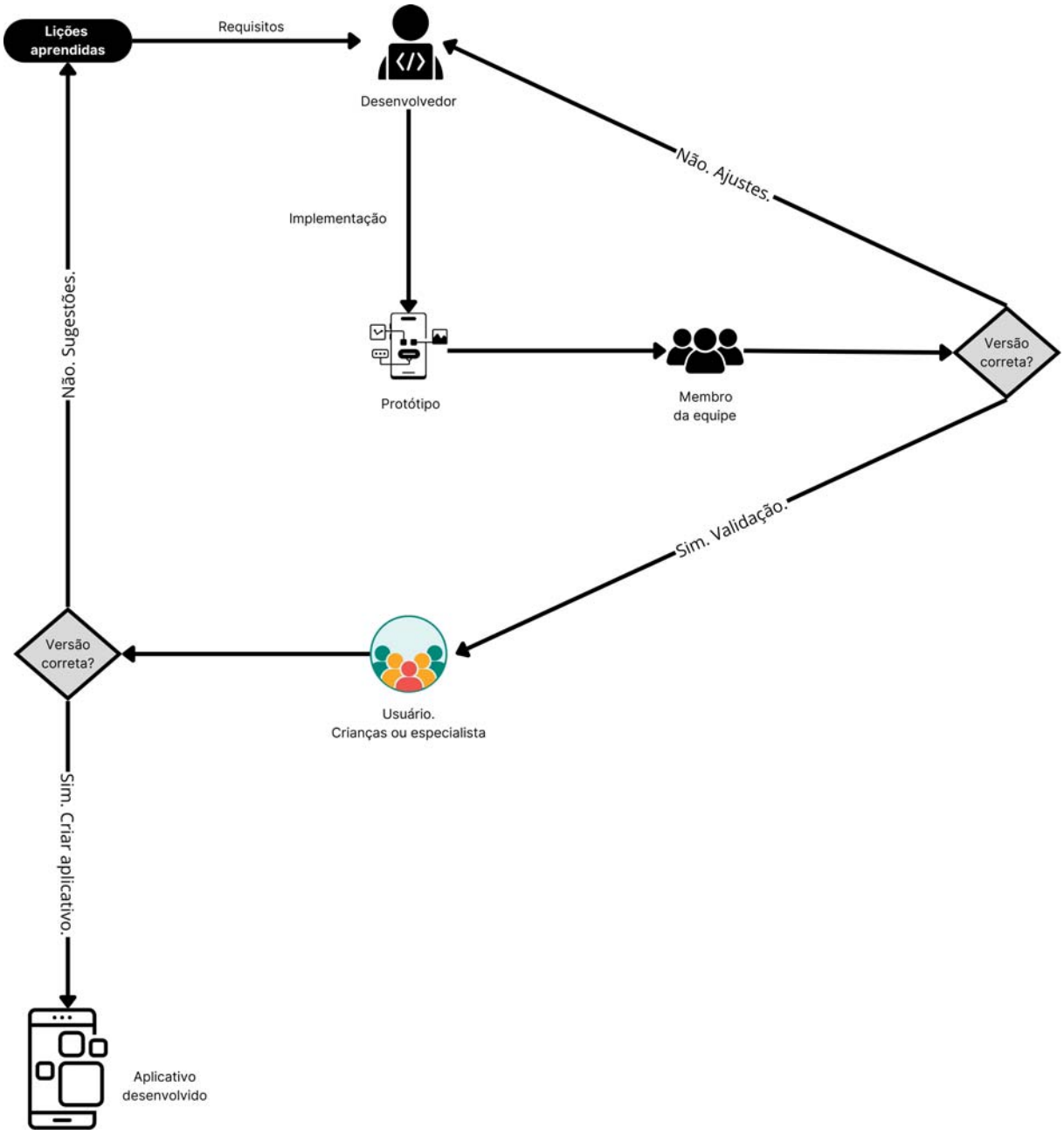


Figura 14 – Metodologia de desenvolvimento dos aplicativos

de requisitos que este deve seguir para a concepção do aplicativo. Estes requisitos englobam as características do aplicativo específico e os requisitos inerentes ao público-alvo do aplicativo.

2. **Implementação**: nesta etapa é criada uma versão funcional do aplicativo. O desenvolvedor disponibiliza uma versão para teste que é validada por outros membros da equipe de desenvolvimento. Se for necessário ajustes o desenvolvedor volta a realizar as implementações necessárias e apresenta novamente o protótipo para testes. Se for considerado que a versão está correta a próxima etapa do processo é realizada.

3. **Versão Correta?**: Nesta etapa o protótipo é apresentado ao usuário, podendo ser especialistas, crianças ou equipe de teste do projeto. Desse processo de validação podem ser elencadas observações que incrementam as lições aprendidas no processo e, quando da validação sem ressalvas, é criada uma versão de produção do aplicativo.

Estes passos metodológicos são seguidos durante os três ciclos de experimentação que serão apresentados nos capítulos 6, 7 e 8, sendo utilizadas diferentes estratégias de validação dependendo da ênfase desejada no ciclo e do público-alvo que avaliou o protótipo.

5.3 Discussão

O processo de desenvolvimento definido neste capítulo apresentou as estratégias adotadas no processo de desenvolvimento das soluções digitais criadas neste trabalho. Destaca-se a importância de uma abordagem colaborativa e iterativa, envolvendo profissionais especializados no atendimento de crianças com TEA na concepção dos experimentos desenvolvidos.

A parceria com esses especialistas é essencial para compreender as necessidades específicas do público-alvo e para validar as soluções propostas. A escolha da faixa etária e do nível de suporte como foco inicial do desenvolvimento das soluções digitais também foi resultado de uma análise cuidadosa. Ao priorizar crianças com TEA entre 2 a 9 anos de idade, com nível de suporte 1 ou 2, o trabalho não só atende à maior parte do público-alvo, como também permite maior flexibilidade e aplicabilidade nas intervenções realizadas pelos profissionais. Além disso, a integração de TA oferece ferramentas que facilitam a aprendizagem, respeitando as limitações e valorizando as potencialidades das crianças com TEA, de modo a auxiliar os profissionais no desenvolvimento das competências necessárias.

Os ciclos de experimentação adotam estes procedimentos metodológicos com o objetivo de adaptar as soluções continuamente às reais necessidades do público-alvo.

Ao final de cada ciclo, as lições aprendidas são documentadas, servindo de base para as próximas fases de experimentação e aprimoramento das soluções, tornando-as progressivamente mais adequadas aos objetivos.

Com relação às evidências encontradas nesse capítulo destaca-se as seguintes:

OE1:

- LIT 10 Sistemas de comunicação usando figuras são frequentemente utilizados para auxiliar indivíduos com TEA.
- ESP 01 O diagnóstico do autismo é complexo, podendo envolver um período de avaliação que pode demorar anos para ser fechado.
- ESP 02 O grau de severidade do autismo e as particularidades do indivíduo atendido influencia na elaboração das atividades propostas, na forma de atendimento e, consequentemente, nas soluções digitais desenvolvidas.

OE2:

- ESP 03 O apoio de materiais físicos no desenvolvimento das atividades em terapias e atendimentos especializados auxilia na compreensão das competências por parte dos indivíduos atendidos.

OE3:

- ESP 04 Uso de jogos é uma técnica constantemente usada nos atendimentos.
- ESP 05 A maioria dos atendimentos realizados com indivíduos com TEA tem como pacientes crianças em idade entre 2 e 9 anos.
- ESP 06 Aplicativos digitais desenvolvidos devem ser concebidos para diferentes dispositivos.

6 PRIMEIRA FASE DE EXPERIMENTAÇÃO

Esta primeira fase de experimentação consistiu na proposta e desenvolvimento de aplicativos com enfoque educacional ou terapêutico, abordando temas e tecnologias que estimulassem o público-alvo a utilizar as soluções desenvolvidas. Os aplicativos foram concebidos com base nos conceitos aplicados em trabalhos previamente analisados, além de alinhados aos resultados das entrevistas apresentados na Seção 5.1.

Nesta etapa, foram explorados diferentes recursos tecnológicos, técnicas de gamificação e tópicos de interesse dos especialistas. Os desenvolvedores de software receberam os requisitos iniciais e, a partir daí, foram criados quatro jogos digitais. A concepção dos aplicativos nesta fase de experimentação visou explorar as diferentes tecnologias referenciadas nos trabalhos analisados, respeitar a faixa etária definida nas entrevistas e, sempre que possível, aplicando conceitos de gamificação para tornar os aplicativos mais atrativos.

A seguir, são apresentados os aplicativos desenvolvidos, o processo de validação de cada um deles e as lições aprendidas durante o processo.

6.1 ArrasTE-A

ArrasTE-A é um jogo digital desenvolvido com o objetivo de servir como uma ferramenta complementar para atendimentos na sala de recursos e sessões de terapia ocupacional. EXP 01 O jogo foi inspirado nos materiais concretos utilizados nesses atendimentos, visando expandir seu uso para o ambiente digital. A proposta é criar uma experiência que motive os alunos a praticar as competências abordadas, reforçando de forma lúdica o que é trabalhado de maneira concreta durante os atendimentos, tornando-se assim uma ferramenta eficaz para a fixação das habilidades adquiridas.

6.1.1 Características

- **Público-alvo**: crianças em idade pré-escolar.
- **Competências trabalhadas**: identificar e parear formas geométricas, identificar

e utilizar cores, separar objetos de acordo com seu tamanho, praticar a motricidade fina e reconhecer animais e os sons que eles emitem.

- **Interação**: Jogo no estilo *Drag and Drop* (Arrastar e Soltar), utilizando como entrada de dados o mouse ou *touch* do celular. A saída é gráfica com apoio de comandos de voz.
- **Tecnologias utilizadas**: JavaScript, HTML5 e plataforma *Text to Speach* Evenlabs[1].
- **Versões**: Web, rodando prioritariamente em computador de mesa ou notebook.

6.1.2 Funcionalidades

O jogo é composto por quatro fases: *Formas*; *Cores*; *Frutas*; e *Fazenda*, cada qual trabalhando diferentes competências e com nível crescente de dificuldade. A Figura 15 destaca algumas telas do ArrasTE-A.

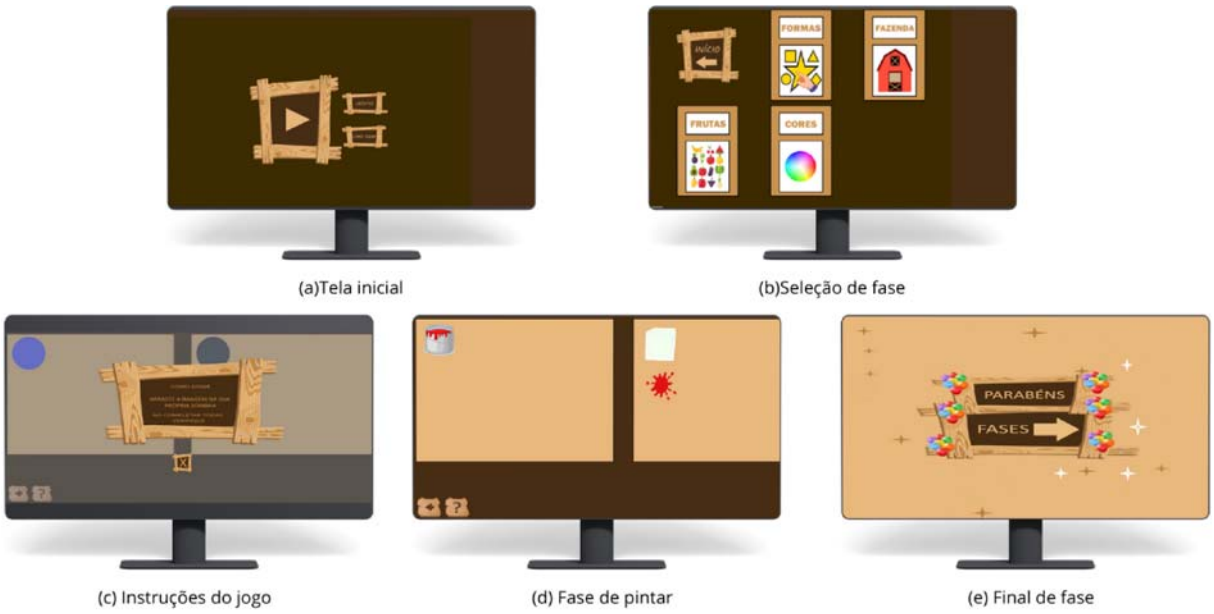


Figura 15 – Telas do jogo digital desenvolvido

Neste protótipo são implementadas uma série de atividades para cada fase proposta. EXP 08 Uso de tutoriais para auxiliar o entendimento do usuário. Antes de cada fase é apresentado um vídeo explicando o que deve ser feito e, em cada interação realizada, são apresentados estímulos sonoros ao usuário. EXP 06 Quando um elemento em cena é selecionado, é reproduzida uma voz com o nome do elemento selecionado e, quando pareado corretamente, é emitido o som de incentivo "Muito bem" ao usuário.

[1]Plataforma de geração de voz a partir de texto utilizando Inteligencia Artifical disponível em: *https://elevenlabs.io/*

EXP 02 Um recurso implementado neste aplicativo é simular "o pegar" dos objetos por meio de imagens que substituem o cursor. Quando o usuário está usando o mouse, a imagem de uma mão aparece no lugar do cursor e, no momento em que o usuário clica em algum elemento, esta imagem é substituída por outra que representa a ação de pegar do objeto.

6.1.3 Validação

A validação do protótipo ocorreu com uma professora do AEE da escola Municipal Frederico Petrucci, na cidade de Bagé. A validação aconteceu em 3 encontros realizados na sala de recursos da escola, onde foi apresentado o aplicativo desenvolvido e feito o registro das observações realizadas pela profissional. Este processo trouxe diversas contribuições para a tese. Como foi o primeiro aplicativo voltado a crianças de idade pré-escolar com ênfase no TEA, uma série de alterações foram sugeridas, implementadas e consideradas em trabalhos posteriores.

EXP 04 Dentre estas contribuições pode-se destacar a retirada de animações quando da realização da tarefa. Na primeira versão do protótipo, diversos balões coloridos subiam ao fundo do jogo na conclusão de uma atividade. EXP 05 a remoção de imagens que possam distrair os usuários, mantendo cores mais neutras e foco na atividade a ser realizada. EXP 06 Outro ponto identificado foi a importância que estímulos sonoros (por voz) possuem para orientar e estimular o usuário durante o jogo. Destacou-se ainda o uso do cursor para simular o ato de pegar os elementos, traduzindo para o ambiente digital a ação que o usuário realiza no mundo físico. EXP 07 Alguns problemas como o contraste de cores e a disposição dos ícones foram relatados, e corrigidos em versões mais recentes do aplicativo.

6.2 OrbitAndo

OrbitAndo é uma plataforma que reúne um conjunto de aplicativos digitais projetados para crianças com TEA, que utiliza integra diferentes técnicas e tecnologias, como gamificação, Realidade Aumentada e recursos visuais interativos, para atingir seus objetivos. EXP 03 A motivação desta aplicação foi explorar diferentes possibilidades de interação, avaliar a eficácia desses recursos junto ao público-alvo, buscando identificar quais contribuições podem ser relevantes para os objetivos pedagógicos e terapêuticos propostos.

Para aplicar os conceitos desejados foi adotado o tema central deste trabalho conteúdos relacionados à Astronomia. Essa escolha foi motivada pelo caráter multidisciplinar da Astronomia, por abordar temas lúdicos que frequentemente despertam o interesse de crianças com TEA . Além disso, essa é uma área do conhecimento particularmente adequada para a aplicação de recursos tecnológicos. (Sit, 2022; Moreira;

Santos ornellas; Souza; Souza; Angelo, 2021).

A seguir são apresentadas as características do jogo digital "Uma Volta pelo Sistema Solar" e do aplicativo "Orbit A.R" que fazem parte da plataforma.

6.2.1 Características

- **Público-alvo**: crianças dos anos iniciais do ensino fundamental.
- **Competências trabalhadas**:Compreensão do Sistema Solar.
- **Interação do jogo "Uma Volta pelo Sistema Solar"**: Entrada de dados via mouse ou toque na tela (em dispositivos móveis) e saída gráfica
- **Interação do aplicativo "Orbit A.R."**: Entrada de dados por meio do touch e da câmera do celular, com saída gráfica apoiada por comandos de voz.
- **Tecnologias utilizadas**: *Engine Unity* e Artec 3D.
- **Versões**: Web, Windows, Android e Mac ("Uma Volta pelo Sistema Solar") e Android ("Orbit A.R.").

6.2.2 Funcionalidades

A proposta dos aplicativos desenvolvidos foi explorar recursos estudados e aplicá-los em aplicativos digitais. Conforme destacado anteriormente o aplicativo "Uma Volta pelo Sistema Solar" é um jogo digital no estilo "jogo de nave" que convida o usuário a conhecer mais sobre os planetas do Sistema Solar. A proposta é que o usuário "viaje" em um foguete, partindo do Sol, parando em cada um dos planetas que compõem o sistema até chegar em Netuno.

Durante o percurso, o usuário deve desviar de obstáculos que podem danificar o foguete e coletar itens necessários para a conclusão da fase corrente (Marcelo s. siedler rafael c. cardoso, 2022). A Figura 16 apresenta imagens do jogo "Uma Volta pelo Sistema Solar".

Figura 16 – Telas do jogo "Uma Volta pelo Sistema Solar".

Por sua vez, o "Orbit A.R."consiste em um aplicativo que permite a visualização de elementos do espaço por meio da utilização de Realidade Aumentada. A aplicação

emprega a técnica de projeção baseada em marcadores, possibilitando que o usuário aponte a câmera do celular para a carta e tenha a visualização do conteúdo desejado (Siedler; Cardoso; Tavares; Souza, 2022). Na Figura 17 é possível visualizar a projeção do planeta Terra, por meio da utilização da solução desenvolvida.

Figura 17 – Utilização do aplicativo "Orbit A.R.".

Ambos os aplicativos abordam conteúdos relacionados aos planetas do Sistema Solar, apresentando suas características e curiosidades. Eles buscam auxiliar o aluno a compreender competências importantes deste conteúdo, tais como a ordem de disposição dos demais planetas em relação ao sol, sua distância da Terra, além da proporção e particularidades de cada planeta.

EXP 03 O desenvolvimento destes aplicativos permitiu explorar diferentes mecânicas e recursos tecnológicos. O uso de Realidade Aumentada, por exemplo, permite uma série de possibilidades de interação e seus recursos visuais tendem a chamar a atenção do usuário.Já o jogo desenvolvido incorpora elementos de gamificação para atrair e direcionar sua atenção dos seus usuários aos conteúdos desejados.

6.3 Validação

Os aplicativos foram validados em 4 turmas do quinto ano do ensino fundamental da escola Dinarte Ribeiro, na cidade de Caçapava do Sul. O processo de validação ocorreu no ano de 2022, com alguns cuidados referentes à COVID-19, como uso de máscara e álcool gel para limpeza constante dos equipamentos eletrônicos. No total, 91 alunos utilizaram as soluções desenvolvidas, sendo um destes diagnosticado com TEA. Durante a atividade, foram utilizados os computadores da escola e *smartphones* levados pela equipe do projeto. Na Figura 18 são apresentados registros da prática realizada.

Como destacado anteriormente, dos 91 alunos, apenas um apresenta diagnóstico de TEA, sendo que vale ressaltar que ele foi um dos alunos que demonstrou maior interesse em usar os aplicativos, fazendo perguntas e sugerindo novas funcionalidades. O processo detalhado de validação é apresentado em Siedler; Cardoso; Tavares;

(a) Uma Volta pelo Sistema Solar

(b) Orbit A.R.

Figura 18 – Utilização dos jogos digitais por alunos.

Souza (2022) e Marcelo s. siedler rafael c. cardoso (2022). Ambas as sessões de avaliações contribuíram com lições aprendidas, de forma que foi possível perceber que o uso dos jogos foi bastante positivo.

Essa afirmação se baseia no fato da percepção que as ferramentas digitais promoverem um aprendizado diferente da sala de aula convencional. Durante as sessões foi constatado um elevado grau de animação e interesse dos alunos com as duas ferramentas.

Como contribuição para a construção da tese foram identificadas algumas considerações relevantes. EXP 09 Os alunos apresentaram dificuldade de se adaptar à mecânica do jogo, especialmente quando da utilização do computador de mesa. EXP 12 O uso de Realidade Aumentada, embora chame bastante atenção, pode restringir o alcance dos aplicativos pois seu uso fica restrito a equipamentos compatíveis com essa tecnologia. Esse fator dificulta a adoção de soluções dessa natureza em escolas com recursos tecnológicos limitados ou usuários com dispositivos mais antigos.

EXP 10 O processo de desenvolvimento e validação desses aplicativos trouxe reflexões quanto à forma como a gamificação pode ser empregada para englobar o maior número possível de alunos.

Tecnologias emergentes são interessantes quando da proposição de soluções para crianças com TEA, mas é preciso considerar que o acesso a esses recursos pode ser financeiramente restritivo e o seu uso deve ser avaliado conforme a finalidade do software desenvolvido.

6.4 FonoStar

O jogo FonoStar é uma proposta desenvolvida para explorar conceitos de gamificação para a linguagem verbal, visual, sonora e digital e a resolução de problemas (Pinto; Siedler; Ritta; Cardoso, 2022). Mais especificamente, a solução aborda a alfabetização, enquanto auxilia na prática de pronúncia de palavras.

Sua demanda surgiu de conversas realizadas junto a fonoaudiólogas que elencaram a necessidade por aplicativos lúdicos que auxiliem a terapia da fala, comorbidade associada ao TEA cujo tratamento envolve a repetição de fonemas e palavras (Siedler; Cardoso; Pinto; Tavares; Primo, 2023a). Nesta etapa de experimentação foi criado um jogo digital com ênfase na repetição de palavras. Como esta é uma atividade que pode ser bastante cansativa para os pacientes, a ideia é inserir essa repetição em um contexto divertido e desafiador, com interface e mecânica adequada ao público-alvo.

6.4.1 Características

- **Público-alvo**: crianças que apresentam dificuldade de fala e/ou que estejam em processo de alfabetização.
- **Competências trabalhadas**: Alfabetização e prática de pronúncia de palavras.
- **Interação**: entrada de dados por meio do mouse ou *touch* do celular, e saída gráfica com apoio de comandos de voz.
- **Tecnologias utilizadas**: *Engine* Unity e Evenlabs.
- **Versões**: Android.

6.4.2 Funcionalidades

EXP 03 A base do jogo é realizar a prática de fonemas e palavras, sendo um jogo do gênero *Space Shooter* (ou jogo de navinha), com mecânica semelhante ao jogo "Uma Volta pelo Sistema Solar"apresentado anteriormente. Nesta proposta, no entanto, o jogador deve eliminar naves inimigas enquanto desvia de projéteis lançados por essas naves em múltiplos níveis de dificuldade (Siedler; Cardoso; Pinto; Tavares; Primo, 2023b).

A dinâmica do jogo consiste em comandar uma nave armada com três opções de canhão: azul, verde e vermelho. A pronúncia das palavras, inicialmente, permitiria ao usuário disparar os canhões. O problema dessa abordagem foi que o tempo entre a fala, a conversão para texto e a comparação com a palavra desejada, prejudicava a fluidez do jogo, uma vez que o canhão não era disparado nos momentos adequados.

A alternativa foi inserir pronúncias como pré-requisito para permitir que o usuário jogasse determinadas fases. Assim, antes de começar uma fase, o usuário é desafiado a pronunciar uma palavra. Caso ele pronuncie a palavra corretamente, o jogador

pode prosseguir para jogar. Ao completar a fase com sucesso, o jogador ganha as letras da palavra pronunciada no início. Estas letras são então adicionadas a um inventário que, posteriormente, pode ser trocado por recompensas como emblemas, vidas e tiros mais poderosos. A Figura 19 apresenta a sequência de telas para jogar uma fase do FonoStar.

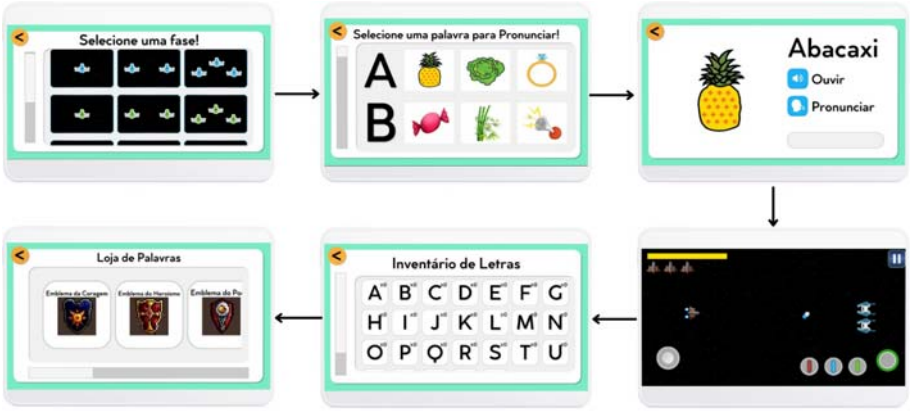


Figura 19 – Telas do jogo FonoStar.

O jogo possui doze estágios com diferentes níveis de dificuldade. Em algumas destas fases ocorre a apresentação de novas mecânicas por meio de um sistema de diálogo textual, realizada por um avatar. O objetivo é estimular a leitura, pois é através desse texto que vai ser possível compreender os novos desafios que surgirão na próxima fase.

6.5 Validação

A validação foi realizada com profissionais da educação básica e uma fonoaudióloga. Esses profissionais fizeram observações sobre a usabilidade, funcionalidades e adequação do jogo para auxiliar no desenvolvimento das competências propostas.

Para tanto, foram realizadas duas técnicas de validação. A aplicação de uma versão adaptada do instrumento de avaliação de usabilidade VisAWI e uma análise qualitativa realizada a a partir das observações realizadas durante a validação.

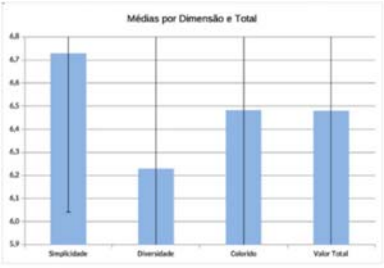
A aplicação do VisAWI se deu a partir do preenchimento de um questionário (Apêndice B) pelos participantes. Dos resultados obtidos é possível mensurar a relevância da ferramenta validade em diferentes aspectos de estética-usabilidade a partir da análise quantitativa dos resultados obtidos e posicionamento em cada dimensão avaliada(Simplicidade, Diversidade e Colorido).

O valor considerado positivo pelo instrumento utilizado é de 4,5. A avaliação de resultou nos valores apresentados na Figura 20, sendo que o aplicativo ficou acima desse valor em todas as dimensões avaliadas.

No contexto da tese, foi relevante observar alguns relatos realizados pelos participantes quando da utilização do jogo, dentre os quais destacam-se os seguintes:

Avaliação Individual					
Dimensão	Mediana	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Simplicidade	7,0	6,7	0,7	4,4	7,0
Diversidade	6,8	6,2	1,1	4,0	7,0
Colorido	7,0	6,5	1,0	4,3	7,0
Valor Total	6,9	6,5	0,8	4,4	7,0

(a) Avaliação individual



(b) Gráfico comparativo de médias

Figura 20 – Resultados da Avaliação de Usabilidade do Fono Star

> EXP 02 "*Olha que legal como cada letra tem as imagens ao lado*", "*A criança consegue associar a letra à palavra*", EXP 09 "*Quer dizer que se o aluno não conseguir pronunciar determinada palavra ele não consegue jogar*", EXP 09 "*O ideal seria ter uma tolerância na pronúncia para que a criança consiga seguir praticando*", EXP 10 "*Como conquisto os emblemas?", "O que tem que fazer?*", "*Como venço o jogo?*", "*Acredito que este poderia ser pensado de uma maneira diferente, não achei que combinou o jogo de nave com o objetivo do jogo*"

Do processo de validação é possível inferir que, mesmo com os resultados da avaliação de usabilidade sendo positivos, uma série de pontos elencados pelos profissionais colaboraram para o entendimento do processo de desenvolvimento dos jogos digitais inclusivos. EXP 07 Um ponto importante é a organização das cenas e disposição clara de informações para cada ação que deve ser realizada pelo usuário.

No FonoStar, por vezes, os usuários se confundiram na missão que deveria ser cumprida, qual objetivo final do jogo, entre outros pontos. EXP 08 Fica evidente a necessidade de ter instruções mais claras antes do usuário realizar a atividade.

EXP 11 Por fim, a mecânica usada, buscando entreter o usuário com desafios similares a jogos tradicionais, pode ser um problema para casos onde a jogabilidade acaba se sobrepondo à competência que se deseja trabalhar. Neste caso específico, o tiro da nave, a movimentação e a atividade terapêutica proposta (praticar a pronúncia de palavras) foram separadas da experiência do jogo, justamente pela dificuldade de integração existente. No artigo apresentado em Siedler; Cardoso; Pinto; Tavares; Primo (2023a) são detalhadas especificamente as dificuldades de relacionar o entretenimento e as competências trabalhadas no aplicativo FonoStar.

6.6 Discussão

Neste primeiro ciclo de experimentação foi possível abordar diferentes tecnologias, formas de interação, mecânicas e interfaces e finalidades. Quanto ao uso de recursos tecnológicos foi possível utilizar Realidade Aumentada, aplicativos digitais para

desktop e celulares e recursos de entrada e saída de áudio. Além disso, diversas mecânicas foram exploradas, desde jogos tradicionais do estilo "navinha", arrastar e soltar elementos na tela e uso de cartas para interação. Da mesma, diferentes propostas de interface foram propostas, destacando-se o uso da realidade aumentada para exibir animações, telas com avatar explicando a funcionalidade dos jogos e uso de diferentes combinações de cores e iconografia para representar as informações para o usuário.

Neste sentido, as validações realizadas permitiram, ao final do processo, avaliar o que foi efetivo e o que precisa ser aprimorado quanto à concepção de jogos digitais eficazes para crianças com TEA. Este ciclo de avaliações permitiu inferir as seguintes evidências::

OE3:

- EXP 01 Uso de material concreto associado ao conteúdo digital.
- EXP 02 Utilização de suporte visual na elaboração dos jogos digitais.
- EXP 03 Explorar diferentes mecânicas e formas de interação.
- EXP 04 Evitar o uso de animações nas cenas do jogo.
- EXP 05 Cuidado com o uso das cores.
- EXP 06 Uso de conteúdo multimídia como sons para auxiliar o usuário com orientações e auxílio na tomada de decisão.
- EXP 07 Cuidado com a iconografia, usar ícones que sejam claros quanto ao significado do que se deseja representar e corretamente dispostos na tela.
- EXP 08 Uso de tutoriais para auxiliar o entendimento do usuário.
- EXP 09 Dificuldades na utilização das funcionalidades propostas devido a jogabilidade.
- EXP 10 Importância da gamificação nos aplicativos desenvolvidos.
- EXP 11 Problemas na execução da mecânica proposta.
- EXP 12 Relevância de criar aplicativos compatíveis com diferentes dispositivos.

7 SEGUNDA FASE DE EXPERIMENTAÇÃO

O segundo ciclo de experimentos considerou as lições aprendidas anteriormente, aplicando as recomendações levantadas no desenvolvimento das soluções digitais. Essas recomendações foram direcionadas para facilitar o uso dos softwares por crianças com TEA. Neste sentido, a base para o desenvolvimento dos jogos digitais, nesta etapa, contempla problemas relacionados à interface, mecânica e uso da tecnologia, além de observações positivas elencadas durante o ciclo anterior para propor soluções inclusivas que sigam dois pilares importantes em sua concepção.

EXP 13 O primeiro é seguir os preceitos do DUA (Ainscow; Booth; Dyson, 2006), com os jogos digitais sendo utilizados por todos os alunos da turma, estimulando a integração da criança com TEA com seus pares. EXP 01 O segundo consiste na utilização de material concreto associado. Os jogos digitais desenvolvidos são criados com o objetivo de se tornarem ferramentas de apoio aos profissionais e, neste sentido, é relevante que exista um material físico que possa ser usado como alternativa às atividades propostas no jogo. Isso possibilita que as competências abordadas possam ser praticadas também sem o uso do recurso tecnológico. Além destes pilares, os desenvolvedores, no início deste ciclo, foram orientados a seguir as seguintes recomendações:

- Ser multiplataforma: os aplicativos devem funcionar em diferentes dispositivos, incluindo computadores de mesa, *Chromebooks* e *smartphones*;
- Criar botões sem texto e com iconografia clara: a interação e navegação entre as seções devem, sempre que possível, ser realizadas por meio de ícones reconhecidos no ambiente digital;
- Utilizar sons para orientar e estimular: quando o usuário interagir com os elementos do aplicativo deve-se buscar, dentro das possibilidades, fornecer orientação sonora para auxiliá-lo. Isso deve ser feito, por exemplo, inserindo sons orientadores em situações de acerto ou erro, nomeando elementos clicados, ou reforçando por meio de estímulo sonoro quando algum objetivo é atingido;

- Apresentar as informações de forma clara: evitar distrações ao utilizar cenários e elementos secundários à proposta da aplicação. Ou seja, manter na tela o que realmente é essencial para cumprir a atividade planejada; e
- Criar tutorial visual para instruir a tarefa proposta: antes de cada atividade que introduza um novo desafio, é recomendável apresentar um tutorial explicativo sobre o que deve ser feito. Sugere-se que seja implementada uma demonstração visual do que o usuário deve fazer para cumprir a atividade.

Todos os aplicativos propostos nesta etapa do trabalho foram desenvolvidos seguindo a seguinte especificação:

- **Público-alvo**: crianças em idade pré-escolar.
- **Competências trabalhadas**: Os aplicativos digitais neste ciclo de experimentos exploram diversos objetivos ligados ao desenvolvimento de crianças, enfatizando metas listadas na Base Nacional Comum Curricular para Educação Infantil (BNCCEI[1]) para crianças de 4 a 5 anos e 11 meses de idade. Estão entre estas metas: estabelecer relações de comparação entre objetos, observando suas propriedades; classificar objetos e figuras de acordo com suas semelhanças e diferenças; e observar/descrever mudanças em diferentes materiais resultantes de ações sobre eles, em experimentos envolvendo fenômenos naturais e artificiais (Barbosa; Silva, 2010).
- **Interação**: Jogo estilo *Drag and Drop*, utilizando como entrada de dados o mouse ou *touch* do celular. A saída é gráfica com apoio de comandos de voz.
- **Tecnologias utilizadas**: *Engine* Unity e ferramenta Evenlabs.
- **Versões**: Web, Android e Windows.

A seguir são apresentados os jogos digitais desenvolvidos neste ciclo de experimentação.

7.1 ArrasTE-A 2.0

Este jogo digital é uma versão aprimorada do jogo ArrasTE-A apresentado na seção 6.1. Nesta versão, foram implementadas as recomendações propostas e construído um material concreto associado ao jogo. A mecânica do jogo segue a mesma, com a interação realizada por meio do *mouse* ou *touch* do celular, utilizando a mecânica *Drag and Drop* nas interações. EXP 12 Seguindo a recomendação de ser

[1]Disponível em http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/infantil/os-objetivos-de-aprendizagem-e-desenvolvimento-para-a-educacao-infantil

multiplataforma, o aplicativo foi reprogramado utilizando a Unity, oferecendo versões para Windows, Android e Web e com implementação de técnicas de responsividade para permitir uma correta visualização em diferentes resoluções. A Figura 21 destaca algumas telas da nova versão do jogo digital.

Figura 21 – Telas do aplicativo *ArrasTE-A 2.0*.

O material físico correspondente ao jogo foi criado a partir das formas e imagens utilizadas no aplicativo. As formas, cores e frutas são impressas, bem como suas sombras e áreas a serem coloridas. A proposta é que, semelhante ao aplicativo, a criança coloque as formas e cores no local adequado. No meio físico, ele deve sobrepor as imagens para concluir a tarefa. A Figura 22 destaca parte do material físico utilizado para simular a pintura de uma área.

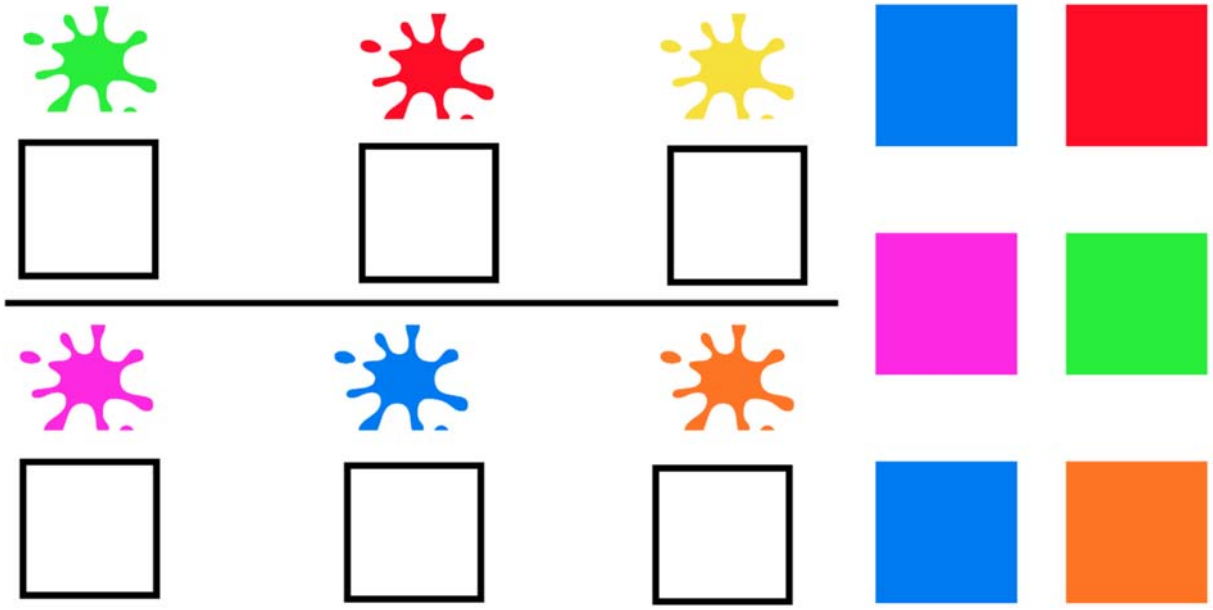


Figura 22 – Material físico produzido para identificar as cores.

Inicialmente a proposta era que o aluno efetivamente colorisse o material através do uso de pincel ou canetinha. Mas, depois de apresentar a ideia para os profissionais especialistas, ficou definido que seria melhor utilizar material impresso e plastificado, já que desta forma é possível reaproveitar o que foi produzido em diversas atividades práticas. Para cada fase do jogo ArrasTE-A foi produzido um material concreto associado.

EXP 13 Nesta versão do jogo foi aprimorado o sistema de auxílio sonoro, com indicações em casos de erro ou acerto, áudios indicando o que é cada elemento que

o usuário pega, além de uma animação indicando como deve ser feita a mecânica de arrastar e soltar os elementos. EXP 05 As cores e representação dos botões também foram alteradas para ficar mais clara para o usuário, tendo um maior tratamento nas cores ícones.

7.2 Conhecendo os Animais

O jogo *Conhecendo os Animais* foi criado para trabalhar a identificação da imagem, som e palavras usando como tema principal o reconhecimento de diferentes animais. A proposta é estimular a escuta, coordenação e pareamento. Este jogo digital foi desenvolvido a partir de um material físico previamente criado. Esse material foi desenvolvido pela BeAdapt[2], uma produtora especializada em recursos educativos adaptados para crianças com TEA. A BeAdapt tornou-se parceira do projeto, fornecendo diversos materiais físicos que foram adaptados para o formato digital.

Este material físico utilizado contém atividades que visam praticar o reconhecimento de informações sobre animais. O usuário interage com cenários personalizados onde deve identificar a imagem do animal correspondente, associar o balão de diálogo[3] ao som que o animal emite e reconhecer a palavra que representa o nome do animal. A Figura 23 apresenta o cenário correspondente ao porco, com algumas das opções de relação disponíveis.

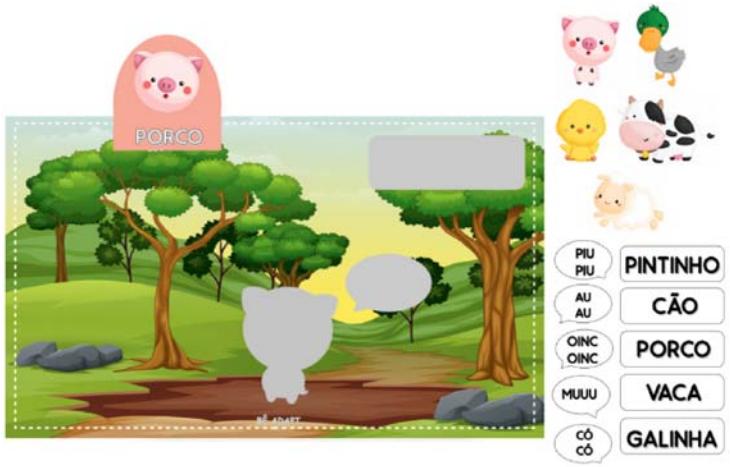


Figura 23 – Material físico do artefato *Conhecendo os Animais*.

EXP 15 A partir desse material, o jogo digital *Conhecendo os Animais* foi concebido com o intuito de utilizar recursos das TDIC para facilitar a compreensão das crianças sobre o conteúdo apresentado e aumentar o interesse na realização das tarefas. A mecânica utilizada foi a *Drag and Drop*, e o objetivo do jogo é parear ele-

[2]BeAdapt Materiais Adaptados, conteúdo físico disponível em https://www.instagram.com/materiaisadaptados/

[3]Elemento gráfico utilizado em histórias em quadrinhos, mangás e outras formas de narrativa visual para representar as falas dos personagens (Barbieri, 2017)

mentos com sua respectiva sombra. EXP 08 Toda a interação com os elementos do cenário é acompanhada por uma explicação visual prévia por meio de animação, onde é simulada a ação que o usuário deve realizar naquela fase.

Os sons dos animais, que no material físico são representados por palavras em balões de diálogo, foram substituídos por áudios no aplicativo. Estes áudios são reproduzidos sempre que a criança clica no balão de diálogo que deseja arrastar no cenário. Isso torna a associação mais intuitiva, permitindo que uma criança reconheça o latido de um cachorro sem precisar ler o "AU AU" escrito no balão, por exemplo. A Figura 24 apresenta uma sequência de telas do jogo *Conhecendo os Animais*.

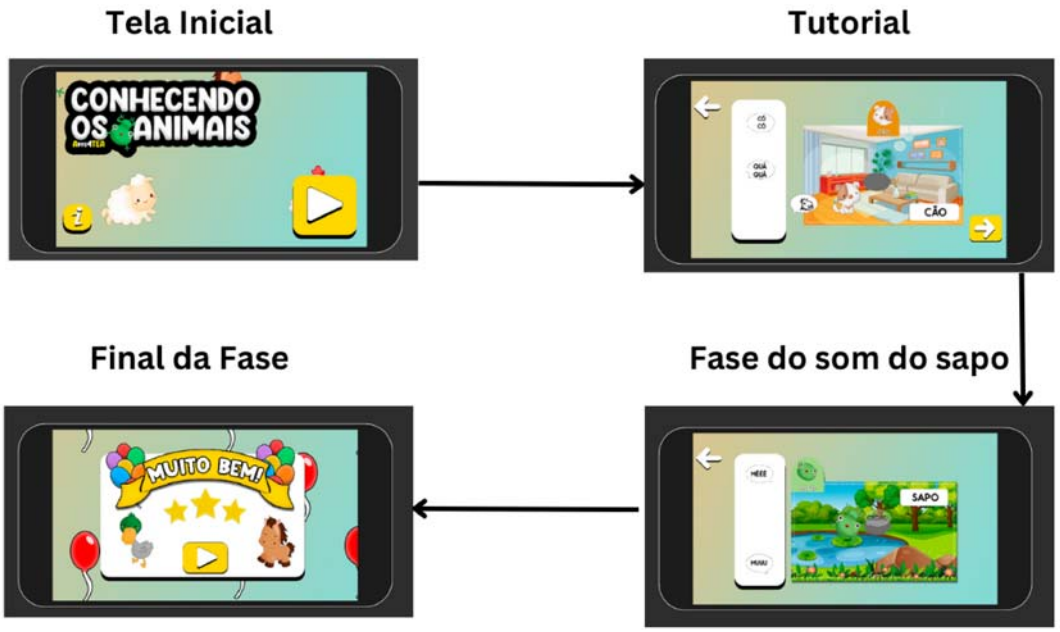


Figura 24 – Telas do aplicativo *Conhecendo os Animais*.

O aplicativo organiza o pareamento em três módulos: **Sons**, **Animais** e **Nomes**, permitindo que o usuário pratique diversas competências relevantes, tais como coordenação motora, reconhecimento de imagens e identificação de sons.

7.3 Explorando as Estações

O jogo digital *Explorando as Estações* foi criado com o objetivo de apresentar as estações do ano, enaltecendo as principais características de cada estação. EXP 15 Da mesma forma que o anterior, este jogo também foi criado a partir de material físico fornecido pela produtora BeAdapt. Nestes materiais, o usuário pode realizar dois tipos de atividades:

- Parear imagens, ou seja, colocar a imagem em cima da sombra correspondente.

- Identificar as estações usando como premissa o jogo da memória, onde o usuário deve "montar o par" com duas cartas que correspondam a mesma estação do ano.

A Figura 25 apresenta exemplos do material físico usando como base para o conteúdo digital.

Figura 25 – Material concreto - *Conhecendo as Estações*.

O jogo digital *Conhecendo as Estações* usa como base as mesmas imagens do material físico, organizados em três módulos: **Conhecer**, **Parear** e **Associar**.

EXP 06 O módulo **Conhecer** apresenta um texto com audiodescrição de cada uma das estações. A medida que o áudio é reproduzido, imagens relacionadas à estação aparecem na tela para ilustrar o conteúdo que está sendo apresentado. Por exemplo, no mês de Outono, quando o áudio narra que as folhas caem, uma imagem ilustrativa com folhas caindo é exibida na tela.

No módulo **Parear**, o usuário é apresentado a um cenário representando cada estação do ano. Neste cenário, aparece a sombra do personagem, cabendo ao usuário selecionar, entre três opções possíveis, qual a imagem orreta que deve ser associada a sombra apresentada no cenário. Toda interação é apoiada por áudios explicativos de cada imagem, visando facilitar o entendimento do usuário.

Por exemplo, considerando a estação do ano verão, sempre que o usuário selecionar o personagem associado a essa estação — uma menina segurando uma água de coco — será reproduzido um áudio com a informação "Menina tomando água de coco", reforçando a associação entre a imagem e a estação do ano.

Por fim, o módulo **Associar** usa como base o jogo da memória do material físico. São apresentadas três opções ao usuário, que deve identificar qual opção corresponde à estação do ano que está sendo apresentada. A Figura 26 destaca uma tela de cada módulo do jogo para representar a estação Inverno.

(a) Conhecer (b) Parear (c)Associar

Figura 26 – Módulos do Jogo Digital apresentando a estação Inverno.

Neste jogo foram aplicadas as mesmas técnicas dos demais aplicativos desenvolvidos neste ciclo de experimento, No entanto, cada aplicação aborda um tema diferente e com novos módulos. Por exemplo, o módulo **Conhecer** não tem tarefa associada. Ele é utilizado para que os usuários aprendam sobre as estações através de recursos visuais, trazendo o desafio de dispor as informações de forma atrativa para os usuários. Da mesma forma, a disposição de elementos textuais na tela, adaptados do material original, exigiram a utilização considerável de recursos áudio para apoiar os usuário não alfabetizados e as crianças que tem maior dificuldade de compreender o significado das imagens apresentadas.

7.4 Validação

O processo de validação dos aplicativos foi realizado de duas maneiras. Os jogos *Conhecendo os Animais* e o *ArrasTE-A 2.0* foram avaliados a partir de uma formação pedagógica aplicada junto a estudantes de pedagogia da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul(UERGS), através de avaliação de usabilidade utilizando o instrumento VisAWI, aplicando o mesmo processo realizado na seção 6.5. Já o jogo *Conhecendo as Estações* foi submetido a avaliação de dois professores do AEE, que fizeram sugestões de melhorias no aplicativo. Essa seção destaca os principais aspectos elencados desse ciclo de experimentação que contribuíram para a construção dos aspectos norteadores. O

7.4.1 Avaliação de Usabilidade

Tanto o *Conhecendo os Animais* quanto o *ArrasTE-A 2.0* obtiveram uma média geral superior a 6 pontos, um resultado excelente considerando o valor médio de aprovação de 4,5 proposto pelo instrumento VisAWI. No entanto, a dimensão Coloração merece atenção. Essa dimensão não mede apenas o nível de saturação das cores,

mas avalia a harmonia e a escolha das paletas de cores utilizadas (Thielsch; Moshagen, 2015). Para ambos os jogos, essa foi a dimensão com a menor pontuação média atribuída.

LIT 11 As cores desempenham um papel significativo na interação de crianças com TEA com os materiais apresentados (Franklin; Sowden; Burley; Notman; Alder, 2008). Tanto em ambientes físicos quanto digitais, as cores são cruciais para a aceitação da ferramenta de aprendizagem, podendo atrair ou afastar o usuário (Washington; Voss; Haber; Tanaka; Daniels; Feinstein; Winograd; Wall, 2016; Patiño; Muñoz; Villarreal; Pardo, 2022).

A questão das cores também foi destacada na avaliação do jogo *Conhecendo as Estações*. EXP 05 Observou-se que algumas telas apresentavam excesso de cores.

Isso exigiu um maior cuidado na seleção da paleta e no contraste entre a atividade e o fundo, assim como na combinação de cores em determinadas cenas. EXP 14 Além disso, o uso de fontes com serifa foi apontado como problemático pelos especialistas. Esse tipo de fonte deve ser evitado, pois pode dificultar a leitura para crianças com TEA (França; Gambogi; Gibertoni, 2022).

Como aspecto positivo, destaca-se a média superior a 6 nas dimensões Simplicidade e Diversidade. EXP 13 Todas as atividades propostas no jogo foram projetadas para serem executadas com um conjunto simples de comandos. Ações como parear e pintar elementos são realizadas com a mesma mecânica, facilitando a compreensão e execução por parte do usuário. EXP 01 Um fator que pode ter contribuído para essa avaliação positiva é o fato de o jogo ter sido desenvolvido a partir de material físico concebido para crianças autistas. Essa base estética, que envolve cenários, imagens e a relação entre os elementos (neste caso, os animais), também pode ter facilitado a aceitação pelo usuário.

As instruções em áudio e os tutoriais mais elaborados foram igualmente considerados destaques positivos, assim como a "mãozinha" utilizada na demonstração do tutorial, que, segundo os especialistas, sugere o ato concreto de pegar e arrastar.

detalhamento da avaliação de usabilidade está publicado em Siedler; Cardoso; Tavares; Primo (2023b).

7.5 Discussão

Neste segundo ciclo de experimentos, foi possível implementar e testar técnicas de desenvolvimento com o objetivo de criar jogos mais assertivos para crianças com TEA. Enquanto no primeiro ciclo diversos recursos tecnológicos e diferentes tipos de jogos foram explorados, neste ciclo, a ênfase recaiu sobre mecânicas mais simples, o uso de materiais físicos associados, e a orientação visual clara das tarefas apresentadas.

A jogabilidade foi centrada no modelo *Drag and Drop*, com suporte de áudio em to-

das as atividades, buscando abordar os diferentes conteúdos de forma clara e direta. Durante este ciclo, observou-se a aplicação de um conjunto maior de recomendações, com impactos positivos na avaliação dos profissionais. Não foram constatadas dificuldades de uso nos jogos, e as recomendações de melhoria foram mais específicas, focando principalmente no uso adequado de cores e tipografia.

Dessa forma, é possível concluir que as recomendações aplicadas foram eficazes quanto ao objetivo de criar jogos digitais voltados a crianças com TEA. Os aplicativos desenvolvidos, direcionando para um modelo que prioriza as competências que os profissionais desejam abordar em detrimento de propostas mais complexas que envolvem tecnologias emergentes e que possam limitar a utilização por parte dos usuários, podem permitir uma maior aceitação dos jogos e uma ferramenta eficiente para auxiliar os profissionais nos atendimentos.

Durante este ciclo foi possível inferir as seguintes evidências:

- LIT 11 As cores desempenham um papel significativo na interação de crianças autistas com ferramentas de aprendizagem.
- EXP 01 Uso de material concreto associado ao conteúdo digital.
- EXP 05 Cuidado com a combinação de cores utilizada.
- EXP 06 Uso de conteúdo multimídia como sons para auxiliar o usuário com orientações e auxílio na tomada de decisão.
- EXP 08 Uso de tutoriais para auxiliar o entendimento do usuário.
- EXP 12 Relevância de criar aplicativos compatíveis com diferentes dispositivos.
- EXP 13 Criação de aplicativos inclusivos e que sigam os preceitos do DUA.
- EXP 14 Evitar o uso de fontes com serifa.
- EXP 15 Elaboração de jogos digitais a partir do material físico.

8 TERCEIRA FASE DE EXPERIMENTAÇÃO

Neste capítulo, são apresentados os resultados do último ciclo de experimentação. Nessa etapa, foram implementadas as recomendações obtidas nas etapas 6 e 7, além de ajustes derivados das sugestões dos especialistas.

As observações evidenciaram a necessidade de melhorias nos aplicativos, especialmente em relação ao aprimoramento da interface. Esses aprimoramentos incluíram a escolha adequada de fontes, cores, iconografia e a disposição dos elementos em cena.

No terceiro ciclo, além da criação de novos aplicativos, diversos jogos digitais foram remodelados para se adequar às recomendações propostas. A seguir, serão destacadas as boas práticas estudadas e aplicadas nos aplicativos, juntamente com uma série de adequações implementadas nos jogos digitais desenvolvidos. Por fim, é apresentado o resultado da validação de alguns desses jogos junto a três turmas do primeiro ano do ensino fundamental.

8.1 Readequações de Interface

EXP 07 Durante a avaliação realizada no capítulo 7 foram percebidas diversas questões que deveriam ser melhor exploradas, incluindo desde a utilização de elementos visuais que podem prejudicar a experiência do usuário, até a falta de padrão na montagem das cenas e utilização inadequada de fontes e cores.

A partir disso, foram aplicadas uma série de boas práticas visando melhorar a qualidade das cenas criadas, as quais são abordadas a seguir.

8.1.1 Tipografia

LIT 12 A tipografia é um importante recurso a ser considerado quando do design de interfaces digitais, influenciando a legibilidade, a acessibilidade e a experiência do usuário (França; Gambogi; Gibertoni, 2022). Nos jogos, a tipografia em diversas situações, como tela de informações técnicas, tela de abertura, tutorial e configurações, por exemplo. Sua legibilidade e acessibilidade são indispensáveis em materiais voltados

para o público infantil.

Na adequação proposta neste ciclo, a família tipográfica *Roboto* foi selecionada devido às suas características distintivas e à sua ampla adoção em plataformas digitais. De caráter geométrico e projetada pelo *Google* em 2011, a *Roboto* foi projetada como uma fonte de leitura simples e sem atritos visuais, apresentando características muito semelhantes à fonte oficial do *Windows*, *Segoe UI*, e *San Francisco PRO*, fonte oficial de dispositivos *MacOS*, como mostra a Figura 27.

Figura 27 – Comparação de fontes.

Considerando a consistência visual entre essas fontes, a escolha da *Roboto* visa minimizar quaisquer obstáculos percebidos na leitura e compreensão da escrita durante a interação com o jogo, oferecendo uma ferramenta de leitura de caráter familiar para a composição.

8.1.2 Cores

As cores desempenham um papel fundamental em qualquer composição visual, pois estão associadas, mesmo que de maneira inconsciente, a sentimentos, comportamentos, aprendizados, experiências e rotinas (Walker, 1995). É crucial considerar com especial atenção o uso de cores e imagens, especialmente quando se trata de crianças com TEA. LIT 12 Estudos mostram que a percepção de cores por crianças com TEA pode diferir significativamente de crianças neurotípicas (Pietra-re; Interiores-ambientação, 2018). Por exemplo, crianças autistas tendem a perceber cores com maior intensidade ou, em um grupo menor, podem ver as cores em tons de cinza (Franklin; Sowden; Burley; Notman; Alder, 2008; Patiño; Muñoz; Villarreal; Pardo, 2022).

As abordagens adotadas neste ciclo foram fundamentadas em conceitos apresentados por Walker (1995), que explora a relação entre as cores e as sensações que elas transmitem aos seres humanos. Segundo o autor, cada cor possui características únicas e impacta de maneira distinta os seres humanos. Na Figura 28, por exemplo, destaca-se a escolha da cor azul para as novas telas propostas. O azul é associado à consciência divina, verdade, harmonia, calma e esperança.

Por sua vez, a Figura 29 apresenta telas com a utilização da cor laranja ao fundo. Neste caso, o uso dessa cor visa aproveitar suas características intrínsecas, estimulando a criatividade e a ambição, além de proporcionar energia ativa.

Figura 28 – Telas que utilizam a cor azul ao fundo.

Figura 29 – Telas que utilizam a cor laranja ao fundo.

Neste sentido, foi implementado nos jogos digitais desenvolvidos a utilização de combinação de cores adequadas ao público-alvo, bem como substituição de fundos que tenham várias cores por uma única cor. EXP 05 Por fim, são recomendadas paletas de cores comumente sugeridas, como as da Adobe[1], como guia para evitar combinações inadequadas na montagem da interface.

8.1.3 Formas, ícones e telas

De acordo com Filho (2008), a mente humana tende a interpretar elementos visuais simples com mais facilidade e agilidade. ESP 07 Conforme relatado no encontro com os especialistas, a preocupação com elementos visuais é especialmente relevante para indivíduos com TEA, que podem apresentar dificuldade em processar informações visuais complexas, gerando desconforto no processo de utilização de uma aplicação.

A simplificação das formas foi uma estratégia adotada para tornar a interface mais acessível para autistas. Ao remover elementos como sombras, estampas móveis e cores desconexas, as telas se tornaram mais claras e intuitivas, permitindo que os jogadores se concentrem apenas nas informações essenciais para prosseguir no jogo. Além disso, a iconografia e o formato dos botões foram remodelados para seguir padrões simples e geométricos, mantendo os posicionamentos dos botões fixos para facilitar a navegação e a interação. A Figura 30 apresenta a comparação de ícones e botões da versão original do jogo (à esquerda) com a nova proposta (à direita).

[1] Paleta de cores da Adobe, disponível em: https://color.adobe.com/pt/

Figura 30 – Comparação de ícones e botões do jogo original (esquerda), com a nova versão (direita).

8.2 Estudo de caso

Esta seção destaca um exemplo prático da aplicação dessas técnicas em um jogo desenvolvido. É apresentado a seguir, um comparativo das interfaces do jogo digital *Explorando as Estações*, abordando como a implementação das técnicas anteriormente mencionadas contribuiu para aprimorar a apresentação dos jogos desenvolvidos.

Na primeira tela, os principais elementos que compunham sua estrutura eram os botões de iniciar o jogo, informações do projeto e sair do jogo, além do título e de uma estampa de fundo em movimento contínuo. No entanto, conforme destacado anteriormente, esse elemento em movimento pode causar desconforto e confusão em autistas, desviando sua atenção dos elementos interativos e sendo um obstáculo no processo de aceitação e aprendizado (Baptista; Bosa, 2002).

O processo de remodelação envolveu a reorganização dos botões do jogo, agrupando-os em um menu horizontal fixado ao extremo inferior da tela. A estampa de fundo foi mantida estática, com formas mais proeminentes, facilitando a compreensão dos detalhes pela criança. Por fim, o botão de iniciar (*play*) foi centralizado para atrair atenção para este elemento. O comparativo entre a tela inicial dos jogos pode ser observado na Figura 31.

Figura 31 – Tela de início de jogo - original (esquerda) e reformulada (direita).

No módulo **Conhecer**, a interação relacionava-se à leitura, incentivando a criança a conhecer cada estação através de descrição textual. A nova proposta reorganizou o posicionamento de botões, oferecendo uma experiência mais fluida e amigável ao usuário. Com ícones correspondentes a cada estação do ano, os novos botões

também facilitaram a identificação do próximo período, aguçando a curiosidade e incentivando o interesse acerca do próximo conteúdo. Além disso, o botão de *voltar* foi posicionado no lado esquerdo da tela, um local comumente utilizado para botões com esta ação. A Figura 32 destaca a comparação das telas das duas versões do jogo.

Figura 32 – Comparação das telas do módulo **Conhecer**.

Por sua vez, no módulo **Parear**, a atividade proposta aos usuários estava relacionada a arrastar a imagem correspondente a cada estação para dentro do cenário. No jogo original, a tela era dividida em dois painéis de informações e o botão de *voltar* permanecia fixo na tela. Já o botão de *avançar* só era desbloqueado quando a criança acertava a interação. Este detalhe poderia ser um obstáculo no processo de interação, uma vez que o senso de previsibilidade e controle sobre as situações facilita a adaptação e a aprendizagem de indivíduos com autismo (Baptista; Bosa, 2002).

Na reformulação, todos os elementos foram colocados em um único painel branco, agrupando as informações e insinuando a ordem das ações através do posicionamento dos elementos. Os botões de *Voltar* e *Avançar* foram mantidos em extremos opostos da tela, indicando ações de navegação e permanecendo fixos durante toda a interação. A Figura 33 destaca a comparação das telas das duas versões do jogo.

Figura 33 – Comparação de telas do módulo **Parear**.

No módulo **Associar**, a criança deve associar a carta de imagem/dica à carta de estação climática correspondente. No jogo original, a tela era dividida verticalmente, apresentando na parte superior as dicas, e na parte inferior a carta destacando a estação do ano que está associada a uma das opções apresentadas. Na nova versão, as informações são dispostas em um único painel, onde a carta da estação destaca-

se por tamanho em relação às demais. A Figura 34 apresenta as telas original e redesenhada deste módulo.

Figura 34 – Comparação de telas do módulo *Associar*.

Nas telas de *Créditos* e *Seleção de Fase*, destacam-se as mudanças na tipografia, na disposição dos elementos e na nova iconografia. Especificamente na tela de seleção de fases, onde as informações são apresentadas predominantemente de forma textual, foi adicionado um elemento interativo em formato de balão de diálogo clicável, através do qual é possível ouvir o desafio proposto para a fase (vide Figura 35).

Figura 35 – Telas destacando as mudanças de interface nas telas de Créditos e Seleção de Fase.

As alterações realizadas neste estudo de caso influenciaram o design de interface de diversos aplicativos subsequentes. Assim como nos ciclos de desenvolvimento anteriores, essas adequações foram submetidas à avaliação de especialistas. Além

disso, para complementar os testes das implementações realizadas, foi proposta a apresentação e avaliação de alguns jogos digitais desenvolvidos. Esse processo permitiu uma análise do produto final resultante desses ciclos de experimentação.

8.3 Prática na Escola

Com o objetivo de encerrar o ciclo de experimentação, foi realizada a aplicação de um conjunto de jogos digitais desenvolvidos no ambiente escolar. Essa etapa teve como propósito avaliar a eficácia das soluções criadas quando utilizadas com alunos no ambiente escolar. Nesse processo, os resultados dos conceitos trabalhados ao longo de todos os ciclos foram colocados em prática no contexto de sala de aula, com ênfase nos seguintes aspectos:

- Utilização de jogos digitais relacionados às competências abordadas pelas turmas no momento da apresentação;
- EXP 13 Aplicação do preceitos do DUA, com a dinâmica proposta sendo realizada com toda turma; e
- EXP 01 Uso de material concreto associado a cada jogo proposto, enfatizando a relação do físico com o digital.

A seguir é apresentado como foi feita a apresentação do material produzido,os artefatos utilizados na prática e a dinâmica realizada com os alunos.

8.3.1 Materiais e Métodos

A prática foi realizada em novembro de 2023 na escola estadual Justino Quintana, localizada na cidade de Bagé. Sua elaboração foi definida a partir de encontros realizados junto com a coordenação pedagógica da escola. Nesses encontros, foram apresentados os objetivos do trabalho, os jogos digitais desenvolvidos e foram discutidos quais conteúdos seriam abordados. A partir das reuniões ficou definido que as práticas seriam realizadas da seguinte forma:

- **Série atendida**: Primeiro ano do ensino fundamental, visto que estas turmas ainda não haviam realizado atividades no laboratórios de informática. A receptividade das professoras em realizar a prática também foi um fator determinante para definição do escopo do trabalho. Em atividades práticas, onde o pesquisador leva novas ferramentas para o ambiente escolar, é fundamental que o professor esteja alinhado com a proposta.

- **Conteúdo abordado**: Matemática básica, com foco nos conteúdos de contagem numérica e operações fundamentais de soma e subtração.

- **Participantes**: As práticas contaram com a participação de três pesquisadores, além das professoras responsáveis e dos alunos das três turmas do primeiro ano do ensino fundamental, totalizando 64 estudantes. Nesta idade é difícil que alunos tenham diagnóstico definitivo de TEA. No conjunto das turmas foi relatado que um aluno estava em investigação de TEA e outro com altas habilidades;

- **Dinâmica da apresentação**: A atividade foi executada em dois momentos. Na primeira semana foi realizada uma prática no laboratório de informática, onde foram apresentados os jogos digitais. Na semana seguinte a prática ocorreu em sala de aula com a utilização do material concreto. A prática foi aplicada em cada turma separadamente, com cada sessão realizada em um período de 50 minutos. O detalhamento das atividades proposta consta no Apêndice E, onde é apresentada a sequencia didática desenvolvida.

- **Estrutura física**: A prática de apresentação dos jogos digitais ocorreu no laboratório de informática da escola, com o uso de 24 *chromebooks* previamente configurados pela equipe do projeto. A prática com conteúdo físico foi realizada na maior sala de aula (dentre as disponíveis) do primeiro ano, com as classes organizadas de forma a permitir a realização de atividades em grupos de três ou quatro participantes.

Durante a prática na escola foi utilizada a versão web dos aplicativos, pois estes foram executados em *Chromebooks*. O processo de execução realizado desta forma é mais simples, visto que não é necessário a geração de instalador específico ou credencias administrativas para configurar os computadores.

Na Seção 8.3.2 são apresentados os jogos digitais utilizados, organizados de acordo com o conteúdo abordado: contagem numérica e operações matemáticas.

8.3.2 Jogos digitais utilizados

Para trabalhar a habilidade de contagem numérica os professores escolheram o jogo digital *Números Amigos*, desenvolvido durante o terceiro ciclo de experimentos. O objetivo do jogo é estimular a criança a reconhecer visualmente os números, aprender sobre quantidades e identificar elementos em cena. O desafio do jogo consiste em apresentar um número e solicitar que o usuário identifique na cena o número correspondente de elementos (Cardoso; Siedler; Carvalho; Neto; Tavares; Primo, 2023).

Conforme exemplificado na Figura 36, o número 4 é apresentado ao usuário, que deve clicar sobre essa quantidade de sombras do elemento (neste caso, vacas), de forma a torná-los visíveis na cena. Caso o número de animais desvendados na cena corresponda ao valor solicitado pelo jogo, o usuário completa a fase com sucesso.

Figura 36 – Interface do jogo *Números Amigos*.

A interação com o jogo é realizada por meio do mouse ou do *touch* da tela, e as ações ocorrem usando o estilo de jogo *Point and Click*[2] (Pinheiro; Vidal; Neto; Leite; Gomes; Barbosa, 2021). O jogo utiliza diferentes elementos e suas respectivas sombras para estimular a contagem. A quantidade e posicionamento dos elementos varia conforme o número apresentado, assim como o cenário, que pode ser relacionados a animais de fazenda, insetos e elementos de fantasia, tais como monstrinhos e múmias.

Já para trabalhar as operações fundamentais da matemática, foram escolhidos dois jogos digitais: *Quebra Cabeça de Operações* e *Ludus Math*, destacados na Figura 37). Estes aplicativos foram remodelados para estarem adequados ao proposto no trabalho, tendo a mecânica de utilização e a a interface adaptada de acordo com as recomendações propostas.

O *Quebra Cabeça de Operações* estimula a realização das operações de subtração e adição por meio de desafios que remetem ao conceito tradicional de quebra-cabeça. A proposta do jogo é apresentar operações matemáticas que devem ser sobrepostas pelo número corresponde ao resultado da operação. A sua mecânica foi implementada a partir técnica *Arrastar e Soltar* (do inglês *Drag and Drop*), onde o usuário encaixa peças no tabuleiro proposto.

A dinâmica consiste em um tabuleiro central com quadrados contendo uma série de operações matemática de adição e subtração. Ao redor do tabuleiro, estão distribuídas peças, cada uma contendo um número. Estas peças devem ser arrastadas até o

[2]Este estilo de jogo consiste em desvendar segredos e quebra-cabeças pelos cenários somente com o uso do mouse ou com um ponteiro movido com o controle.

retângulo do tabuleiro cujo resultado da operação corresponde ao número da peça. Por exemplo, considerando a Figura 37 (a), a peça com o número **30** (posicionada ao redor das expressões matemáticas) deveria ser encaixada no quadrado com a operação **3+27**. O jogo termina quando todos quadrados de operações do tabuleiro estiverem preenchidos.

Já o *Ludus Math* é um jogo digital voltado a prática das quatro operações fundamentais da matemática. Ele apresenta expressões matemáticas e disponibiliza três opções de resposta para o usuário selecionar a correta. Para instigar o interesse do aluno, foi criada uma série de elementos visuais, incluindo cenários e interfaces adequados a faixa etária.

O jogo consiste em resolver diferentes expressões matemáticas. Para cada nível de dificuldade, são apresentadas cinco fases, desbloqueadas à medida que o usuário avança. A seguinte das fases é: adição, subtração, multiplicação, divisão e uma fase final com expressões aleatórias que podem envolver qualquer uma quatro operações.

O usuário terá "zerado" o jogo ao completar todas as fases nos três níveis de dificuldade propostos. O aluno pode escolher um avatar para jogar e, através do acumulo de moedas, pode comprar itens na loja do jogo. A loja oferece quatro cenários diferentes com valores variados: Egito, Fadas, Mundo Marinho e Orcs.

Figura 37 – (a) *Quebra Cabeça de Operações* (b) *Ludus Math*.

8.3.3 Material Físico

Seguindo a proposta de oferecer um material físico associado ao jogo digital, foram desenvolvidos conteúdos que permitam ao professor trabalhar em sala de aula com elementos similares ao proposto por meio digital (relação completa no Apêndice C). Considerando o conteúdo de contagem numérica, trabalhado com o jogo *Números Amigos*, o material físico consiste em reproduzir de forma tangível os desafios propostos no jogo.

Esse material inclui cartelas com 20 sombras de um elemento específico do jogo. A proposta é que o educador indique um número que deve ser representado, e os estudantes realizem o pareamento das imagens nas sombras na quantidade correta.

A Figura 38 apresenta o jogo digital ao lado de um registro da produção do material concreto associado, que consistiu na elaboração, impressão, recorte e plastificação da cartelas e das imagens dos animais.

Figura 38 – *Números Amigos*: (a)Jogo Digital (b)Produção do material concreto.

Para trabalhar as operações fundamentais da matemática, dois materiais concretos foram produzidos. A versão física do jogo *Quebra Cabeça de Operações*, foi criada através da elaboração, impressão e plastificação de uma série de combinações de cartelas com variações do quebra-cabeça apresentado na versão digital.

O objetivo é completar o quebra cabeça utilizando as peças disponibilizadas. Por sua vez, o material físico relacionado ao jogo *Ludus Math* consiste em uma série de elementos que remetem ao ambiente digital. Primeiramente, foi criada uma lista de exercícios utilizando os animais da fazenda do jogo e balões com números, para que o aluno marque a resolução das operações propostas.

Esta lista foi elaborada com 10 expressões com nível de dificuldade crescente. Além desta lista, na prática em sala de aula, foram incorporados diversos elementos presentes no jogo *Ludus Math*, como a utilização de vestimentas semelhantes aos avatares e simulação do sistema de compras com lojas e moedas.

A Figura 39 destaca, respectivamente, exemplos dos materiais físicos relacionados aos jogos *Números Amigos*, *Quebra Cabeça de Operações*, além de um trecho da folha de atividade do *Ludus Math*, pintada pelos alunos durante a prática em sala de aula.

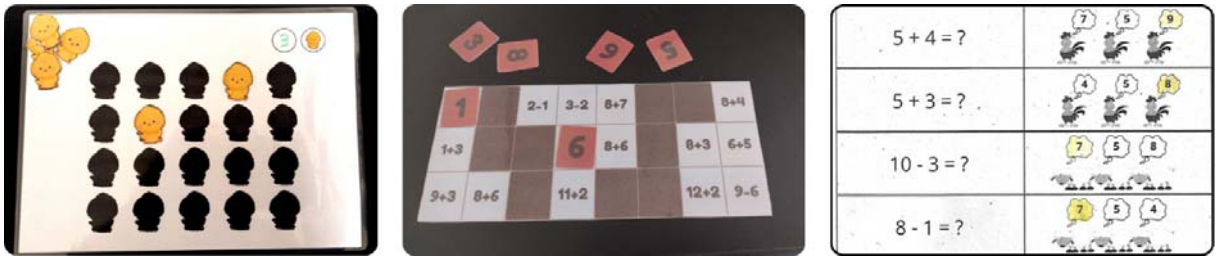


Figura 39 – Materiais físicos produzidos em utilização.

8.3.4 Atividade no Laboratório

A atividade foi realizada no laboratório de informática da escola e, para facilitar a utilização, foi configurada a versão web dos jogos nos *chromebooks* disponíveis. Isso foi feito considerando que o processo de instalação de aplicativos em máquinas de laboratório escolar é uma dificuldade recorrente durante a implantação de aplicativos.

Mesmo optando pela versão web, deixar os jogos previamente disponibilizados para que os alunos pudessem acessar o conteúdo durante a prática exigiu um esforço significativo da equipe envolvida.

Obter as senhas necessárias para acessar os recursos dos comutadores, além das dificuldades de conexão, tornam o processo de configuração das máquinas mais demorado do que o esperado. Pesquisadores que planejam levar os aplicativos desenvolvidos para as escolas devem estar cientes das dificuldades que podem ocorrer e planejar a instalação com antecedência.

A dinâmica da apresentação consistiu em uma breve explicação do projeto, das atividades que seriam desenvolvidas e do objetivo do trabalho. A professora organizou os lugares dos alunos, introduziu o que seria abordado e apresentou os participantes.

Posteriormente, cada aplicativo foi apresentado e os alunos puderam praticá-los, contando com o suporte da professora e dos pesquisadores durante a prática. É importante ressaltar que esta foi a única atividade em laboratório das turmas no ano corrente e o primeiro contato de muitos alunos com *chromebooks*. A Figura 40 destaca registros da atividade realizada em laboratório.

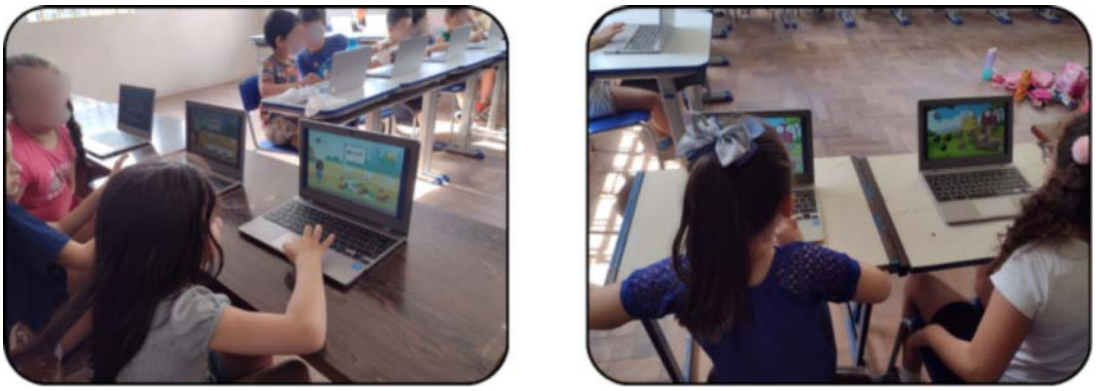


Figura 40 – Registros da prática no laboratório.

Enquanto os alunos desenvolviam as tarefas, a equipe de pesquisa atuou como mediadora, auxiliando os alunos na realização das atividades, ao mesmo tempo que coletava dados que, posteriormente, foram utilizados na avaliação da prática.

EXP 16 Durante toda a atividade foi possível perceber grande entusiasmo por parte dos alunos. EXP 10 Por ser a primeira experiência em laboratório com atividades lúdicas adequadas à faixa etária e às competências trabalhadas em sala de aula, foi notável a alegria dos alunos ao completar uma atividade e o interesse em explorar todos os recursos dos jogos.

Em um determinado momento, mesmo não sendo obrigatório, alguns alunos resolveram operações de multiplicação e divisão do jogo Ludus Math, enquanto outros buscaram comprar o item mais caro da loja, ou deixar colorida as 4 fases do Números Amigos. Ou seja, buscaram ir além do mínimo sugerido pela atividade, assim, praticaram o uso pedagógico da tecnologia e desenvolveram as competências em matemática.

8.3.5 Atividade em Sala de Aula

Esta etapa foi realizada uma semana depois da utilização dos jogos digitais e consistiu na utilização do material concreto correspondente aos jogos digitais apresentados no intuito de expandir o conteúdo abordado. A prática utilizou um período de aula para cada turma.

Inicialmente, o professor relembrou os jogos digitais utilizados pelos alunos no laboratório, enfatizando que seriam os mesmos jogos, porém aplicados fisicamente. Isso facilitou a compreensão das crianças sobre as propostas apresentadas. Em um segundo momento, foi destacado como seria a dinâmica da prática. Para se assemelhar ao formato de jogos digitais, a proposta foi utilizar o material concreto produzido e ir apresentando os desafios com a mesma ordem adotada no laboratório.

Para estimular a participação dos alunos foi estabelecido que uma série de características dos jogos digitais fossem abordados na prática. Neste contexto, foi proposta a caracterização dos alunos com base nos personagens do jogo Ludus Math (vide Figura 41), além de gamificar as atividades propostas através da implementação de um sistema de acúmulo de moedas para cada desafio realizado, com a possibilidade de trocar as recompensa por prêmios específicos. Foi montada uma loja com itens que poderiam ser adquiridos com as moedas acumuladas pelos grupos. A dinâmica consistiu dos seguintes passos:

1. **Caracterização**: primeiro passo foi escolher adereços para se aproximar do personagens do jogo Ludus Math. Para tanto, os alunos puderam selecionar acessórios entre os itens disponíveis, que incluíam chapéus de palha, com ou sem trança e laços de diversas cores.

2. **Sistema de Recompensa**: posteriormente, foi explicado como funciona o sistema de recompensa na atividade. Foi destacado que, para cada tarefa concluída, o grupo ganharia um número determinado de moedas e, ao final da prática, cada grupo pode se dirigir a loja e comprar um item correspondente a quantidade de moedas adquiridas.

3. **Apresentação dos desafios**: Os alunos realizaram atividades utilizando material concreto similar ao jogo digital usado em laboratório. Cada tarefa rendeu um número específico de moedas para o grupo.

4. **Compra de itens**: Ao final dos desafios os grupos contaram as moedas e puderam ir até a loja comprar um prêmio. O prêmio consistiu em um saquinho com lembrancinhas e balas que tinham valor variável. Esta atividade visou estimular a prática de competências matemáticas, pois eles precisaram contar as moedas e verificar se tinham valor suficiente para comprar o item desejado.

A dinâmica de gamificação proposta, com desafios e recompensas a cada atividade, estimulou a organização dos grupos criados. Os alunos estavam cientes da quantidade de moedas adquiridas ao completar as tarefas, bem como da quantidade restante necessária para alcançar os prêmios finais. Dessa forma, é possível observar que, de forma sutil, eles foram introduzidos aos conceitos de economia que a proposta trouxe. A Figura 41 apresenta registros da prática realizada em sala de aula.

Figura 41 – Registro da prática em sala de aula

Os alunos demonstraram muita euforia durante toda atividade. Por vezes, era preciso organizar as atividades pois eles queriam sempre mostrar que tinham completado a tarefa para ganhar moedas, ou mostrar o que estavam fazendo no momento. Também foi perceptível os alunos combinando estratégias para realizar as tarefas, buscando resolver todos desafios propostos e pedindo ajuda para professora sempre que necessário.

8.4 Avaliação

A avaliação foi realizada com o intuito de mensurar o envolvimento dos alunos durante a realização das atividades, dificuldades encontradas e forma como interagiram com as atividades propostas. A avaliação foi realizada usando dois instrumentos avaliativos. Uma avaliação qualitativa, realizada a partir da percepção obtida ao longo das práticas e uma avaliação realizada pelos professores da turma, destacando os pontos relevantes que perceberam e realizando uma avaliação individualizada da percepção de cada aluno.

8.4.1 Avaliação qualitativa

Esta avaliação foi realizada com a aplicação da metodologia TFD (vide 2.3.3). A partir dos dados coletados foram executadas as quatro etapas de codificação. O processo de codificação dos documentos foi conduzido separadamente para as práticas em laboratório e em sala de aula. Todos os códigos foram organizados em três grupos definidos durante a análise:

- **Gamificação**: códigos relacionados ao *feedback* dos alunos quanto aos desafios propostos nos jogos.
- **Aspectos Sociais**: códigos que destacam as formas de interação observadas durante a execução das tarefas.
- **Dificuldades**: códigos que evidenciam as dificuldade encontradas pelos alunos durante a prática.

Na prática em laboratório foram identificados 22 códigos, classificados nos grupos de códigos conforme as ocorrências registradas no documento disponibilizado no Apêndice C. Na Figura 42 é possível observar a disposição dos códigos dentro dos grupos de análise.

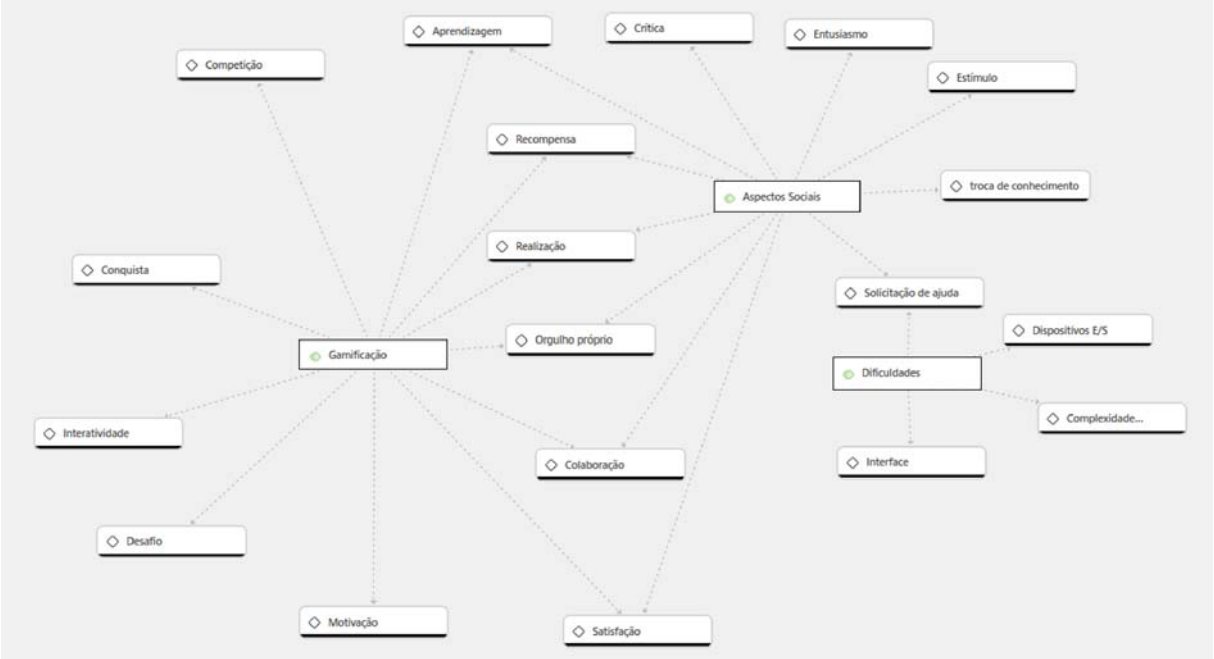


Figura 42 – Rede de Códigos - Prática em Laboratório

A partir dessa análise de códigos é possível destacar uma série de ocorrências que indicam que os jogos digitais apresentam foram bem recebidos pelos alunos. Analisando os códigos pode se destacar como a atividade prática em laboratório, com os desafios propostos, engaram os alunos nas tarefas, estimulando-os a realizar os

desafios, praticando o conteúdo sugerido e também uma série de aspectos sociais inerentes a atividades colaborativas. Dentre os códigos gerados é possível destacar *Realização*, *Conquista*, *Interatividade*, *Entusiasmo*, *Aprendizagem* e *Troca de Conhecimento*.

As dificuldade encontradas foram na complexidade de algumas tarefas que alguns alunos tiveram para resolver, especialmente os que optaram por ir além das atividades sugeridas e alguma limitação em utilizar o *touch* do chromebook, visto que alguns alunos nunca tinham utilizado este tipo de equipamento. A Tabela 8 destacada algumas ocorrências registradas na prática em laboratório.

Tabela 8 – Ocorrências elencadas a partir da codificação dos dados - Prática Laboratório

Grupo	**Ocorrências**
Gamificação	Já terminei Zerei mais um Você devia ter completado a outra fase antes Acabei !!!(comemorando)
Aspectos Sociais	Deixa que eu ajudo ela Pedro(se referindo a um colega) é fácil Gostam de mostrar que conseguiram terminar
Dificuldades	Não consigo arrastar a caixinha Não estou conseguindo fazer esse Como sai do jogo?

Na prática em sala de aula foram identificados 28 códigos, cuja rede relações é apresentada na Figura 43.

Na prática em sala de aula a dinâmica das atividades priorizou também conceitos de gamificação para incentivar a participação dos alunos, com as dinâmicas seguindo proposta semelhante e utilizando materiais físicos relacionados. Dentre os códigos que podem ser destacados estão a *Perseverança*, *Aprendizado Positivo*, *Motivação*, *Dedicação*, *Satisfação*, *Organização* e *Engajamento*.

Nas dificuldades elencadas estão a compreensão das tarefas, que eventualmente se referia a proposta da atividade ou em dificuldade de realizar o conteúdo matemático relacionado. Não foi observada frustração, desânimo ou irritação por parte dos alunos quando da realização das práticas. A Tabela 9 destacada algumas ocorrências registradas na prática em sala de aula.

Neste processo avaliativo foi possível mensurar a forma como os alunos interagiram com os jogos digitais desenvolvidos, o envolvimento na realização das atividades e as dificuldades encontradas na realização das tarefas propostas. Foi possível

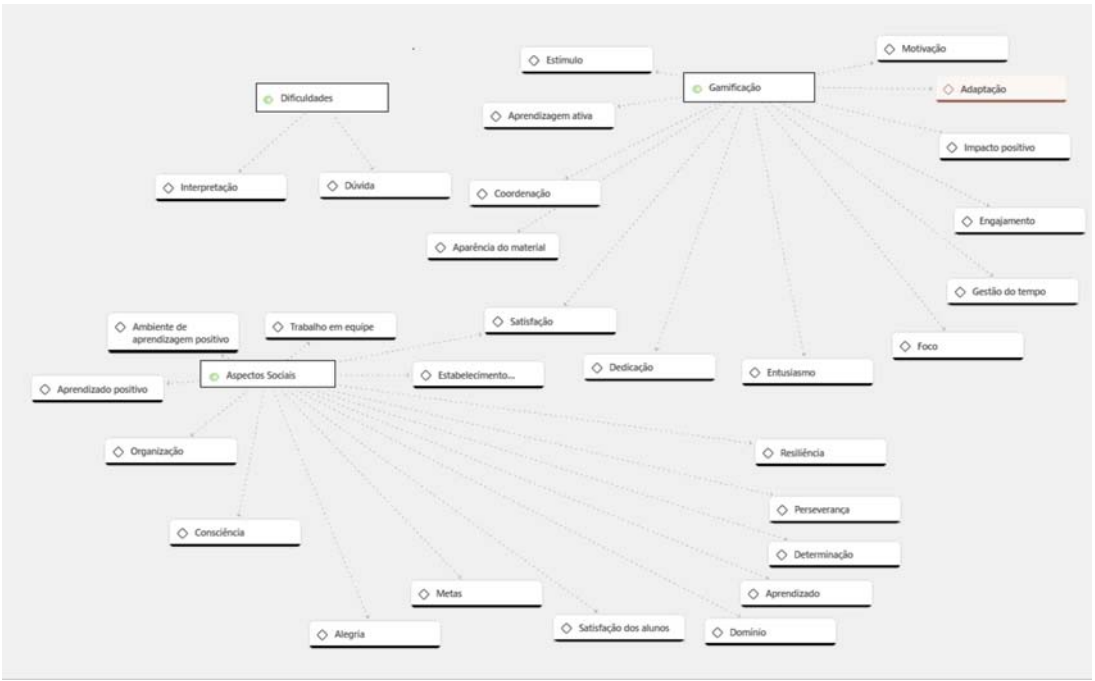


Figura 43 – Rede de Códigos - Prática em Sala de aula

Tabela 9 – Ocorrências elencadas a partir da codificação dos dados - Prática Laboratório

Grupo	**Ocorrências**
Gamificação	A gente está ganhando Nossa que legal Vamos contar as moedas Consegui!!!
Aspectos Sociais	Organização dos grupos para divisão das atividades Envolvimento notável ao realizar as tarefas Cada um faz uma parte que a gente termina mais rápido
Dificuldades	Como não tem feedback automático os alunos constantemente buscavam auxilio para se certificar que estava tudo certo Dificuldade inicial de entender as regras da proposta

evidenciar o interesse dos alunos por atividades lúdicas que extrapolem o conteúdo convencional de sala de aula.

EXP 17 Especificamente no que tange os jogos digitais ficou evidente a facilidade dos alunos em utilizar os jogos propostos. Como em cada prática tinha em torno de 20 alunos usando simultaneamente cada jogo foi possível perceber que, apenas com uma breve introdução do que deve ser feito, a maioria dos alunos conseguiu realizar as tarefas propostas com autonomia. EXP 10 Os elementos de gamificação incorporados os jogos incentivaram o cumprimento dos desafios propostos.

Um ponto que necessita cuidado para versões futuras é com relação a mecânica das atividades. Dois jogos utilizaram *Point and Click* e um *Drag and Drop* como forma de interação. A ação de Arrastar e Soltar, em chromebooks sem mouse, se mostrou difícil para alguns alunos.

EXP 03 Considerando isso em um contexto de TEA, onde uma das comorbidades associadas está relacionada a dificuldade motora, é interessante considerar alternativas para evitar que o movimento entre o pegar o elemento e soltar em outro local possa ser um limitador do uso. Aqui está uma versão revisada e aprimorada do seu texto:

O engajamento dos alunos com o material concreto foi semelhante ao observado com o material digital. No entanto, devido à natureza física dos recursos utilizados, no caso material impresso, elementos para colar, distribuição de moedas e a troca frequente de atividades, a mediação por parte do professor ou pesquisador tornou-se mais necessária em comparação ao uso de jogos digitais no laboratório.

Por exemplo, para que o aluno saiba se sua tarefa está correta, é preciso a intervenção direta do professor ou pesquisador, uma vez que, ao contrário da atividade digital, o resultado não é automaticamente validado.

Houve uma sobreposição de diversos códigos em ambas as avaliações, evidenciando a correlação entre as práticas e o uso de materiais complementares, tanto no jogo digital quanto no material físico. Além disso, a dinâmica proposta buscou incorporar conceitos de gamificação em ambas as atividades, promovendo uma experiência consistente entre os dois formatos.

8.4.2 Avaliação Professores

Nessa etapa, foi sugerido que a professora de cada turma realizasse uma breve avaliação individualizada dos alunos. O objetivo era avaliar se as práticas aplicadas despertaram o interesse dos alunos e identificar possíveis dificuldades em relação ao conteúdo abordado nos jogos desenvolvidos. Dada a quantidade de alunos por turma, foi proposta a criação de um questionário de fácil preenchimento para os professores (vide Apêndice E).

Neste questionário foram elaboradas as seguintes questões:

- **Q1**:Na prática no **laboratório**, uso dos aplicativos digitais, como você considera o engajamento do aluno na realização das atividades(alto, baixo ou sem engajamento).
- **Q2**:Na prática em **sala de aula**, uso dos material concreto, como você considera o engajamento do aluno na realização das atividades(alto, baixo ou sem engajamento).
- **Q3**:Aluno possui diagnóstico ou está em processo de avaliação de algum transtorno(não apresenta, TEA, TDAH ou Outro).
- **Q4**: Com relação ao conteúdo abordado nas atividades, o nível de **dificuldade** do aluno é considerado(alto, baixo, sem dificuldade).
- **Q5**: Com relação ao conteúdo abordado nas atividades, o nível de **interesse** do aluno é considerado(alto, baixo, sem dificuldade).

Os questionários foram respondidos pelas três professoras, totalizando 62 alunos que realizaram as atividades. As respostas apontaram que todos eles demonstraram alto engajamento para as atividades, tanto a prática em laboratório quanto em sala de aula (dados completos disponíveis no Apêndice D).

Especificamente quanto ao aluno em avaliação para TEA, foi apontado que este demonstrava alguma dificuldade no conteúdo abordado mas que não apresentou dificuldade na realização das atividades , demonstrando alto engajamento nas atividades propostas.

8.5 Discussão

A realização das atividades práticas na escola proporcionou uma oportunidade valiosa para apresentar os resultados obtidos nos ciclos de experimentação com as crianças, permitindo avaliar a adequação dos jogos digitais desenvolvidos ao público-alvo, bem como o interesse que esses jogos despertaram.

Ficou evidenciado que, tanto os jogos digitais quanto os materiais físicos se mostraram altamente apropriados para essas atividades. No que tange à execução das práticas, o apoio dos professores foi fundamental. Inicialmente, o projeto seria implementado em apenas uma turma, mas, devido ao interesse demonstrado por outras duas professoras, a proposta foi expandida para todas as turmas, ampliando o alcance da pesquisa e permitindo observar a aceitação do conteúdo desenvolvido em diferentes grupos de alunos.

Durante as práticas em laboratório, ficou clara a importância de inserir os alunos em um ambiente tecnológico. Embora a tecnologia esteja cada vez mais presente

no cotidiano, o uso de ferramentas digitais educacionais ainda representa um desafio para o corpo docente.

Nos encontros preparatórios, ficou evidente a dificuldade dos professores em incorporar essas ferramentas de forma interessante em suas aulas. Segundo os relatos, essa dificuldade é agravada pela falta de formação específica e pela ausência de profissionais de Tecnologia da Informação (TI) para auxiliar na descoberta, configuração e instalação dos aplicativos educacionais.

A equipe do projeto, além de desenvolver os jogos digitais, desempenhou um papel crucial na viabilização técnica das ferramentas. Configurar, instalar e implantar os jogos nos computadores mostrou-se uma tarefa complexa para a maioria dos professores, que em geral não têm familiaridade com os dispositivos disponíveis.

Nas práticas de laboratório, observou-se que os jogos digitais apresentaram uma interface, mecânica e suporte adequados ao público-alvo. Dado o tamanho relativamente grande das turmas, notou-se que, após uma breve explicação, os alunos conseguiram explorar os desafios dos jogos de forma autônoma.

No uso de material concreto, o engajamento dos alunos foi semelhante ao observado com os materiais digitais. No entanto, por se tratar de materiais físicos, como folhas, elementos para colar, distribuição de moedas e troca frequente de atividades, a necessidade de mediação foi mais constante do que nas práticas em laboratório.

Por exemplo, a verificação da correção das tarefas exigiu a intervenção do professor ou do pesquisador, pois, ao contrário das atividades digitais, os alunos só souberam se acertaram após a conferência do resultado. Em sala de aula, a dinâmica foi um pouco mais agitada, com alunos frequentemente se levantando para chamar a atenção, pegar materiais caídos e, por vezes, demonstrando impaciência para ganhar as moedas rapidamente.

No entanto, esse comportamento foi considerado positivo, pois indicava que os grupos estavam claramente envolvidos na atividade, praticando conceitos matemáticos importantes enquanto se divertiam.

Por fim, a prática reforçou a importância de levar às escolas atividades que auxiliem os professores a aprimorar suas práticas pedagógicas por meio de diferentes recursos educacionais. Ficou claro o interesse da gestão e dos docentes em realizar práticas educacionais que envolvam tecnologia no processo de ensino-aprendizagem.

É importante que o material apresentado esteja alinhado ao conteúdo previsto no plano pedagógico. Quanto à participação dos alunos, é possível inferir que atividades desse tipo estimulam o aprendizado, motivam a troca de informações entre os pares e integram a tecnologia, cada vez mais presente no cotidiano, ao ambiente escolar.

Em relação à construção dos artefatos tecnológicos, a prática permitiu verificar se as adaptações de interface foram eficazes, se as recomendações propostas resultaram em jogos digitais eficientes quanto ao seu propósito, e se o material físico

associado auxiliou no aprendizado das crianças. Ao final do ciclo de experimentação, foi possível observar as seguintes evidências:

OE2:

- LIT 12 A tipografia é fundamental no projeto de interfaces digitais, podendo ser determinante na experiência do usuário.
- LIT 13 A percepção das cores por crianças autistas tende a ser diferente de neurotípicas.

OE3:

- ESP 07 A utilização de elementos visuais inadequados tende a dificultar a compreensão de crianças com TEA.
- EXP 01 Uso de material concreto associado ao conteúdo digital.
- EXP 03 Explorar diferentes mecânicas e formas de interação.
- EXP 05 Cuidado com a combinação de cores utilizada.
- EXP 07 Cuidado com a iconografia, usar ícones que sejam claros quanto ao significado do que se deseja representar e corretamente dispostos na tela.
- EXP 10 Uso de tutoriais para auxiliar o entendimento do usuário.

OE4:

- EXP 13 Criação de aplicativos inclusivos e que sigam os preceitos do DUA.

OE5:

- EXP 16 A utilização dos jogos digitais trouxe grande entusiasmo e alegria para os alunos.
- EXP 17 Os alunos tiveram facilidade em utilizar os jogos digitais.

9 ASPECTOS NORTEADORES PARA O DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVOS VOLTADOS A CRIANÇAS COM TEA

Neste capítulo, são apresentados os resultados obtidos através dos artefatos desenvolvidos ao longo da tese. A concepção desses artefatos foi baseada nas lições aprendidas durante o processo, resultando em soluções que buscam auxiliar os desenvolvedores de software a criar ferramentas apropriadas para crianças com TEA.

O primeiro ponto de destaque é o público-alvo das aplicações criadas a partir desses artefatos. O foco principal está em crianças com TEA que necessitam de suporte nível 1 e 2, com idades entre 2 e 9 anos. A delimitação desse escopo foi baseada em uma análise criteriosa, considerando as ocorrências que sustentam essa escolha:

- LIT 09 A maioria dos trabalhos analisados no MSL são voltadas para crianças com TEA.
- ESP 01 O diagnóstico do autismo é complexo, podendo envolver um período de avaliação que pode demorar anos para ser fechado.
- ESP 02 O grau de severidade do autismo e as particularidades do indivíduo atendido influencia na elaboração das atividades propostas, na forma de atendimento e, consequentemente, nas soluções digitais desenvolvidas
- ESP 05 A maioria dos atendimentos realizados pelos especialistas participantes tem como pacientes crianças em idade entre 2 e 9 anos.

Nas próximas seções são apresentados: (i) aspectos norteadores que representam recomendações para guiar o processo de desenvolvimento, (ii) *template* +Ludus que implementa os aspectos norteadores através de uma plataforma de desenvolvimento e (iii) validação dos aspectos norteadores e do *template* +Ludus através do desenvolvimento de aplicações.

9.1 Aspectos Norteadores

Os aspectos norteadores foram criados com o objetivo de auxiliar os desenvolvedores na criação de aplicativos digitais voltados para crianças com TEA. Esses aspectos visam facilitar a aceitação dos aplicativos, oferecendo uma série de recomendações a serem consideradas pelo profissional. Nos próximos parágrafos são apresentados os AN elaborados nesta tese.

1. **Ser Multiplataforma**

   Ao projetar aplicativos para indivíduos com TEA, é essencial que esses sejam desenvolvidos para a maior variedade possível de dispositivos. Nos ambientes de sala de recursos, atendimento, ou no uso cotidiano de recursos tecnológicos, os dispositivos e sistemas operacionais disponíveis podem variar significativamente. Durante os estudos, foi possível identificar a ocorrência tanto de computadores antigos em escolas públicas quanto de dispositivos mais modernos, como iPads, utilizados por fonoaudiólogos além de laboratórios equipados com *Chromebooks*.

   Ao longo dos ciclos de experimentação, foram observadas as seguintes ocorrências que evidenciaram a importância desse aspecto.

   - ESP 06 Aplicativos digitais desenvolvidos devem ser concebidos para diferentes dispositivos.
   - EXP 03 Exploração de diferentes mecânicas e formas de interação.
   - EXP 12 Os aplicativos desenvolvidos devem ser compatíveis com os diferentes dispositivos da escola.

2. **Seguir os Preceitos do DUA**

   Durante as observações realizadas ao longo dos ciclos, foi possível identificar um ponto recorrente nos relatos dos especialistas: a necessidade de integrar crianças com TEA em atividades junto a seus colegas da mesma idade, tanto em sessões terapêuticas quanto em sala de aula. O uso de atividades que possam ser realizadas por todos é uma prioridade para esses profissionais.

   Nesse contexto, é crucial desenvolver aplicativos que sejam simples de usar e permitam a participação da criança com TEA no mesmo ambiente que seus colegas, promovendo a interação entre pares. Isso possibilita que uma tarefa, inicialmente limitada à sala de recursos, possa ser realizada no ambiente regular da sala de aula.

   Destaca-se, assim, a importância de criar aplicativos alinhados com as propostas dos profissionais, além de considerar a integração de materiais físicos com

os recursos digitais, o que amplia as possibilidades de uso por parte dos especialistas evidenciadas no estudo com as seguintes ocorrências:

- LIT 08 A criação de uma interface inadequada pode gerar dificuldades na compreensão das tarefas e, em alguns casos, desencadear comportamentos agressivos em determinados usuários. Isso ocorre porque interfaces confusas ou mal planejadas podem causar frustração, especialmente em crianças com TEA, que podem ter maior sensibilidade a mudanças inesperadas ou complexidade excessiva.
- ESP 02 O grau de severidade do autismo e as particularidades do indivíduo atendido influencia na elaboração das atividades propostas, na forma de atendimento e, consequentemente, nas soluções digitais desenvolvidas.
- ESP 03 O apoio de materiais físicos no desenvolvimento das atividades em terapias e atendimentos especializados auxilia na compreensão das competências por parte dos indivíduos atendidos.
- EXP 01 Uso de material concreto associado ao jogo digital proposto.
- EXP 13 Criação de aplicativos inclusivos e que sigam os preceitos do DUA.

3. **Criar Elementos com tipografia adequada e Iconografia Clara**

   Considerando o foco deste trabalho em crianças em idade pré-escolar e nos primeiros anos do ensino fundamental, é essencial criar aplicativos que possam ser utilizados de forma autônoma. Isso permite que as crianças pratiquem as habilidades trabalhadas no jogo digital sem a necessidade de supervisão constante de um adulto.

   Para isso, os elementos visuais devem ser apresentados de maneira adequada, limitando o uso de texto e utilizando uma tipografia apropriada e iconografia clara. Isso facilita a compreensão tanto para a criança quanto para o profissional que a acompanha. O uso excessivo de texto pode dificultar a leitura e o aprendizado, comprometendo a eficácia do aplicativo o que é evidenciado pelas seguintes ocorrências:

   - LIT 10 Sistemas de comunicação usando figuras são frequentemente utilizados para auxiliar indivíduos com TEA.
   - LIT 12 A tipografia é fundamental no projeto de interfaces digitais, podendo ser determinante na experiência do usuário.
   - ESP 07 A utilização de elementos visuais inadequados tende a dificultar a compreensão de crianças com TEA.

- EXP 07 Usar ícones que sejam claros quanto ao significado do que se deseja representar e corretamente dispostos na tela.
- EXP 14 Evitar o uso de fontes com serifa.

4. **Usar Sons para Orientar e Estimular**

   O uso de sons nos jogos digitais desenvolvidos mostrou-se uma técnica eficaz para auxiliar as crianças na utilização dos aplicativos. Esses sons podem introduzir elementos desconhecidos, como o nome de um objeto a ser arrastado, ou estimular a continuidade da prática proposta, utilizando mensagens sonoras positivas, como "Muito bem!" ou "Parabéns!". Quando a criança comete um erro, mensagens como "Tente novamente!" são usadas, sempre em um tom de voz encorajador, evitando qualquer sensação de repressão.

   - LIT 02 Tecnologia pode ser utilizada para trabalhar os sentidos do usuário, dentre os quais a audição é uma forma comum de percepção das saídas do sistema computacional.
   - LIT 07 A tecnologia pode ser uma importante aliada no desenvolvimento de atividades que visam trabalhar a capacidade de lidar com sons, uma competência frequentemente abordada no tratamento de crianças com TEA.
   - EXP 06 Uso de conteúdo multimídia como sons para auxiliar o usuário com orientações e auxílio na tomada de decisão.

5. **Utilizar conceitos de Gamificação**

   A Gamificação é um recurso que pode ser utilizado para tornar o aprendizado mais atrativo e dinâmico aumentando o engajamento dos usuários. Crianças com TEA também percebem esses desafios como um motivador para executar a tarefa e, dentre os experimentos realizados, a aplicação desses conceitos foram evidenciadas como um fator importante na aceitação dos jogos desenvolvidos. As evidencias da relevância desse aspecto são as seguintes:

   - LIT 06 Os jogos digitais oferecem uma forma lúdica e instigante de aprendizagem. Em ambientes educacionais e terapêuticos, eles podem combinar entretenimento com ensino de maneira envolvente e interativa.
   - ESP 04 Uso de jogos é uma técnica constantemente usada nos atendimentos.
   - EXP 10 Importância da gamificação nos aplicativos desenvolvidos.
   - EXP 15 Elaboração de jogos digitais a partir do material físico.

- EXP 16 A utilização dos jogos digitais trouxe grande entusiasmo e alegria para os alunos.
- EXP 17 Os alunos tiveram facilidade em utilizar os jogos digitais.

6. **Dispor Informações de Forma Clara**

   A maneira como as informações são apresentadas nos jogos digitais é crucial para sua aceitação por crianças com TEA. O uso excessivo de animações e imagens pode causar desconforto e levar à rejeição do aplicativo. Portanto, é essencial que apenas as informações necessárias para atrair o interesse e realizar a tarefa proposta sejam exibidas, evitando uma interface sobrecarregada que possa dificultar a experiência do usuário.

   - LIT 04 Suporte visual é ferramenta essencial para facilitar a comunicação, a compreensão e a aprendizagem de indivíduos com TEA. O uso de elementos visuais pode ajudar a organizar informações de maneira clara e acessível, permitindo que a pessoa com TEA compreenda e se envolva melhor com as atividades propostas.
   - LIT 08 A criação de uma interface inadequada pode gerar dificuldades na compreensão das tarefas e, em alguns casos, desencadear comportamentos agressivos em determinados usuários. Isso ocorre porque interfaces confusas ou mal planejadas podem causar frustração, especialmente em crianças com TEA, que podem ter maior sensibilidade a mudanças inesperadas ou complexidade excessiva.
   - LIT 11 As cores desempenham um papel significativo na interação de crianças autistas com ferramentas de aprendizagem.
   - LIT 12 A tipografia é fundamental no projeto de interfaces digitais, podendo ser determinante na experiência do usuário.
   - EXP 04 Evitar o uso de animações nas cenas do jogo.
   - EXP 05 Cuidado com a combinação de cores utilizada.

7. **Oferecer Suporte Visual**

   Crianças com TEA tendem a ser muito visuais, prestando atenção ao que é apresentado e tentando replicar o que foi demonstrado. Nesse sentido, o uso de tutoriais pode ser extremamente útil na correta execução das tarefas. Demonstrar o que deve ser feito e simular determinados eventos ajuda os usuários a compreender as instruções e a realizar as atividades propostas de maneira mais eficiente.

Deste modo, é importante que os aplicativos tentem demonstrar o que deve ser feito, seja com o uso de narração explicativa, animações com a demonstração do que deve ser feito ou vídeo explicativo. As ocorrências relacionadas a esse AN foram as seguintes:

- LIT 04 Suporte visual é ferramenta essencial para facilitar a comunicação, a compreensão e a aprendizagem de indivíduos com TEA. O uso de elementos visuais pode ajudar a organizar informações de maneira clara e acessível, permitindo que a pessoa com TEA compreenda e se envolva melhor com as atividades propostas.
- LIT 10 Sistemas de comunicação usando figuras são frequentemente utilizados para auxiliar indivíduos com TEA.
- EXP 02 Utilização de suporte visual na elaboração dos jogos digitais.
- EXP 08 Usar tutoriais para auxiliar o entendimento da criança.

8. **Utilizar Mecânica Simples**

   Durante os ciclos de experimentação, foram utilizadas diversas mecânicas para atrair a atenção das crianças e estimular o uso dos aplicativos. No entanto, é fundamental que a mecânica seja simples e que exija pouco esforço para ser utilizada, garantindo a inclusão efetiva de todos os usuários.

   Algumas crianças podem ter limitações motoras que dificultam o uso de recursos complexos, tornando a tarefa muito trabalhosa. Por exemplo, ao trabalhar com alfabetização, uma mecânica que exija muitos cliques ou movimentos pode desviar do objetivo central do jogo.

   Assim, a mecânica deve ser adequada à tarefa proposta, evitando comandos complexos que possam comprometer a experiência da criança.

   - LIT 01 A TA é uma ferramenta relevante para o desenvolvimento das habilidades motoras dos indivíduos, devendo ser adaptadas as necessidades para a qual se destina.
   - LIT 03 Através de dispositivos tecnológicos são trabalhas as habilidades motoras através da interação com os dispositivos de entrada.
   - EXP 03 Exploração de diferentes mecânicas e formas de interação.
   - EXP 09 Dificuldades na utilização das funcionalidades propostas devido a jogabilidade.
   - EXP 11 Problemas na execução da mecânica proposta.

Estes AN têm como objetivo auxiliar o desenvolvedor de software no processo de criação de aplicativos voltados para crianças com TEA. Neles, são destacados diversos pontos importantes que frequentemente são negligenciados pelas equipes de desenvolvimento.

O processo tradicional de desenvolvimento de software geralmente envolve a identificação de um problema, o desenvolvimento de uma solução digital e a entrega ao cliente.

No entanto, no contexto específico desta tese, ao seguir os AN propostos, o programador terá uma base sólida para evitar problemas recorrentes identificados ao longo dos ciclos de experimentos. Isso encurta o caminho para a construção de um aplicativo inclusivo e adequado ao público-alvo, reduzindo a incidência de erros comuns no desenvolvimento de softwares voltados para o TEA.

As equipes de desenvolvimento podem se orientar pelos AN e aplicá-los em diferentes etapas da concepção do aplicativo. Entretanto, o desenvolvimento deste tipo de aplicativo digital apresenta uma série de desafios e requer competências que vão além da simples compreensão do que precisa ser feito e como isso deve ser implementado.

Há a preocupação com a implementação técnica, o domínio das tecnologias adequadas e o conhecimento que a equipe precisa ter para realizar a tarefa. Além disso, o design do aplicativo é um aspecto crucial, envolvendo o uso de interfaces gráficas do usuário, do inglês *Graphical User Interface* (GUI) adequadas, combinações de cores harmoniosas, fluidez entre as telas e a disposição dos elementos. Mesmo com diretrizes claras, essas etapas são complexas e muitas vezes difíceis de serem executadas por equipes de desenvolvimento enxutas.

Outro ponto importante é que muitos dos aplicativos voltados para crianças com TEA são desenvolvidos em ambientes acadêmicos, como parte de projetos de pesquisa, conduzidos por equipes compostas por orientadores e bolsistas. Esse cenário se torna ainda mais desafiador, pois, idealmente, seria necessária uma equipe multidisciplinar para a criação desses aplicativos digitais. Na prática, entretanto, as equipes são frequentemente limitadas a profissionais da área de desenvolvimento de software, o que pode dificultar a implementação de soluções mais abrangentes.

Portanto, além dos AN desenvolvidos, é essencial oferecer ao desenvolvedor de software uma ferramenta mais intuitiva para a criação desse tipo de jogo digital. Nesse sentido, foi criado o *template* +Ludus, que consolida os AN em um modelo prático de desenvolvimento, visando facilitar a criação de novos jogos digitais voltados para o público TEA. Na Seção 9.2, apresentada a seguir, é apresentado o *template* criado.

9.2 Template +Ludus

O +Ludus é uma solução desenvolvida para auxiliar os desenvolvedores na criação de jogos digitais voltados a crianças com TEA, tendo como referência os Aspectos Norteadores previamente definidos. A premissa do *template* é materializar conceitos abordados durante o desenvolvimento da tese para propor algo prático que o desenvolvedor possa utilizar na implementação de soluções voltadas ao público-alvo. Neste template são apresentas concepção de telas, componentes, mecânica e navegação projetadas para atender as necessidades de crianças com TEA.

Considerando que, a partir do segundo ciclo de experimentação, todos os jogos foram desenvolvidos utilizando a *Engine Unity*, o template +Ludus foi implementado para ser executado nesta *Engine*, sendo incorporado como um facilitador do processo de desenvolvimento.

A Unity permite a criação de jogos para diversas finalidades, incluindo 3D, Realidade Aumentada e Realidade Virtual. Para facilitar a construção de aplicativos com objetivos específicos, a ferramenta oferece uma série de templates pré-definidos, que disponibilizam configurações, componentes, bibliotecas e recursos adequados. Por exemplo, se o usuário deseja criar um aplicativo voltado para Realidade Virtual, pode selecionar o template "Virtual Reality 3D", o qual já apresenta APIs básicas, tipos de câmera e modelos de objetos ajustados para esse tipo de aplicação.

A partir dessa possibilidade o +Ludus foi disponibilizado como um**template** complementar a Unity. Para incorporar o *template* +Ludus dentro da *Engine* é necessário instalar o arquivo correspondente na pasta de *templates* da *Unity*. Após isso, a opção estará disponível, como ilustrado na Figura 44, permitindo ao usuário criar uma aplicação com base no *template* desenvolvido.

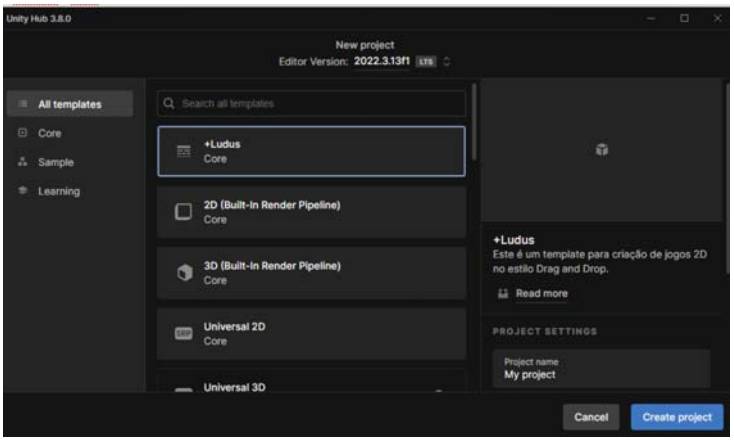


Figura 44 – Seleção do template +Ludus na Engine Unity

O novo projeto criado usa o formato 2D, contendo uma série de componentes, telas de exemplo e *scripts* pré-definidos para auxiliar o desenvolvedor. Considerando que o *template* foi criado a partir dos aspectos norteadores, as seguintes implementações

foram realizadas:

- **Ser Multiplataforma**: A estrutura das cenas oferece uma configuração padrão que permite responsividade em diferentes resoluções. Além disso, a mecânica proposta possibilita interação tanto via mouse quanto *touchscreen*.
- **Seguir os Preceitos do DUA**: A estrutura das cenas é projetada para ser acessível a uma ampla gama de usuários. São fornecidos exemplos de cena, transição entre atividades e componentes que simplificam o uso e facilitam a adaptação de materiais físicos ao contexto digital.
- **Criar Elementos com Tipografia Adequada e Iconografia Clara**: Todos os componentes textuais utilizam a fonte Roboto, que foi bem-sucedida no terceiro ciclo de experimentos, sendo uma fonte sem serifa amplamente usada em sistemas operacionais. O *template* oferece uma coleção de ícones para transição entre telas e interação com as funcionalidades do jogo, diretamente relacionados às suas respectivas tarefas.
- **Usar Sons para Orientar e Estimular**: Na pasta de sons, estão disponíveis áudios de estímulo, como palmas e frases como "Muito Bem" ou "Tente Novamente", para serem incorporados em momentos relevantes do jogo. Cada componente clicável vem com um áudio associado, permitindo que o desenvolvedor adicione sons explicativos no momento do clique.
- **Utilizar Conceitos de Gamificação**: O *template* é projetado para incluir várias fases, nas quais o usuário deve completar tarefas para "vencer". A ideia é que o usuário avance nas fases e, como recompensa, receba um troféu ao completar os desafios propostos.
- **Dispor Informações de Forma Clara**: O +Ludus inclui sugestões de como organizar as cenas e os botões, além de uma paleta de cores que evita contrastes visuais inadequados. O *template* oferece uma GUI com elementos que, quando combinados corretamente, ajudam a formar cenas com informações claramente dispostas para o usuário.
- **Oferecer Suporte Visual**: Todas as ações que precisam ser realizadas no jogo contam com indicações visuais claras. São criados indicativos de onde o usuário deve clicar, e a navegação entre telas é padronizada, com elementos posicionados sempre nos mesmos locais e em tamanhos adequados, evitando que o usuário tenha que procurar onde clicar.
- **Utilizar Mecânica Simples**: A mecânica básica das atividades usa o conceito de *Drag and Drop*. A premissa dos jogos criados com o *template* é permitir a

associação de objetos movendo-os de um ponto A a um ponto B. O usuário deve identificar uma tarefa específica e, para concluí-la, selecionar um elemento na cena e arrastá-lo até o local designado.

O *template* implementado permite a criação de projetos voltados ao aprendizado de indivíduos com TEA por meio de jogos do tipo *Drag and Drop* (Arrastar e Soltar). A premissa dos jogos é permitir a associação entre objetos através do seu deslocamento “de um ponto A à um ponto B". Ou seja, o usuário deve identificar uma tarefa específica e, para concluí-la, selecionar um elemento na cena e arrastá-lo até o local designado.

A escolha desta forma de interação foi baseada nas metas delineadas pela Base Nacional Comum Curricular para Educação Infantil (BNCCEI[1]) entre as quais destacam-se o estímulo ao estabelecimento de relações entre objetos, e o incentivo à coordenação motora (Barbosa; Silva, 2010), além da simplicidade na utilização e implementação de melhorias.

9.2.1 Componentes reutilizáveis do *template* +Ludus

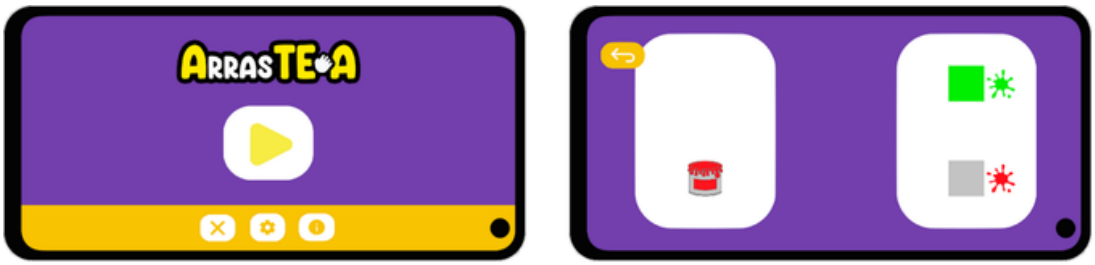
Ao se criar um projeto usando o *template*, diversos componentes de código e de *layout* são fornecidos aos desenvolvedores. Estes componentes visam auxiliar a construção de aplicativos inclusivos, sendo disponibilizados modelos de botões, ícones, painéis e sugestão de combinação de cores que o usuário pode aplicar.

No ambiente da *Unity*, esses componentes são chamados de *prefabs*, um tipo especial de componente que permite que objetos do jogo sejam configurados e salvos no projeto para reutilização. Os principais *prefabs* do *template* são:

- **Botões**: modelos de botões *fechar*, *configurações*, *avançar*, *voltar*, *tutorial*, *tela de créditos* e *tela inicial*. Todos têm uma iconografia específica e permitem a personalização de cores;
- **Barra de menu**: responsável por organizar os botões que podem ser usados nas tela do jogo. Esta barra é comumente utilizada na tela inicial e ao completar uma fase do jogo; e
- **Painéis**: consistem em *prefabs* com modelos de painel vertical e horizontal. Esses *prefabs* incluem o painel e os botões de *voltar* e *avançar*, organizados na tela de forma a facilitar a utilização pelo programador.

A Figura 45 apresenta duas telas que utilizam os *prefabs* em uma aplicação criada a partir do *template* +Ludus.

[1]Disponível em http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/#infantil/os-objetivos-de-aprendizagem-e-desenvolvimento-para-a-educacao-infantil



(a) Tela com menu e botões oriundos do Prefab (b) Exemplo de uso de painel vertical

Figura 45 – Exemplos de aplicação dos *prefabs* em telas do jogo.

Adicionalmente, o *template* oferece ao desenvolvedor uma pasta com exemplos de telas prontas que podem ser utilizadas e adaptadas na criação de jogos, incluindo modelos de tela inicial, seleção de fase, créditos e final de fase.

Estes modelos auxiliam o desenvolvedor tanto a usar corretamente os componentes oferecidos, quanto a conseguir montar as telas básicas da aplicação de forma simples e rápida.

A Figura 46 apresenta dois exemplos de tela. A da esquerda destaca a tela de seleção de fases, criada com o intuito de fornecer suporte visual a cada desafio proposto no jogo.

Na elaboração desta foi considerado que, por os jogos terem ênfase em também em crianças não alfabetizadas, o apoio visual com uso de imagens é fundamental para indicar cada tarefa sugerida. Por sua vez, a tela da direita exemplifica um exemplo de final de fase. Nesta cena é enfatizado o reforço positivo, parabenizando o usuário e destacando com um troféu que o objetivo foi atingido com sucesso.

(a) Tela de Seleção de Fase (b) Tela de Final de Fase

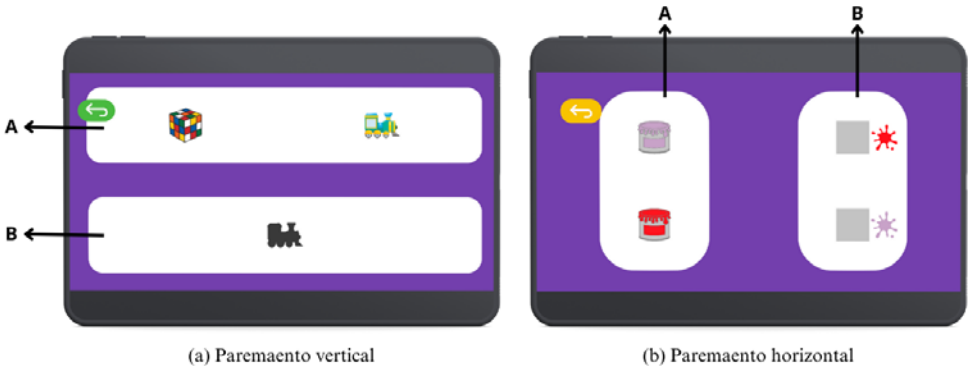
Figura 46 – Modelos de Tela disponibilizados no *template*

Para criar aplicativos *Drag and Drop* seguindo o modelo proposto no *template*, o programador não precisa criar novos scripts, necessitando apenas definir os parâmetros necessários para a execução correta da fase. Estes parâmetros contemplam a localização das imagens utilizadas em cada fase, arquivos de áudio, quantidade de elementos que devem ser exibidos, quantos níveis de dificuldade serão apresentados, qual a cena final da fase, entre outros.

9.2.2 Organização das telas do *template* +Ludus

A estrutura das cenas do jogo é fundamentada em dois painéis. A interação ocorre por meio de ações de arrastar elementos de um painel e soltar em outro. Para facilitar a compreensão, os painéis serão nomeados como painel **A** (origem), que contém os elementos que devem ser arrastados, e painel **B** (destino), onde os elementos provenientes do painel **A** devem ser soltos.

A Figura 47 apresenta exemplos de telas com painéis de pareamento vertical e horizontal. Nas telas de pareamento vertical, os painéis A e B estão dispostos um sobre o outro, permitindo ao usuário arrastar os elementos verticalmente. Já nas telas de pareamento horizontal, os painéis são alinhados lado a lado, possibilitando a interação ao arrastar elementos da esquerda para direita.



(a) Paremaento vertical (b) Paremaento horizontal

Figura 47 – Exemplos de modelo de pareamento

Por padrão, o *template* +Ludus oferece ao desenvolvedor quatro modelos de pareamento:

- **HN1 (Pareamento Horizontal N:1)** - Neste modelo, os painéis são alinhados lado a lado, com N elementos disponíveis no painel A e 1 elemento somente no painel B. O usuário deve identificar o elemento do painel A que se encaixa corretamente com o elemento disponível no painel B;
- **HNN (Pareamento Horizontal N:N)** - Assim como no HN1, os painéis deste modelo também são dispostos lado a lado. A diferença é que os dois painéis têm a mesma quantidade de N elementos, e todos devem ser pareados> Um exemplo desse modelo é destacado na Figura 47 (b);
- **VN1 (Pareamento Vertical N:1)** - Neste modelo, os painéis são alinhados um acima do outro. O painel A conta com N elementos, enquanto o painel B possui apenas 1 elemento. A Figura 47 (a) destaca um exemplo deste tipo de modelo;
- **VNN (Pareamento Vertical N:N)**: Segue o mesmo alinhamento do modelo VN1. A diferença entre eles é que ambos os painéis têm a mesma quantidade de elementos e todos devem ser pareados.

A partir dos modelos disponíveis, é possível realizar modificações na forma como os elementos são exibidos. A primeira possibilidade é adicionar um conteúdo auxiliar ao elemento que será pareado. Considerando os exemplos da Figura 47, é possível observar uma diferença na forma como os elementos são apresentados no painel B.

Na imagem (a), é apresentada apenas uma sombra que receberá o pareamento, enquanto que na imagem (b), além do retângulo cinza existe uma imagem representando uma cor. Essa imagem é o conteúdo auxiliar mencionado anteriormente, podendo ser inserido conforme a necessidade do programador. Ela funciona como um conteúdo complementar ao elemento que receberá o pareamento.

Outro recurso disponibilizado é a possibilidade de trocar a imagem que aparece quando o elemento é pareado. Por padrão, quando ocorre o pareamento, a imagem do painel B é substituída pela imagem do elemento do painel A. Caso necessário, é possível substituir a imagem do elemento do painel A por outra que seja mais relevante pro contexto da atividade. Um exemplo prático dessa funcionalidade é destacado na Figura 48, onde o objetivo é pintar o retângulo com uma determinada cor.

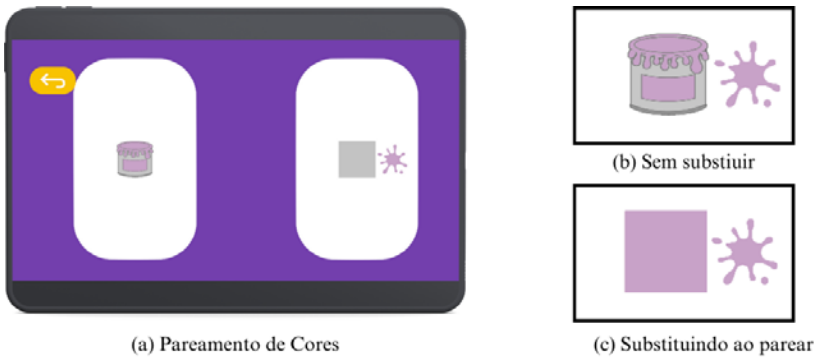


Figura 48 – Exemplo do recurso de substituição aos realizar o pareamento.

Na imagem (b) é apresentado o resultado padrão do pareamento, com a substituição do retângulo cinza pelo balde. Já na imagem (c), utilizando o recurso de troca de imagem, o retângulo cinza é "pintado" com a cor do balde.

9.2.3 Criação de Aplicativos a partir do Template

Uma vez que o desenvolvedor esteja ciente dos recursos do *template* e deseje criar um aplicativo que utilize os recursos oferecidos ele pode se beneficiar dos recursos oferecidos para otimizar o processo de desenvolvimento. Neste seção são apresentados os passos necessários para criação de uma fase completa. O modelo de fase proposto é ilustrada na Figura 49 e consiste no pareamento de brinquedos para suas respectivas sombras.

Para implementar essa fase, o desenvolvedor deve seguir os seguintes passos:

1. **Organizar os Assets**: O primeiro passo é organizar as imagens que serão utilizadas. As imagens dos brinquedos e sombras são tratadas como *sprites* e é

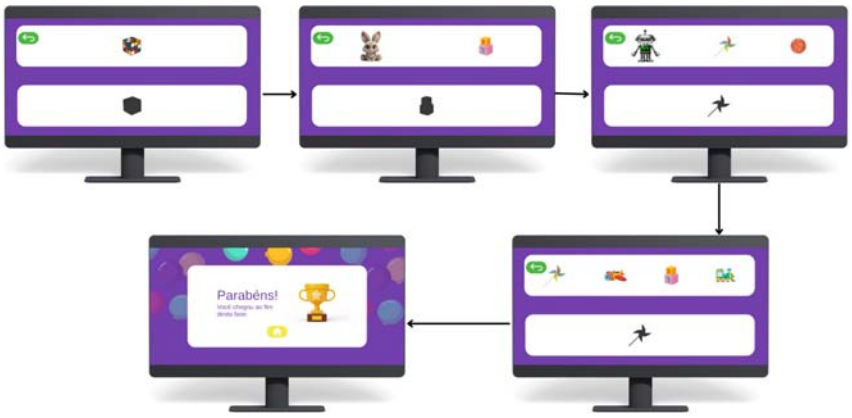


Figura 49 – Sequencia de telas para exemplificar o uso do aplicativo pelo desenvolvedor.

necessário criar uma pasta com o nome da fase (por exemplo, "brinquedos") e, dentro dela, dois arquivo: um chamado **objeto**, com as as imagens dos brinquedos e outro chamado **sombra**, com as respectivas sombras (vide Figura 51).

2. **Escolher o Modelo de Tela**: o modelo de tela é a segunda etapa. No exemplo utilizado nesta seção é utilizado o modelo **VN1**.

3. **Escolher como será apresentada as atividades**: O desenvolvedor deve projetar como quer que os desafios sejam colocados para o usuário. Neste exemplo é apresentada uma fase com quatro desafios com quantidade crescente de elementos que devem ser pareados. O primeiro desafio com 1 elemento e 1 sombra, o segundo dois elementos e uma sombra e assim por diante até terminar a fase.

4. **Configuração do Script**: Pra esta estrutura de fase o programador precisa, na aba *Inspector* da Unity, indicar a pasta onde estão os assets, o nome da cena final da final e montagem dos níveis que irão compor a fase. A estrutura de níveis consiste na quantidade de elementos q serão apresentados em cena e quantas repetições serão realizadas desse nível.

   Por exemplo, se o programador indicar que um determinado nível tem 2 elementos e 3 repetições, a fase irá apresentar 3 vezes o desafio com 2 elementos a serem mapeados. No caso do exemplo apresentado todos níveis contam com apenas uma repetição, sendo indicados no *script* conforme a Figura 50.

5. **Sons dos brinquedos**: colocar em pasta chamada **objetoSons** os áudios que devem ser tocados quando o usuário seleciona um brinquedo. Está configuração é opcional e, para manter a correspondência com as imagens, os áudios devem ser numerados na mesma ordem das imagens dos *sprites*

Seguindo essas etapas, a fase estará pronta e totalmente funcional. O desenvolvedor precisou apenas realizar configurações visuais no template, sem a necessidade de criar código adicional para que a aplicação funcione corretamente. Além disso, por

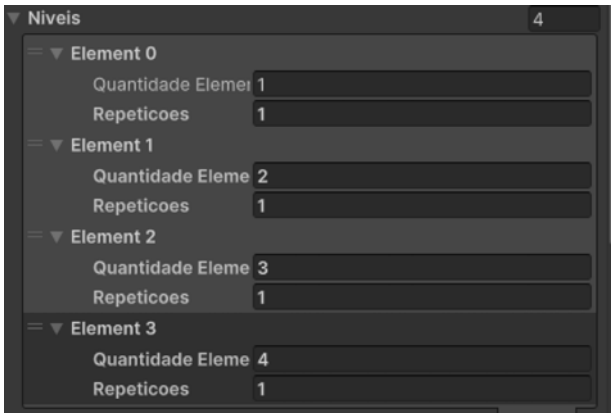


Figura 50 – Configuração dos níveis para a representação da fase

Figura 51 – Exemplo de pasta com os *assets* da fase.

padrão, os elementos da fase são dispostos de forma aleatória a cada nova jogada, o que significa que cada sessão será única. Isso aumenta o fator de rejogabilidade, já que o jogador sempre encontrará novas disposições dos elementos e sombras, garantindo uma experiência de jogo dinâmica e envolvente.

9.3 Validação

Para a validação do objeto dessa tese que compreende os aspectos norteadores e seus desdobramentos práticos através do *template* +Ludus, dois desenvolvedores de software foram convidados a utilizar o *template* para criar jogos educacionais. Nesta seção, são abordados os detalhes do processo de validação, incluindo o perfil dos participantes envolvidos, a metodologia adotada e os principais percepções fornecidas pelos desenvolvedores durante o teste do *template*.

9.3.1 Materiais e Métodos

Dois desenvolvedores de software participaram da validação, ambos vinculados a projetos de pesquisa relacionados à tese. Os programadores possuíam conhecimento básico sobre a *Unity*, tendo realizado apenas tutoriais introdutórios para se familiarizar com o funcionamento da *engine*. As atividades foram conduzidas de forma remota, seguindo os seguintes passos.

1. Apresentação de uma visão geral das principais funcionalidades do *template* e

qual tipo de aplicação pode ser desenvolvida;

2. Disponibilização de material de apoio, contendo uma série de videoaulas e documentação textual para auxiliar os desenvolvedores;

3. Definição do escopo do jogo digital de cada desenvolvedor, abordando conteúdo específico de interesse. Ficou estipulado que um programador abordaria princípios de alfabetização, enquanto o outro focaria em atividades para crianças em idade pré-escolar;

4. Designação de prazos e metas, com a definição do período 2 meses para criação de uma versão do aplicativo que seja, ao menos, um *Minimum Viable Product* (MVP)[2] que possa ser apresentado aos profissionais especializados em atendimento de crianças com TEA;

5. Realização de encontros quinzenais com cada desenvolvedor para esclarecer dúvidas e corrigir eventuais problemas encontrados; e

6. Registro das percepções de cada desenvolvedor sobre o *template* +Ludus ao longo do período em um documento específico(Apêndice F).

A partir do acompanhamento e das observações registradas, foi possível analisar todo ciclo de desenvolvimento realizado, destacando a percepção dos programadores em cada etapa. A próxima seção destaca os principais pontos de interesse constatados.

9.3.2 Percepções da validação

Os desenvolvedores que utilizaram o template foram acompanhados durante os dois meses de desenvolvimento, o que permitiu uma analise de todo processo de criação de jogos digitais tendo como base o template. Assim, os seguintes aspectos do processo foram destacados.

9.3.2.1 Instalação

A primeira etapa do desenvolvimento evidenciou a dificuldade dos desenvolvedor em instalar corretamente o *template* na *Unity*. Embora o procedimento de instalação siga o padrão da *Unity* e a documentação tenha sido disponibilizada aos programadores, instalar novos templates não é um procedimento comum para o desenvolvedor, que habitualmente criar seus projetos a partir dos templates disponibilizados pela Engine. Assim, a falta de experiência pregressa em instalação de outros *templates* na *Engine*, exigiu suporte nesta etapa.

[2]Em português, Produto Mínimo Viável, artefato que indica a versão mais básica e enxuta de um produto ou serviço, que pode ser lançada com o menor esforço possível e menos recursos, como forma de teste.

9.3.2.2 Disposição dos Assets

A familiarização da estrutura de arquivos e recursos disponíveis no template também foi relatada dificuldade pelos desenvolvedores. A recomendação da *Unity* é organizar cada tipo de recurso em uma pasta específica, tais como pasta **PreFabs** para o prefabs criados, **Scripts** para os scripts desenvolvidos, e assim por diante. No entanto, foi relatada dificuldade na identificação dos artefatos dispostos em pastas específicas do projeto pastas específicas do template, como a relacionada as fases do projeto, disposição das imagens e sons de cada fase e identificação dos modelos de componentes e telas propostos.

A orientação de uso dessas pastas está disposta na documentação e conteúdo de vídeo disponibilizado, no entanto, por se tratar de algo novo, os desenvolvedores apresentaram dificuldade em identificar de localizar os artefatos disponíveis o que é esperado na etapa de adaptação inicial ao modelo de desenvolvimento proposto.

9.3.2.3 Imagens

Quanto ao uso de imagens, a criação das fases requer a organização de uma pasta contendo as imagens que devem ser apresentadas em um arquivo único para cada tipo de elemento da cena. Ou seja, é necessário juntar diversas imagens, preservando suas características e configurações. Os desenvolvedores relataram que esse processo é de baixa complexidade. No entanto, ambos destacaram a necessidade de se ter um conhecimento básico a respeito de ferramentas de edição de imagem e de compreender da forma adequada como preparar esses recursos visuais.

9.3.2.4 Criação de Cenas

A tarefa de criar as cenas foi considerada uma tarefa simples. Os desenvolvedores destacaram que os modelos de tela facilitaram a criação das fases do jogo, estes já apresentam a configuração básica pronta. Também foi destacado positivamente que muitos elementos são autoexplicativos, como as caixas de utilização do material auxiliar, os *prefabs* e os exemplos de tela.

9.3.2.5 Uso de Áudio

O *template* estimula, por meio da configuração dos elementos de cada cena, a utilização de áudio para auxiliar o usuário na utilização das tarefas. Estes áudios podem ser acionados quando o usuário interage com elementos da cena ou tenta completar uma tarefa. Esse recurso visa proporcionar um *feedback* positivo sempre que o usuário não conseguir executar uma tarefa corretamente, incentivando-o a tentar novamente.

Se a tarefa for concluída com sucesso, uma mensagem de parabéns é emitida. Os programadores relataram alguma dificuldade na manipulação desse conteúdo, desta-

cando que poderia haver uma documentação específica explicando como customizar os arquivos de áudio padrão do *template*.

9.3.3 Jogos criados a partir do *template* +Ludus

O processo de validação do *template* +Ludus consistiu em um ciclo de desenvolvimento de dois meses. Neste período os dois programadores que participaram do processo projetaram, implementaram e disponibilizaram um jogo digital, cada qual abordando competências específicas do aprendizado infantil.

Esta seção apresenta os MVP desenvolvidos, abordando as principais características de cada um e como foi a integração da proposta com os recursos do *template*.

9.3.3.1 Amigos da Floresta

Nesta proposta, o desenvolvedor ficou com a tarefa de criar uma aplicação cujo conteúdo abordado deveria estar relacionado com as competências pré-escolares, tendo como base a BNCCI. Assim, para essa tarefa foram selecionados os conteúdos *identificação de formas* e *reconhecimento de cores*.

O jogo desenvolvido, intitulado *Amigos da Floresta*, utiliza desenhos de animais para abordar as competências selecionadas. Seus desafios foram divididos em quatro fases: *Identificar Elementos*, *Pintar Animal*, *Completar Imagem* e *Associar por Cores*. Entre as fases desenvolvidas, duas apresentaram particularidades que necessitaram de suporte e, eventualmente, de implementação de ajustes no *template*: *Associar por Cores* e *Completar Imagem*. A Figura 52 destaca telas destas fases específicas.

(a) Associar por Cores (b) Completar Imagem

Figura 52 – Fases do jogo *Amigos da Floresta.*

O objetivo proposto da fase *Completar Imagem* consiste em identificar e incluir a metade faltante de uma determinada imagem. Neste caso, o desafio para o programador, que difere do modelo existente no *template*, é que o elemento deve ser arrastado para um ponto dentro do conteúdo auxiliar. Ou seja, o local onde o elemento deve ser solto está sobreposto à imagem auxiliar, exigindo um encaixe na área definida.

O problema encontrado consistiu na forma como é realizado redimensionamento das imagens no *template*, onde o tamanho padrão definido para adicionar um elementos no *prefab* era de 100x100. Este padrão ocasionou distorções em alguns elemen-

tos da cena. Para corrigir este problema, foram adicionados parâmetros ao *script* de tratamento de imagens, possibilitando ajustar o dimensionamento da imagem, considerando as dimensões originais da imagem como referência para visualização.

Já na fase *Associar por Cores*, a atividade consiste no usuário selecionar um elemento e o aplicativo informar, em tempo de execução, qual a cor este elemento deve ser associado. A dificuldade desta atividade residia na ausência de um indicativo claro para o usuário sobre a cor na qual o elemento deveria ser colocado.

A solução encontrada foi usar o comando de áudio acionado quando o usuário seleciona um elemento na tela. Este recurso é usado habitualmente para nomear o elemento, por exemplo, quando o usuário seleciona um cachorro é emitido o som "Cachorro". Neste caso, o programador usou esse recurso para informar o que deveria ser feito com o elemento, criando áudios como “Colocar cachorro na cor vermelha". Esta solução destaca que os recursos oferecidos pelo *template* podem ser adaptados conforme a necessidade da aplicação desenvolvida.

9.3.3.2 Jogo das Letras

O aplicativo *Jogo das Letras* abordou o reconhecimento de letras e contagem silábica. O jogo, que tem como público-alvo crianças dos anos finais da pré-escola e anos iniciais do ensino fundamental, possui quatro fases: *Vogais*, *Consoantes*. *Conta Sílabas*, *Arrasta Sílabas*.

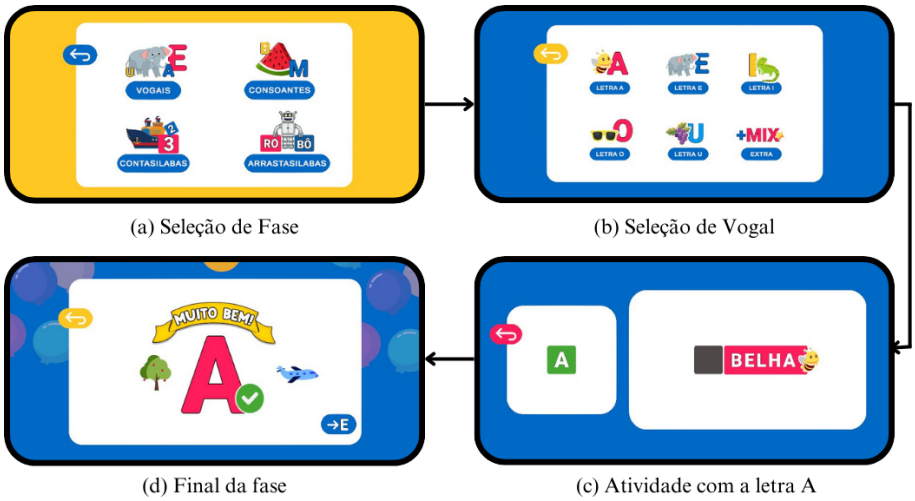
No desenvolvimento deste jogo, também foi relatada dificuldade com o redimensionamento das imagens na cena. A solução para esse problema foi a mesma adotada no aplicativo *Amigos da Floresta*, ou seja, usar como base o tamanho original de cada imagem. Durante a criação das fases, o programador apresentou dúvidas com relação a responsividade dos elementos, disposições dos painéis na cena, organização do conteúdo auxiliar e a possibilidade de ter subseções no jogo.

Neste aplicativo, o tamanho de um dos painéis é menor que o modelo, necessitando que imagem tenha dimensões compatíveis para não extrapolar a área disponível. Outro ponto destacado é a inclusão de telas adicionais de seleção. O usuário, ao clicar em *Vogal*, por exemplo, ao invés de jogar a fase associada (funcionamento padrão do *template*), é direcionado para uma outra fase de seleção, onde pode selecionar com qual vogal deseja jogar. Processo semelhante acontece ao final da fase, onde é possível que o usuário volte para a tela inicial ou siga para próxima letra.

A Figura 53 apresenta a sequência de telas para realização de atividades da letra **A**.

9.3.4 Resultados Obtidos

Com o ciclo de desenvolvimento concluído é possível afirmar que o *template* foi uma ferramenta relevante para auxiliar a criação dos jogos digitais. Ela agiliza o pro-



(a) Seleção de Fase (b) Seleção de Vogal

(d) Final da fase (c) Atividade com a letra A

Figura 53 – Sequência de telas para realizar atividades com a letra A

cesso de desenvolvimento e contribui para a criação de aplicações que seguem o padrão construído a partir dos aspectos norteadores que guiaram o desenvolvimento do *template* +Ludus.

Ambos os programadores, a partir do momento que se familiarizaram com a estrutura do *template*, demonstraram entusiasmo em projetar e implementar as fases dos respectivos jogos, buscando soluções que convergem o conteúdo abordado com a mecânica oferecida. O resultado deste processo são dois jogos digitais que cumprem os requisitos propostos e estão aptos a serem apresentados para os profissionais especialistas e, em um segundo momento, serem utilizados pelo público-alvo a que se destinam.

9.4 Discussão

Este Capítulo destacou os artefatos de software desenvolvidos par auxiliar a criação de soluções digitais com ênfase em crianças com TEA. São destacando os AN criados e a sua implementação no *template* +Ludus. Consultando os AN elaborados, o desenvolvedor pode ser auxiliado no processo de concepção e criação de aplicativos digitais, evitando erros e práticas ruins que prejudiquem a experiência do usuário.
.

Do mesmo modo, os aspectos elencam sugestões que podem tornar os jogos mais atrativos e inclusivos. Complementarmente foi desenvolvido um *template* que materializa alguns desses aspectos para que estes possam ser utilizados por programadores para auxiliar o desenvolvimento de jogos digitais voltados a crianças com TEA.

Esse *template* apresenta uma série de componentes, modelos de tela, sugestão de cores e mecânica que tendem a facilitar o trabalho do desenvolvedor de software. Considerando uma aplicação no estilo *Drag and Drop*, a mecânica padrão do *template*, é possível criar uma aplicação completa sem a necessidade de programação

adicional, sendo necessário usar corretamente os componentes, organizar os *assets* conforme o padrão estabelecido e configurar visualmente o script principal.

O desenvolvedor tem a disposição uma lista de aspectos norteadores e um *template* prático para que seja possível visualizar e implementar os aspectos apresentados. Este *template* é relevante, especialmente quando se considera o desenvolvimento de jogos digitais voltados a indivíduos com TEA em ambiente acadêmico, onde é recorrente a disponibilidade de equipes enxutas de desenvolvimento, com poucos especialistas em cada área.

O uso do *template* +Ludus por desenvolvedores resultaram em dois MVP onde os desenvolvedores, mesmo com básico conhecimento das tecnologias utilizadas, conseguiram criar um produto funcional, contemplando as competências previamente definidas e, uma vez familiarizados com a estrutura do *template*, conseguiram produzir diversos desafios nos jogos propostos com facilidade.

10 CONCLUSÃO

Esta tese investigou o processo de desenvolvimento de soluções digitais com ênfase em crianças autistas e propôs artefatos de software para auxiliar o desenvolvedor a criar aplicações eficaz as necessidades do público-alvo. Este capítulo apresenta e discute as conclusões e contribuições da Tese. A seção a seguir discute os resultados acerca dos objetivos e questões de pesquisa (Item 10.1; segue com uma discussão sobre as contribuições do trabalho (Item 10.3) e as limitações da tese (Item 10.4); finalizando com as oportunidades de desdobramentos em trabalhos futuros (Item 10.5)

10.1 Discussão sobre os objetivos e questões de pesquisa

Todo o desenvolvimento desse trabalho teve por objetivo gerar artefatos de software que apoiem os desenvolvedores de software no processo de criação de soluções digitais voltadas a crianças com TEA. Nesse sentido, o cumprimento de todos dos objetivos específicos, listados a seguir, conferem uma base sólida na proposição do produto final da Tese.

- **OE1** - Identificar as metodologias utilizadas na literatura para desenvolvimento de aplicações voltadas a indivíduos com TEA;
- **OE2** - Identificar guias de boas práticas/diretrizes que auxiliam o desenvolvimento de soluções voltadas à crianças autistas;
- **OE3** - Criar aspectos norteadores para auxiliar o desenvolvimento de aplicativos voltados a crianças autistas;
- **OE4** -Criar ao menos quatro soluções digitais voltados a crianças com TEA; e
- **OE5** - Implantar e validar as soluções criadas.

As considerações acerca das questões de pesquisa são apresentadas nas seções 10.1.1, 10.1.2 e 10.2

10.1.1 QP1 - Processos para desenvolvimento de software convencionais atendem as necessidades para a criação de soluções voltadas a crianças com TEA?

Esta questão foi respondida a partir da pesquisa bibliográfica apresentada no Capítulo 4, bem como com as experimentações iniciais apresentadas no Capítulo 6.

O processo de desenvolvimento voltado a crianças com TEA deve levar em considerações aspectos particulares, desde a concepção até o a validação com usuário final. É necessário compreender a dinâmica dos atendimentos realizados com as crianças e as particularidades dos atores envolvidos, que, dependendo do nível de suporte necessário, podem demandar necessidades específicas no processo de construção dos softwares.

Fica comprovada a necessidade de considerar as particularidades dos indivíduos com TEA no processo de desenvolvimento, como pode-se observar nas evidências LIT 01, LIT 02, LIT 03, LIT 04, LIT 05, LIT 06, LIT 07, LIT 08, LIT 09, LIT 10, ESP 01, ESP 02 e ESP 03 elencadas durante a pesquisa e descritas no próximo parágrafo.

- LIT 01 TA é uma ferramenta relevante para o desenvolvimento das habilidades motoras dos indivíduos, devendo ser adaptadas as necessidades para a qual se destina.
- LIT 02 Tecnologia pode ser utilizada para trabalhar os sentidos do usuário, dentre os quais a audição é uma forma comum de percepção das saídas do sistema computacional.
- LIT 03 Através de dispositivos tecnológicos são trabalhas as habilidades motoras através da interação com os dispositivos de entrada.
- LIT 04 Suporte visual é ferramenta essencial para facilitar a comunicação, a compreensão e a aprendizagem de indivíduos com TEA. O uso de elementos visuais pode ajudar a organizar informações de maneira clara e acessível, permitindo que a pessoa com TEA compreenda e se envolva melhor com as atividades propostas.
- LIT 05 O DUA consiste em um conjunto de estratégias que visa reduzir barreiras de aprendizagem, promovendo múltiplos meios de envolvimento, representação e expressão.
- LIT 06 Os jogos digitais oferecem uma forma lúdica e instigante de aprendizagem. Em ambientes educacionais e terapêuticos, eles podem combinar entretenimento com ensino de maneira envolvente e interativa.

- LIT 07 A tecnologia pode ser uma importante aliada no desenvolvimento de atividades que visam trabalhar a capacidade de lidar com sons, uma competência frequentemente abordada no tratamento de crianças com TEA. Essas soluções permitem que as crianças sejam expostas de forma segura e progressiva a diferentes sons, ajudando-as a desenvolver maior tolerância e a lidar melhor com ambientes sonoros desafiadores.
- LIT 08 A criação de uma interface inadequada pode gerar dificuldades na compreensão das tarefas e, em alguns casos, desencadear comportamentos agressivos em determinados usuários. Isso ocorre porque interfaces confusas ou mal planejadas podem causar frustração, especialmente em crianças com TEA, que podem ter maior sensibilidade a mudanças inesperadas ou complexidade excessiva.
- LIT 09 A maioria dos trabalhos analisados no MSL são voltadas para crianças com TEA.
- LIT 10 Sistemas de comunicação usando figuras são frequentemente utilizados para auxiliar indivíduos com TEA.
- ESP 01 O diagnóstico do autismo é complexo, podendo envolver um período de avaliação que pode demorar anos para ser fechado.
- ESP 02 O grau de severidade do autismo e as particularidades do indivíduo atendido influencia na elaboração das atividades propostas, na forma de atendimento e, consequentemente, nas soluções digitais desenvolvidas.
- ESP 03 O apoio de materiais físicos no desenvolvimento das atividades em terapias e atendimentos especializados auxilia na compreensão das competências por parte dos indivíduos atendidos.

Esta questão está relacionada ao cumprimento dos objetivos específicos: **OE1 e OE2**.

10.1.2 QP2 - Quais diretrizes e boas práticas podem ser implementadas para orientar o desenvolvimento de aplicativos voltados para crianças autistas?

Nos três ciclos de experimentação apresentados nos Capítulos 6, 7 e 8, onde foi relatado o desenvolvimento de soluções digitais voltadas a crianças com TEA, foi possível evidenciar diretrizes relevantes a serem consideradas, bem como a aplicação de boas práticas que auxiliaram as soluções desenvolvidas a ter maior aceitação com os profissionais especializados.

No processo de desenvolvimentos foi possível constatar as evidências ESP 04, ESP 05, ESP 06, ESP 07, EXP 01, EXP 01, EXP 02, EXP 03, EXP 04, EXP 05, EXP 06, EXP 07, EXP 08, EXP 09, EXP 10, EXP 11, EXP 12 apresentadas no próximo parágrafo.

- ESP 04 Uso de jogos é uma técnica constantemente usada nos atendimentos.
- ESP 05 A maioria dos atendimentos realizados com indivíduos com TEA são tem como pacientes, crianças em idade entre 2 e 9 anos.
- ESP 06 Aplicativos digitais desenvolvidos devem ser concebidos para diferentes dispositivos.
- ESP 07 A utilização de elementos visuais inadequados tende a dificultar a compreensão de crianças com TEA.
- EXP 01 Uso de material concreto associado ao conteúdo digital.
- EXP 02 Utilização de suporte visual na elaboração dos jogos digitais.
- EXP 03 Explorar diferentes mecânicas e formas de interação.
- EXP 04 Evitar o uso de animações nas cenas do jogo.
- EXP 05 Cuidado com o uso das cores.
- EXP 06 Uso de conteúdo multimídia como sons para auxiliar o usuário com orientações e auxílio na tomada de decisão.
- EXP 07 Cuidado com a iconografia, usar ícones que sejam claros quanto ao significado do que se deseja representar e corretamente dispostos na tela.
- EXP 08 Uso de tutoriais para auxiliar o entendimento do usuário.
- EXP 09 Dificuldades na utilização das funcionalidades propostas devido a jogabilidade.
- EXP 10 Importância da gamificação nos aplicativos desenvolvidos.
- EXP 11 Problemas na execução da mecânica proposta.
- EXP 12 Relevância de criar aplicativos compatíveis com diferentes dispositivos.

A partir destas evidências, foi possível criar os AN propostos neste trabalho e cumprir o **OE3**.

10.2 QP3 - Como desenvolver soluções digitais acessíveis voltadas para crianças autistas?

Ao longo do desenvolvimento da tese foram listadas 11 soluções digitais e suas principais caraterísticas. Estas soluções foram desenvolvidas e aprimoradas para atender os requisitos de serem acessíveis e, consequentemente, adequadas ao público-alvo. As soluções digitais desenvolvidas, bem como os desdobramentos destas na comunidade, podem ser acessados através da bio[1] do projeto resultante da tese

As soluções foram validadas em diferentes momentos dos ciclos de experimentação, como destacado nos Capítulos 6, 7 e 8 e evidenciados pelas ocorrências EXP 13, EXP 16 e EXP 17. Estas evidências são destacadas no próximo parágrafo.

- EXP 13 Criação de aplicativos inclusivos e que sigam os preceitos do DUA.
- EXP 16 A utilização dos jogos digitais trouxe grande entusiasmo e alegria para os alunos.
- EXP 17 Os alunos tiveram facilidade em utilizar os jogos digitais.

A partir dos aprendizados obtidos durante a concepção dos softwares desenvolvidos, foi possível implementar o *template* de desenvolvimento de software apresentado no Capítulo 9.

Com a realização dos ciclos de experimentação e os produtos digitais gerados a partir disso, cumpre-se os objetivos específicos **OE54 e OE5**.

10.3 Contribuições da tese

Dentre as contribuições proporcionadas por este trabalho, destaca-se, no nível conceitual, a identificação de abordagens, tendências e aspectos tecnológicos voltados ao desenvolvimento de soluções digitais para indivíduos com TEA, por meio do MSL. Nesse contexto, foi produzida uma série de trabalhos relacionados à revisão bibliográfica realizada.

Zen; Siedler; Costa; Tavares (2022) discutem de forma abrangente o mapeamento realizado, relatando os resultados iniciais e apresentando as tendências e percepções observadas no MSL, além de uma proposição preliminar de uma taxonomia de classificação das Tecnologias Assistivas (TA) voltadas a indivíduos com TEA, identificadas nesta revisão. Já em Krause; Neto (2021), os resultados dessa discussão são ampliados. Todos os achados decorrentes da execução do MSL estão detalhados no

[1] Projeto +Ludus: https://linktr.ee/maisludus

Capítulo 4 desta tese, além da publicação dos resultados em (Zen; Siedler; Costa; Tavares, 2022; Siedler; Zen; Cardoso; Tavares, 2022a).

Outro aspecto relevante é a aproximação entre profissionais especialistas e técnicas de intervenção tecnológica. Ao longo do trabalho, 13 especialistas participaram da concepção ou validação das soluções digitais desenvolvidas, incentivando o envolvimento desses profissionais na busca por ferramentas digitais que apoiem o aprendizado de crianças com TEA. Em Siedler; Cardoso; Pinto; Tavares; Primo (2023a); Siedler; Cardoso; Krebs; Tavares (2022); Siedler; Cardoso; Tavares; Primo (2024), é destacado o processo de desenvolvimento das soluções tecnológicas e a contribuição dos especialistas nesse processo.

Os ciclos de experimentação realizados até o momento resultaram em 6 registros de software no INPI e no desenvolvimento de 14 jogos digitais voltados ao desenvolvimento de competências específicas da infância. Um dos desdobramentos da tese foi a criação do projeto +Ludus, que abrange todas as atividades derivadas da pesquisa, incluindo projetos de pesquisa, extensão e ensino, além da divulgação dos resultados obtidos.

Os artefatos desenvolvidos funcionaram como ferramentas de apoio para desenvolvedores de software na criação de soluções digitais voltadas para crianças autistas. Os AN incluem sugestões de implementação, abordando aspectos importantes de interface, mecânica e acessibilidade, que devem ser considerados pelas equipes de desenvolvimento.

O template +Ludus implementa as recomendações dos AN, facilitando a criação de aplicativos *Drag and Drop* com componentes voltados ao desenvolvimento de soluções adequadas para crianças com TEA.

Em Siedler; Cardoso; Tavares; Primo; Lemes; Schmidt (2024), são detalhadas as principais considerações de design utilizadas no *template*, enquanto em Siedler; Cardoso; Tavares; Primo; Lemes (2024) é apresentado um jogo digital para aprendizado das letras, construído a partir do *template*.

Por fim, foram publicados 17 artigos em eventos nacionais e 7 trabalhos apresentados em eventos regionais. Além disso, foram registrados 6 projetos de pesquisa relacionados à tese, detalhados na Seção 1.3.

10.4 Limitações do trabalho

Apesar das contribuições significativas deste trabalho para o desenvolvimento de soluções digitais voltadas para crianças com TEA, algumas limitações devem ser reconhecidas. Primeiramente, a aplicação prática das soluções desenvolvidas foi limitada a um grupo específico de indivíduos. Os testes foram realizados com um conjunto de especialistas, sendo que nem sempre o mesmo profissional que participou da concep-

ção de um projeto conseguiu acompanhar o ciclo de desenvolvimento e validar o que foi criado.

A dificuldade em diagnosticar TEA em crianças no Brasil é um fator que dificultou os testes dos aplicativos com o público a qual os jogos digitais foram construídos. Os profissionais que realizam atendimentos muitas vezes não tem o diagnóstico do transtorno o que dificultou testes mais direcionados, bem como a avaliação comparativa com crianças típicas.

Adicionalmente, o processo de validação das soluções digitais contou com a participação de um número restrito de especialistas e crianças. Embora as iterações realizadas tenham contribuído para ajustar e aprimorar as ferramentas, a extensão da validação foi limitada, e futuros estudos com amostras mais amplas e diversificadas podem proporcionar uma análise mais robusta da efetividade das soluções.

Por fim, seria interessante ter um acompanhamento de crianças que utilizam as ferramentas desenvolvidas por um período maior de tempo visando mensurar o impacto das soluções no desenvolvimento das crianças. Estudos futuros podem se beneficiar de um acompanhamento de longo prazo, o que permitiria observar com mais precisão os efeitos das tecnologias propostas sobre o desenvolvimento das crianças com TEA.

10.5 Trabalhos futuros

A partir das contribuições da tese e estágio atual do trabalho diversos desdobramentos podem ocorrer no intuito de dar continuidade ao que foi desenvolvido. A seguir são destacados os principais pontos que podem ser expandidos:

1. **Monitoramento das ações do usuário**:Esta funcionalidade pode ser implantada para acompanhar as interações que o usuário realiza em um determinado jogo digital desenvolvido. É possível mapear o movimento do mouse, identificar onde o usuário clicou, quanto tempo ele ficou em cada cena, se ele conseguiu completar todas funcionalidades do aplicativo, quantificar o tempo que ficou sem interagir, entre outras possibilidades. Com estes dados é possível realizar análise dos dados para identificar as dificuldades dos usuários, o perfil de comportamento de crianças com diagnóstico semelhante e buscar padrões de uso nos jogos desenvolvidos.

2. **Adaptação nas formas de interação das aplicações**:É possível explorar melhorias nas formas de interação das soluções desenvolvidas visando maior acessibilidade no seu uso. Considerando o *template* desenvolvido é interessante que o usuário possa calibrar a entrada de dados(mouse e *touch*) para permitir que a interação possa ocorrer sem que as ações do jogo tenham alto grau de precisão. É possível, por exemplo, aumentar a área onde um determinado elemento pode

ser solto na tela, adaptar o *Drag and Drop* para *Point and Click*, por exemplo, onde o usuário pega determinado elemento na tela clicando apenas, não tendo que ficar segurando o elemento até o momento de soltar na cena. A entrada de dados de forma verbal também é um recurso interessante para os usuário com limitação nos movimentos, não podendo usar as mãos para interagir.

3. **Aumentar a acessibilidade das telas**: Permitir uma customização também dos elementos dispostos em cena. Neste tópico é possível considerar o aumento do tamanho dos elementos, permitir a customização da paleta de cores utilizadas e a inclusão de suporte através de legendas, considerando usuários com problemas de audição.

4. **Gamificação Avançada e Novas Mecânicas**: Desenvolver estudos que explorem novas mecânicas de gamificação aplicadas a TA, como o uso de narração interativa, sistema de recompensa, variedade de níveis de dificuldade e uso de personagens para conduzir as atividades. É interessante explorar também o desenvolvimento de jogos digitais colaborativos, para que crianças com TEA possam interagir virtualmente com colegas, ampliando a dimensão social da aprendizagem.

5. **Parcerias e Ecossistemas de Desenvolvimento**: ampliar a apresentação das soluções desenvolvidas visando criar uma rede de colaboração para difundir a utilização das tecnologias desenvolvidas na tese. Buscar maior integração com especialistas e redes de ensino para efetivamente aplicar as ferramentas desenvolvidas em atividades regulares de crianças com TEA. Com isso é possível realizar um acompanhamento maior sobre a relevância do que foi desenvolvido e como este colabora para auxiliar o público-alvo do trabalho.

REFERÊNCIAS

ABNT. **NBR ISO/IEC 9126-1-Engenharia de Software**: Qualidade de produto. Parte 1: Modelo de Qualidade. [S.l.: s.n.], 2003.

AINSCOW, M.; BOOTH, T.; DYSON, A. **Improving schools, developing inclusion**. [S.l.]: Routledge, 2006.

AJUDAS TÉCNICAS, C. de. Tecnologia assistiva. **Brasília: Corde**, [S.l.], 2009.

ALBUSAYS, K.; LUDI, S.; HUENERFAUTH, M. Interviews and observation of blind software developers at work to understand code navigation challenges. In: INTERNATIONAL ACM SIGACCESS CONFERENCE ON COMPUTERS AND ACCESSIBILITY, 19., 2017. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2017. p.91–100.

ALKADHI, B.; ALNAFISI, G.; ALJOWAIR, L.; ALOTAIBI, L.; ALDUAIFI, N.; ALHUMOOD, R. Co-design of Augmented Reality Storybooks for Children with Autism Spectrum Disorder. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMAN-COMPUTER INTERACTION, 2020. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2020. p.3–13.

ARAÚJO, L. C.; MADEIRA, C. A. G. Jogos educacionais digitais no ensino infantil: Uma revisão sistemática da literatura. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, [S.l.], v.18, n.2, p.286–295, 2020.

ARSHAD, M. B.; SARWAR, M. F.; ZAIDI, M. F.; SHAHID, S. EAST: Early Autism Screening Tool for Preschoolers. In: CHI CONFERENCE ON HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS, 2020., 2020. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2020. p.1–14.

ARTONI, S.; BASTIANI, L.; BUZZI, M. C.; BUZZI, M.; CURZIO, O.; PELAGATTI, S.; SENETTE, C. Technology-enhanced ABA intervention in children with autism: a pilot study. **Universal Access in the Information Society**, [S.l.], v.17, n.1, p.191–210, 2018.

ASSOCIATION, A. P. et al. **DSM-5**: Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais. [S.l.]: Artmed Editora, 2014.

BALDASSARRI, S.; PASSERINO, L.; RAMIS, S.; RIQUELME, I.; PERALES, F. J. Videogame-based case studies for improving communication and attention in children with ASD. In: XIX INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMAN COMPUTER INTERACTION, 2018. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2018. p.1–8.

BANDEIRA, G. **Símbolos do autismo**: quais são e seus significados — genialcare.com.br. [Accessed 08-10-2024], https://genialcare.com.br/blog/simbolos-do-autismo/.

BAPTISTA, C. R.; BOSA, C. **Autismo e educação-reflexões e propostas de intervenção**. [S.l.]: Artmed Editora, 2002.

BARBIERI, D. **As linguagens dos quadrinhos**. [S.l.]: Editora Peirópolis LTDA, 2017.

BARBOSA, S.; SILVA, B. **Interação humano-computador**. [S.l.]: Elsevier Brasil, 2010.

BHAT, A. N. Is motor impairment in autism spectrum disorder distinct from developmental coordination disorder? A report from the SPARK study. **Physical therapy**, [S.l.], v.100, n.4, p.633–644, 2020.

BOSSAVIT, B.; PARSONS, S. Designing an educational game for and with teenagers with high functioning autism. In: PARTICIPATORY DESIGN CONFERENCE: FULL PAPERS-VOLUME 1, 14., 2016. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2016. p.11–20.

BOYD, L. E.; RANGEL, A.; TOMIMBANG, H.; CONEJO-TOLEDO, A.; PATEL, K.; TENTORI, M.; HAYES, G. R. SayWAT: Augmenting face-to-face conversations for adults with autism. In: CHI CONFERENCE ON HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS, 2016., 2016. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2016. p.4872–4883.

BOYD, L. E.; RINGLAND, K. E.; FAUCETT, H.; HINIKER, A.; KLEIN, K.; PATEL, K.; HAYES, G. R. Evaluating an iPad game to address overselectivity in preliterate AAC users with minimal verbal behavior. In: INTERNATIONAL ACM SIGACCESS CONFERENCE ON COMPUTERS AND ACCESSIBILITY, 19., 2017. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2017. p.240–249.

BRANCO, K. d. S. C.; PINHEIRO, V. M. d. S.; DAMIAN, A. L.; MARQUES, A. B. Investigating the first user experience and accessibility of educational applications for autistic children. In: BRAZILIAN SYMPOSIUM ON HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS, 19., 2020. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2020. p.1–10.

BRANCO, K. d. S. C.; SILVA PINHEIRO, V. M. da; DAMIAN, A. L.; SANTOS MARQUES, A. B. dos. Como o uso de aplicativos móveis educacionais impacta o cotidiano

de crianças autistas? Uma avaliação por meio de diários de usuário. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, [S.l.], v.29, p.1107–1136, 2021.

BRITTO, T. C. P.; PIZZOLATO, E. B. GAIA: uma proposta de um guia de recomendações de acessibilidade de interfaces Web com foco em aspectos do Autismo. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, [S.l.], v.26, n.02, p.102, 2018.

BUTT, S.; HANNAN, F. E.; RAFIQ, M.; HUSSAIN, I.; FAISAL, C.; YOUNAS, W. Say-It & Learn: Interactive Application for Children with ADHD. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMAN-COMPUTER INTERACTION, 2020. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2020. p.213–223.

CAMARGO, M. C.; CARVALHO, T. C.; BARROS, R. M.; BARROS, V. T.; SANTANA, M. Improving Usability of a Mobile Application for Children with Autism Spectrum Disorder Using Heuristic Evaluation. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMAN-COMPUTER INTERACTION, 2019. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2019. p.49–63.

CANO, S.; PALTA, A.; POSSO, F.; PEÑEÑORY, V. M. Towards designing a serious game for literacy in children with moderate cognitive disability. In: XVIII INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMAN COMPUTER INTERACTION, 2017. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2017. p.1–5.

CARDOSO, M. C. **Apropriação tecnológica e design centrado no aluno no contexto de ambientes virtuais de aprendizagem**. 2020. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) — Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

CARDOSO, R. C. Um arcabouço de referência para concepção de soluções de tecnologia assistiva de alto nível. , [S.l.], 2019.

CARDOSO, R. C.; SIEDLER, M. S.; CARVALHO, G. C. de; NETO, E. T.; TAVARES, T. A.; PRIMO, T. T. Jogos digitais para apoiar o aprendizado de crianças nos anos iniciais da educação básica. In: ESTENDIDOS DO XXII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE JOGOS E ENTRETENIMENTO DIGITAL, 2023. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2023. p.1495–1501.

CARDOSO, R. C.; TAVARES, T. A.; PRIMO, T.; SIEDLER, M. Estimulando o Aprendizado de Matemática no Ensino Fundamental: Uma Abordagem Prática Integrando Jogos Digitais e Materiais Físicos. In: WORKSHOPS DO CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 2024. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2024.

CARIA, S.; PATERNÒ, F.; SANTORO, C.; SEMUCCI, V. Supporting Young High-Functioning ASD Individuals in Learning the Concept of Money. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SMART OBJECTS AND TECHNOLOGIES FOR SOCIAL GOOD, 2017. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2017. p.374–384.

CARO, K.; TENTORI, M.; MARTINEZ-GARCIA, A. I.; ALVELAIS, M. Using the Froggy-Bobby exergame to support eye-body coordination development of children with severe autism. **International Journal of Human-Computer Studies**, [S.l.], v.105, p.12–27, 2017.

CARVALHO, A. P. de; BRAZ, C. S.; PRATES, R. O. How are games for autistic children being evaluated? In: BRAZILIAN SYMPOSIUM ON HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS, 21., 2022. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2022. p.1–13.

CASARE, A. R.; MORAES, R. L.; SILVA, C. G. Accessibility Guidelines for the Use of Tablets by Elderly: Evaluation of Proposed Changes to WCAG. In: XVI BRAZILIAN SYMPOSIUM ON HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS, 2017. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2017. p.1–10.

CERQUEIRA, J.; CLETO, B.; SYLLA, C. THAM-o jogo digital como recurso de aprendizagem da matemática. **C. de El do S. XX & U. de C.-Coimbra (Eds.), Atas do**, [S.l.], v.4, p.327–336, 2018.

CHARMAZ, K. **A construção da teoria fundamentada**: guia prático para análise qualitativa. [S.l.]: Bookman Editora, 2009.

CHRYSOSTOMO, H. B. M. Síndrome de asperger: a singularidade da criança e a importância ativa do psicopedagogo na educação. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, [S.l.], v.7, n.2, p.15–15, 2021.

CHUNG, S. J.; GHINEA, G. Towards developing digital interventions supporting empathic ability for children with autism spectrum disorder. **Universal Access in the Information Society**, [S.l.], p.1–20, 2020.

CIBRIAN, F. L.; MADRIGAL, M.; AVELAIS, M.; TENTORI, M. Supporting coordination of children with ASD using neurological music therapy: A pilot randomized control trial comparing an elastic touch-display with tambourines. **Research in Developmental Disabilities**, [S.l.], v.106, p.103741, 2020.

CIVIL, C. Lei Nº 13.146, de 6 de julho 2015. **Institui a lei brasileira de inclusão da pessoa com deficiência (estatuto da pessoa com deficiência). Brasília**, [S.l.], 2015.

COSTA, K. T. L. d.; GIACCHINI, V.; CÁCERES-ASSENÇO, A. M.; ARAÚJO, E. S. Percepção dos pais sobre hipersensibilidade auditiva de crianças com sinais clínicos de risco para o Transtorno do Espectro do Autismo. **Cadernos Brasileiros de Terapia Ocupacional**, [S.l.], v.30, p.e3038, 2022.

COSTA, V. K. d. Framework DIMETA: Princípios para o Design de Interação de aplicações para Mesas Tangíveis. , [S.l.], 2023.

COSTA, V. K. d.; ARAÚJO, R. G.; SILVA, A. B. A. d.; TEIXEIRA, A. S.; XAVIER JÚNIOR, E. D.; NOBRE, D. S.; NUNES, C. AtuAlegoria: representação interpretativa e lúdica de uma obra de Helios Seelinger como recursos assistivos para uma expografia. , [S.l.], 2023.

DEPUTADOS, C. dos. DECRETO Nº 5.296, DE 2 DE DEZEMBRO DE 2004. **Define Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Profissional Técnica de Nível Médio. Portal do MEC, Brasília, DF**, [S.l.], 2004.

DERMEVAL, D.; BITTENCOURT, I. I. Authoring gamified intelligent tutoring systems. In: WORKSHOPS DO CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 2017. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2017. v.6, n.1, p.14.

DILLON, A. Beyond usability: process, outcome and affect in human-computer interactions. , [S.l.], 2002.

DUVAL, J.; RUBIN, Z.; SEGURA, E. M.; FRIEDMAN, N.; ZLATANOV, M.; YANG, L.; KURNIAWAN, S. SpokeIt: building a mobile speech therapy experience. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMAN-COMPUTER INTERACTION WITH MOBILE DEVICES AND SERVICES, 20., 2018. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2018. p.1–12.

DYRBJERG, P.; VEDEL, M.; PEDERSEN, L. **Everyday education**: Visual support for children with autism. [S.l.]: Jessica Kingsley Publishers, 2007.

FABBRI, S.; SILVA, C.; HERNANDES, E.; OCTAVIANO, F.; DI THOMMAZO, A.; BELGAMO, A. Improvements in the StArt tool to better support the systematic review process. In: OF THE 20TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON EVALUATION AND ASSESSMENT IN SOFTWARE ENGINEERING, 2016. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2016. p.1–5.

FAGUNDES, V. A. C. et al. Avaliação de estratégias de visualização em dados climáticos: uma análise através da perspectiva do usuário. , [S.l.], 2017.

FARIAS, E.; CUNHA, M.; SOUZA, J. W. Abc autismo? uma aplicaçao mobile para auxiliar no processo alfabetizador de crianças com autismo. In: WORKSHOPS DO CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 2015. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2015. v.4, n.1, p.232.

FERREIRA, R.; SIEDLER, M.; CARDOSO, R. Orbit A.R.: Olhando para o cosmos através da Realidade Aumentada. In: BRAZILIAN SYMPOSIUM ON MULTIMEDIA AND THE WEB, 2022. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2022.

FILHO, J. G. **Gestalt do objeto**: sistema de leitura visual da forma. [S.l.]: Escrituras Editora, 2008.

FLETCHER-WATSON, S.; PAIN, H.; HAMMOND, S.; HUMPHRY, A.; MCCONACHIE, H. Designing for young children with autism spectrum disorder: A case study of an iPad app. **International Journal of Child-Computer Interaction**, [S.l.], v.7, p.1–14, 2016.

FLORES, G. L. M.; CRESTANI, A. V.; BAUER, R.; MOMBACH, J.; MONTANHA, A. Design Participativo no Ensino Médio: Desenvolvimento de um Jogo Auxiliar ao Processo de Ensino. In: WORKSHOPS DO CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 2017. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2017. v.6, n.1, p.1324.

FRANÇA, M. E.; GAMBOGI, A. S. A.; GIBERTONI, D. INTERFACES COM ACESSIBILIDADE PARA PESSOAS COM TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA (TEA): uma análise das diretrizes. **Revista Interface Tecnológica**, [S.l.], v.19, n.2, p.223–234, 2022.

FRANKLIN, A.; SOWDEN, P.; BURLEY, R.; NOTMAN, L.; ALDER, E. Color perception in children with autism. **Journal of autism and developmental disorders**, [S.l.], v.38, p.1837–1847, 2008.

GERALDO, R. J. **Um auxílio à navegação acessível na web para usuários cegos**. 2016. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) — São Carlos (SP): Teses de Doutorado em Ciências da Computação e Matemática Computacional da Universidade de São Paulo.

GIMENEZ, P. J.; SIQUEIRA, S. W. Uso de Comunidades de Perguntas e Respostas para Explorar Conceitos na Aprendizagem de Computaçao. In: XXXIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 2022. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2022. p.162–174.

GOMES, D.; PINTO, N.; MELO, A.; MAIA, I.; PAIVA, A.; BARRETO, R.; VIANA, D.; RIVERO, L. Developing a Set of Design Patterns Specific for the Design of User Interfaces for Autistic Users. In: XX BRAZILIAN SYMPOSIUM ON HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS, 2021. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2021. p.1–7.

GOMES, M. Fatores que facilitam e dificultam a aprendizagem. **Revista Educação Pública, Rio de Janeiro**, [S.l.], v.18, n.14, p.28–38, 2018.

GONÇALVES, C.; ROCHA, T.; REIS, A.; BARROSO, J. AppVox: an application to assist people with speech impairments in their speech therapy sessions. In: WORLD CONFERENCE ON INFORMATION SYSTEMS AND TECHNOLOGIES, 2017. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2017. p.581–591.

HAMARI, J.; KOIVISTO, J.; SARSA, H. Does gamification work?–a literature review of empirical studies on gamification. In: HAWAII INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEM SCIENCES, 2014., 2014. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2014. p.3025–3034.

HERVÁS, R.; FRANCISCO, V.; MÉNDEZ, G.; BAUTISTA, S. A user-centred methodology for the development of computer-based assistive technologies for individuals with autism. In: IFIP CONFERENCE ON HUMAN-COMPUTER INTERACTION, 2019. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2019. p.85–106.

HIGUCHI, K.; MATSUDA, S.; KAMIKUBO, R.; ENOMOTO, T.; SUGANO, Y.; YAMAMOTO, J.; SATO, Y. Visualizing gaze direction to support video coding of social attention for children with autism spectrum disorder. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTELLIGENT USER INTERFACES, 23., 2018. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2018. p.571–582.

KAMARUZAMAN, M. F.; RANI, N. M.; NOR, H. M.; AZAHARI, M. H. H. Developing user interface design application for children with autism. **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, [S.l.], v.217, p.887–894, 2016.

KING-SEARS, M. Universal design for learning: Technology and pedagogy. **Learning Disability Quarterly**, [S.l.], v.32, n.4, p.199–201, 2009.

KOUMPOUROS, Y.; TOULIAS, T. User centered design and assessment of a wearable application for children with autistic spectrum disorder supporting daily activities. In: ACM INTERNATIONAL CONFERENCE ON PERVASIVE TECHNOLOGIES RELATED TO ASSISTIVE ENVIRONMENTS, 13., 2020. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2020. p.1–9.

KRAUSE, M.; NETO, M. A. C. Systematic mapping of the literature on mobile apps for people with Autistic Spectrum Disorder. In: BRAZILIAN SYMPOSIUM ON MULTIMEDIA AND THE WEB, 2021. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2021. p.45–52.

LAMPREIA, C. A perspectiva desenvolvimentista para a intervenção precoce no autismo. **Estudos de Psicologia (Campinas)**, [S.l.], v.24, p.105–114, 2007.

LOBATO, P.; NETO, E.; CARDOSO, R.; SIEDLER, M. Números amigos: jogo digital auxiliar para o ensino da contagem. In: SEMANA INTEGRADA UFPEL - CIC, 9., 2023. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2023.

LÓPEZ, J. L. Facilitadores de la inclusión. **Revista de Educación inclusiva**, [S.l.], v.5, n.1, 2017.

LUZ, F. W. T.; BRANCO, A. T. C. A contribuição da comunicação alternativa PECS-(método por troca de figuras) na comunicação funcional de crianças autistas. **Rese-**

arch, Society and Development, [S.l.], v.10, n.1, p.e33210111798–e33210111798, 2021.

MACHADO, B.; RIBEIRO, B.; SANTOS, G.; SOUZA, C.; BARBOSA, F. C. Matemática Financeira e Robótica Educacional: Robôparque de aprendizagem divertida. In: XXIII WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA, 2017. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2017. p.265–274.

MAENNER, M. J. Prevalence and characteristics of autism spectrum disorder among children aged 8 years—Autism and Developmental Disabilities Monitoring Network, 11 sites, United States, 2020. **MMWR. Surveillance Summaries**, [S.l.], v.72, 2023.

MANANDHAR, S.; BAJRACHARYA, S.; KARKI, S.; JHA, A. K. Hand Gesture Vocalizer for Dumb and Deaf People. **SCITECH Nepal**, [S.l.], v.14, n.1, p.22–29, 2019.

MARCELO S. SIEDLER RAFAEL C. CARDOSO, T. A. T. M. C. S. F. J. J. Uma Volta Pelo Sistema Solar: Aprendendo Astronomia através de um Serious Game. **Simpósio Brasileiro de Games**, [S.l.], 2022.

MARTINELLI, S.; ZAINA, L.; SAKATA, T. O pensamento computacional em atividades de ensino mediadas pelo professor do ensino fundamental i: Um estudo de caso. In: XXIV WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA, 2018. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2018. p.509–518.

MASCIO, T. D.; TARANTINO, L. The structured methodological framework “deejay”: foundation and its application to the design of an ASD-oriented AAC tool. In: **Project and Design Literacy as Cornerstones of Smart Education**. [S.l.]: Springer, 2020. p.247–259.

MASCIO, T. D.; TARANTINO, L.; CIRELLI, L.; PERETTI, S.; MAZZA, M. Designing a personalizable ASD-oriented AAC tool: an action research experience. In: INTERNATIONAL CONFERENCE IN METHODOLOGIES AND INTELLIGENT SYSTEMS FOR TECHHNOLOGY ENHANCED LEARNING, 2018. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2018. p.200–209.

MATTEUCCI, X.; GNOTH, J. Elaborating on grounded theory in tourism research. **Annals of tourism research**, [S.l.], v.65, p.49–59, 2017.

MELO, Á. H. d. S. et al. ProAut: um processo para apoiar a prototipação de interfaces de aplicações para autistas. , [S.l.], 2021.

MERCADO, J.; ESPINOSA-CURIEL, I.; ESCOBEDO, L.; TENTORI, M. Developing and evaluating a BCI video game for neurofeedback training: the case of autism. **Multimedia Tools and Applications**, [S.l.], v.78, n.10, p.13675–13712, 2019.

MIZAEL, T. M.; AIELLO, A. L. R. Revisão de estudos sobre o Picture Exchange Communication System (PECS) para o ensino de linguagem a indivíduos com autismo e outras dificuldades de fala. **Revista Brasileira de Educação Especial**, [S.l.], v.19, p.623–636, 2013.

MORAN, K. **The Aesthetic-Usability Effect. Nielsen Norman Group**. Disponível em: <https://www.nngroup.com/articles/aesthetic-usability-effect/>. Acesso em: 2023-06-08.

MOREIRA, M. P.; SANTOS ORNELLAS, S. dos; SOUZA, T. A. de; SOUZA, V. A. de; ANGELO, E. A. TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA: ESTRATÉGIA INCLUSIVA EM ASTRONOMIA. **Educação Inclusiva no Ensino de Ciências e Biologia: Estratégias Possíveis**, [S.l.], 2021.

MOREIRA, S.; SOUSA, T.; SILVA, W.; MARQUES, A. B. Uma experiência de gamificação no ensino com o ambiente Classcraft: análise da motivação dos estudantes. In: XXXIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 2022. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2022. p.403–414.

MOURA EVÊNCIO, K. M. de; MENEZES, H. C. S.; FERNANDES, G. P. Transtorno do Espectro do Autismo: Considerações sobre o diagnóstico/Autism spectrum disorder: Diagnostic considerations. **ID on line. Revista de psicologia**, [S.l.], v.13, n.47, p.234–251, 2019.

NAKAGAWA, E. Y.; SCANNAVINO, K. R. F.; FABBRI, S. C. P. F.; FERRARI, F. C. Revisão sistemática da literatura em engenharia de software: teoria e prática. , [S.l.], 2017.

NETO, E.; SIEDLER, M.; CARDOSO, R. Jogos Eletrônicos na Educação: Desenvolvendo e Estimulando Habilidades em Crianças Autistas Através de um Jogo Digital. In: VI ENCONTRO DE CIêNCIA E TECNOLOGIA DO IFSUL, 2022. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2022.

NETO, O. P. d. S.; SOUSA, V.; BATISTA, B.; SANTANA, G.; JUNIOR, O. G-TEA: Uma ferramenta no auxílio da aprendizagem de crianças com Transtorno do Espectro Autista, baseada na metodologia ABA. **SBC–ProceedingsofSBGames**, [S.l.], 2013.

NOBRE, J. N. P.; SANTOS, J. N.; SANTOS, L. R.; GUEDES, S. d. C.; PEREIRA, L.; COSTA, J. M.; MORAIS, R. L. d. S. Fatores determinantes no tempo de tela de crianças na primeira infância. **Ciência & saúde coletiva**, [S.l.], v.26, p.1127–1136, 2021.

NORMAN, D. A. **Design emocional**: por que adoramos (ou detestamos) os objetos do dia-a-dia. [S.l.]: Rocco, 2008.

ORIENTAÇÃO, S. M. de. Grupo de Trabalho Saúde na Era Digital. **Sociedade Brasileira de Pediatria**, [S.l.], 2019.

PATIÑO, D. H. C.; MUÑOZ, L.; VILLARREAL, V.; PARDO, C. A systematic review of the use of mobile applications and Augmented Reality for the education of children with Autism Spectrum Disorder (ASD). In: V CONGRESO INTERNACIONAL EN INTELIGENCIA AMBIENTAL, INGENIERÍA DE SOFTWARE Y SALUD ELECTRÓNICA Y MÓVIL (AMITIC), 2022., 2022. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2022. p.1–7.

PIETRA-RE, R. S.; INTERIORES-AMBIENTAÇÃO, D. de. A influência das cores e materiais para as crianças autistas, no âmbito escolar. , [S.l.], 2018.

PINHEIRO, É. B.; VIDAL, C. A.; NETO, J. B. C.; LEITE, A. J. M.; GOMES, G. A.; BARBOSA, Í. d. S. RealShooting: Expanding the experience of point-and-click target shooting games. In: BRAZILIAN SYMPOSIUM ON COMPUTER GAMES AND DIGITAL ENTERTAINMENT (SBGAMES), 2021., 2021. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2021. p.144–152.

PINTO, L.; SIEDLER, M.; RITTA, A.; CARDOSO, R. Elaboração de dois aplicativos educativos para a prática da fala. In: VI ENCONTRO DE CIêNCIA E TECNOLOGIA DO IFSUL, 2022. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2022.

PIRES, A.; BOTELHO, A.; ROSA, J.; TEIXEIRA, F.; SIEDLER, M. FonoStar - Aplicativo digital para estimular o tratamento de distúrbios articulatórios. In: SEMANA INTEGRADA UFPEL - CIT, 7., 2021. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2021.

PONTUAL FALCÃO, T.; SILVA OLIVEIRA, G. da; PERES, F. Mendes de Andrade e; MORAIS, D. C. Sales de et al. Design participativo de jogos digitais educacionais por adolescentes imersos em uma comunidade de prática. **Revista de Sistemas e Computação-RSC**, [S.l.], v.7, n.2, 2017.

PRZYGODZINSKI, A.; SOUZA, S.; SIEDLER, M.; CARDOSO, R. +Ludus: jogos educativos e inclusivos para o aprendizado infantil em sala de aula. In: XV ENCONTRO GAúCHO DE EDUCAçãO MATEMáTICA - RELATO DE EXPERIêNCIA, 2024. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2024.

REIS, C.; KISLANSKY, P.; TORRES, M.; SANTOS, C.; ALVES, I.; NEVES, F. Uma proposta de simulador de casos clínicos em fisioterapia. In: XVIII ESCOLA REGIONAL DE COMPUTAÇÃO BAHIA, ALAGOAS E SERGIPE, 2018. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2018. p.268–277.

ROGERS, S. **Intervenção Precoce em Crianças com Autismo**. [S.l.]: Líder, 2014. [primeira edição].

ROGERS-SHAW, C.; CARR-CHELLMAN, D. J.; CHOI, J. Universal design for learning: Guidelines for accessible online instruction. **Adult learning**, [S.l.], v.29, n.1, p.20–31, 2018.

ROURA, J. F. i. La colaboración de los centros de educación especial a la inclusión. In: LA EDUCACIÓN INCLUSIVA: DE LA EXCLUSIÓN A LA PLENA PARTICIPACIÓN DE TODO EL ALUMNADO, 2009. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2009. p.111–126.

SALES, A. B. de; SOUSA, M. A. et al. Jogos sérios no processo de ensino e aprendizagem de interação humano-computador. In: XXXI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 2020. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2020. p.552–561.

SANTOS ESCOBAR, M. dos; CHERVENSKI, A. S.; BORDIN, A. S. Open Coding Tool: Uma Ferramenta de Codificaçao Colaborativa para Análise de Dados Qualitativos. In: IV ESCOLA REGIONAL DE ENGENHARIA DE SOFTWARE, 2020. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2020. p.174–183.

SANTOS, V.; SOUZA, L.; MAIA, Y.; DARIN, T.; BARCELOS, T. Projeto Kaya: Design Centrado no Jogador para uma Plataforma Gamificada de Apoio à Colaboração no Ensino. In: I WORKSHOP SOBRE INTERAÇÃO E PESQUISA DE USUÁRIOS NO DESENVOLVIMENTO DE JOGOS, 2019. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2019. p.31–38.

SHAPSE, S. N. The diagnostic and statistical manual of mental disorders. **Last modified**, [S.l.], 2008.

SIEDLER, M.; CARDOSO, R. C.; TAVARES, T. A. FonoConnect-Auxiliar o tratamento de crianças com disturbios articulatorios através de Jogo Digital. In: ESTENDIDOS DO XX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE JOGOS E ENTRETENIMENTO DIGITAL, 2021. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2021. p.1049–1052.

SIEDLER, M.; CARDOSO, R. C.; TAVARES, T. A.; PRIMO, T.; BICHET, R.; SCHMIDT, M. "Para que serve?": jogo digital acessível para auxiliar crianças autistas a compreender as rotinas diárias. **SBC–ProceedingsofSBGames**, [S.l.], 2024.

SIEDLER, M.; CARDOSO, R. C.; TAVARES, T. A.; PRIMO, T.; LEMES, E. Jogo das Sílabas - desenvolvimento de aplicação para auxiliar a alfabetizacão escolar. **SBC–ProceedingsofSBGames**, [S.l.], 2024.

SIEDLER, M.; CARDOSO, R. C.; TAVARES, T. A.; PRIMO, T.; LEMES, E.; SCHMIDT, M. Design de jogos digitais com ênfase em crianças autistas: Aplicação de boas práticas no jogo digital Conhecendo as Estações. **SBC–ProceedingsofSBGames**, [S.l.], 2024.

SIEDLER, M.; CARDOSO, R. C.; TAVARES, T. A.; PRIMO, T.; LOBATO, P. Conhecendo os Animais: Produto Educacional voltado a crianças autistas em idade pré-escolar. **SBC–ProceedingsofSBGames**, [S.l.], 2024.

SIEDLER, M.; CARDOSO, R. C.; TAVARES, T. A.; PRIMO, T.; SOUZA, S. Material Dourado Digital: Uma Alternativa Para o Ensino de Matemática na Educação Primária. **SBC–ProceedingsofSBGames**, [S.l.], 2024.

SIEDLER, M.; CARDOSO, R. C.; TAVARES, T. A.; PRIMO, T.; SOUZA, S.; SCHMIDT, M. Aventuras Digitais com Material Dourado: Jogo Digital voltado ao aprendizado de Matemática. **SBC–ProceedingsofSBGames**, [S.l.], 2024.

SIEDLER, M.; CARDOSO, R.; TAVARES, T.; SOUZA, M. OrbitAndo: uma plataforma para ensino de Astronomia de outro mundo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 2022. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2022.

SIEDLER, M. d. S.; CARDOSO, R. C.; TAVARES, T. A.; KREBS, J. M. S. ArrasTE-A: Desenvolvendo habilidades em crianças autistas através de um jogo digital. **SBC–ProceedingsofSBGames**, [S.l.], 2022.

SIEDLER, M. S.; CARDOSO, R. C.; KREBS, J. M. S.; TAVARES, T. A. ArrasTE-A: Desenvolvendo habilidades em crianças autistas através de um jogo digital. In: ESTENDIDOS DO XXI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE JOGOS E ENTRETENIMENTO DIGITAL, 2022. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2022. p.1412–1421.

SIEDLER, M. S.; CARDOSO, R. C.; PINTO, L. A.; TAVARES, T. A.; PRIMO, T. T. Entretenimento e Aprendizagem: os desafios da criação de Serious Games educacionais. In: XXIX WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA, 2023. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2023. p.496–507.

SIEDLER, M. S.; CARDOSO, R. C.; PINTO, L. A.; TAVARES, T. A.; PRIMO, T. T. Entretenimento e Aprendizagem: os desafios da criação de Serious Games educacionais. In: XXIX WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA, 2023. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2023. p.496–507.

SIEDLER, M. S.; CARDOSO, R. C.; TAVARES, T. A.; PRIMO, T. T. Explorando as estações: Produto Educacional inclusivo para auxiliar o desenvolvimento de crianças com TEA em idade pré-escolar. In: I WORKSHOP EM ESTRATÉGIAS TRANSFORMADORAS E INOVAÇÃO NA EDUCAÇÃO, 2023. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2023. p.131–134.

SIEDLER, M. S.; CARDOSO, R. C.; TAVARES, T. A.; PRIMO, T. T. Criando jogos digitais para auxiliar o aprendizado de crianças autistas em idade pré-escolar. In: I WORKSHOP EM ESTRATÉGIAS TRANSFORMADORAS E INOVAÇÃO NA EDUCAÇÃO, 2023. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2023. p.83–92.

SIEDLER, M. S.; CARDOSO, R. C.; TAVARES, T. A.; PRIMO, T. T. Estimulando o Aprendizado de Matemática no Ensino Fundamental: Uma Abordagem Prática Integrando Jogos Digitais e Materiais Físicos. In: WORKSHOPS DO CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 2024. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2024.

SIEDLER, M.; ZEN, E.; CARDOSO, R.; TAVARES, T. Assistive Technology as an Aid to Individuals with Autism Spectrum Disorder: A Systematic Literature Mapping. In: BRAZILIAN SYMPOSIUM ON MULTIMEDIA AND THE WEB, 2022, New York, NY, USA. **Proceedings...** Association for Computing Machinery, 2022. p.244–252. (WebMedia '22).

SIEDLER, M.; ZEN, E.; CARDOSO, R.; TAVARES, T. Assistive Technology as an Aid to Individuals with Autism Spectrum Disorder: A Systematic Literature Mapping. In: ASSOCIATION FOR COMPUTING MACHINERY, 2022, New York, NY, USA. **Anais...** Association for Computing Machinery, 2022. p.244–252. (WebMedia '22).

SILVA, E. P. A. da; SOTTO, E. C. S. A utilização do ionic framework no desenvolvimento de aplicações híbridas em arquitetura orientada a serviço. **Revista Interface Tecnológica**, [S.l.], v.15, n.1, p.97–108, 2018.

SIT, E. Astronomy for special education needs. In: REVISTA MEXICANA DE ASTRONOMIA Y ASTROFISICA CONFERENCE SERIES, 2022. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2022. v.54, p.104–106.

SOARES, A. M.; CAVALCANTE, J. L. Avaliação do comportamento motor em crianças com transtorno do espectro do autismo: uma revisão sistemática. **Revista Brasileira de Educação Especial**, [S.l.], v.21, n.3, p.445–458, 2015.

SOUZA, S.; SIEDLER, M.; CARDOSO, R.; PRZYGODZINSKI, A. Jogos lúdicos para o ensino de matemática nas turmas de primeiro ano. In: XV ENCONTRO GAúCHO DE EDUCAçãO MATEMáTICA - MOSTRA DIDáTICA, 2024. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2024.

SPIEL, K.; FRAUENBERGER, C.; HORNECKER, E.; FITZPATRICK, G. When empathy is not enough: Assessing the experiences of autistic children with technologies. In: CHI CONFERENCE ON HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS, 2017., 2017. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2017. p.2853–2864.

STAPPERS, P. J.; GIACCARDI, E. Research through design. In: **The encyclopedia of human-computer interaction**. [S.l.]: The Interaction Design Foundation, 2017. p.1–94.

TAN, M.; KHETRAPAL, N. Music inspired framework for remediating emotional deficits in autism. **Procedia Computer Science**, [S.l.], v.88, p.469–474, 2016.

TARDELLI, A. V.; BRITO, L. S.; VILLANUEVA, P. E.; VIVACQUA, A. S.; FRANÇA, J. B.; DIAS, A. F. SIRColab: Explorando Estruturas para o Estudo Colaborativo de Textos Científicos Remotamente. In: ESTENDIDOS DO XVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SISTEMAS COLABORATIVOS, 2021. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2021. p.133–140.

THIELSCH, M. T.; MOSHAGEN, M. **VisAWI Manual (Visual Aesthetics of Websites Inventory)**. (Accessed on 05/18/2023), `https://visawi.uid.com/pdf/VisAWI_Manual_EN.pdf`.

THORMANN, W.; CASLAVSKA, J.; BREADMORE, M. C.; MOSHER, R. A. Dynamic computer simulations of electrophoresis: Three decades of active research. **Electrophoresis**, [S.l.], v.30, n.S1, p.S16–S26, 2009.

TSIOPELA, D.; JIMOYIANNIS, A. Pre-vocational skills laboratory: designing interventions to improve employment skills for students with autism spectrum disorders. **Universal Access in the Information Society**, [S.l.], v.16, n.3, p.609–627, 2017.

VAN DIJK, J.; HUMMELS, C. Designing for embodied being-in-the-world: Two cases, seven principles and one framework. In: OF THE ELEVENTH INTERNATIONAL CONFERENCE ON TANGIBLE, EMBEDDED, AND EMBODIED INTERACTION, 2017. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2017. p.47–56.

WALKER, M. O poder das cores: as cores melhorando sua vida./tradução de Denise Cavalcante. **SARAIVA**, [S.l.], v.1, 1995.

WANG, K.; ZHANG, B.; CHO, Y. Using Mobile Augmented Reality to Improve Attention in Adults with Autism Spectrum Disorder. In: EXTENDED ABSTRACTS OF THE 2020 CHI CONFERENCE ON HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS, 2020. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2020. p.1–9.

WANG, X.; LAFFEY, J.; XING, W.; MA, Y.; STICHTER, J. Exploring embodied social presence of youth with Autism in 3D collaborative virtual learning environment: A case study. **Computers in Human Behavior**, [S.l.], v.55, p.310–321, 2016.

WASHINGTON, P.; VOSS, C.; HABER, N.; TANAKA, S.; DANIELS, J.; FEINSTEIN, C.; WINOGRAD, T.; WALL, D. A wearable social interaction aid for children with autism. In: CHI CONFERENCE EXTENDED ABSTRACTS ON HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS, 2016., 2016. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2016. p.2348–2354.

WENDT, O.; ALLEN, N. E.; EJDE, O. Z.; NEES, S. C.; PHILLIPS, M. N.; LOPEZ, D. Optimized User Experience Design for Augmentative and Alternative Communication via Mobile Technology: Using Gamification to Enhance Access and Learning for Users with Severe Autism. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMAN-COMPUTER INTERACTION, 2020. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2020. p.412–428.

WILSON, C.; BRERETON, M.; PLODERER, B.; SITBON, L. MyWord: Enhancing engagement, interaction and self-expression with minimally-verbal children on the autism spectrum through a personal audio-visual dictionary. In: ACM CONFERENCE ON INTERACTION DESIGN AND CHILDREN, 17., 2018. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2018. p.106–118.

WOBBROCK, J. O.; KANE, S. K.; GAJOS, K. Z.; HARADA, S.; FROEHLICH, J. Ability-based design: Concept, principles and examples. **ACM Transactions on Accessible Computing (TACCESS)**, [S.l.], v.3, n.3, p.1–27, 2011.

ZAKARI, H. M.; POYADE, M.; SIMMONS, D. Sinbad and the Magic Cure: A serious game for children with ASD and auditory hypersensitivity. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON GAMES AND LEARNING ALLIANCE, 2017. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2017. p.54–63.

ZEN, E.; SIEDLER, M.; COSTA, V.; TAVARES, T. Assistive Technology to Assist the Visually Impaired in the Use of ICTs: A Systematic Literature Review. In: XVIII BRAZILIAN SYMPOSIUM ON INFORMATION SYSTEMS, 2022. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2022.

ZIMMERMAN, J.; FORLIZZI, J.; EVENSON, S. Research through design as a method for interaction design research in HCI. In: SIGCHI CONFERENCE ON HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS, 2007. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2007. p.493–502.

APÊNDICE A TCLE - QUESTIONÁRIO DE FAMILIARIDADE

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Este é um convite para você participar de uma pesquisa com o objetivo de investigar a percepção dos estudantes e profissionais de educação sobre o uso dos aplicativos digitais desenvolvidos a partir da pesquisa intitulada **apps4TEA: desenvolvimento de aplicações digitais voltadas a crianças autistas**. Queremos deixar claro que, ao aceitar participar da pesquisa, você não tem obrigação de participar até o final da pesquisa; você poderá desistir quando quiser. Para aceitar participar, basta concordar com este termo, na opção abaixo.

Afirmo que aceitei participar por minha própria vontade, sem receber qualquer incentivo financeiro ou ter qualquer ônus e com a finalidade exclusiva de colaborar para o sucesso da pesquisa.

Estou ciente sobre a possibilidade de uso de imagens e de voz em relatórios parciais e no final do referido projeto, em publicações e divulgação de caráter acadêmico, feiras, premiações nacionais e internacionais, assim como, as imagens e voz serem disponibilizadas em banco de imagens resultante da pesquisa e divulgação na internet, fazendo – se constar os devidos créditos.

Os responsáveis pelo projeto ficam, portanto, autorizados a executar a edição das imagens e áudios, conduzindo as reproduções necessárias, bem como são responsáveis pela produção dos respectivos materiais de comunicação, respeitando sempre os fins aqui estipulados.

Em caso de dúvida sobre este estudo, por favor, entre em contato comigo, Marcelo da Silveira Siedler (através do e-mail siedler@gmail.com). Fui também esclarecido(a) de que os usos das informações por mim oferecidas estão submetidos às normas éticas destinadas à pesquisa envolvendo seres humanos, da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa do Conselho Nacional de Saúde, do Ministério da Saúde. Se concorda em participar, marque a opção de aceite abaixo.

( ) Aceitos os termos da pesquisa.

Programa que participa:

( ) PIBID ( ) Residência Pedagógica ( ) outro _____

Pergunta	**Sim**	**Não**	**Talvez**
Já utilizou ou participou de atividades em sala de aula que utilizaram recursos tecnológicos para auxiliar no aprendizado?			
Tem interesse em utilizar recursos tecnológicos em sala de aula?			
Já utilizou software/aplicativo como ferramenta de auxilio nos estudos de sua formação?			
Costumar jogar jogos eletrônicos (PC, console, celular)?			
Já jogou algum jogo para fins educacionais(pode ser de tabuleiro, cartas, entre outros)?			
Já jogou algum jogo ELETRÔNICO para fins educacionais?			
Considera que o jogo é uma ferramenta importante para auxiliar o aprendizado em sala de aula?			

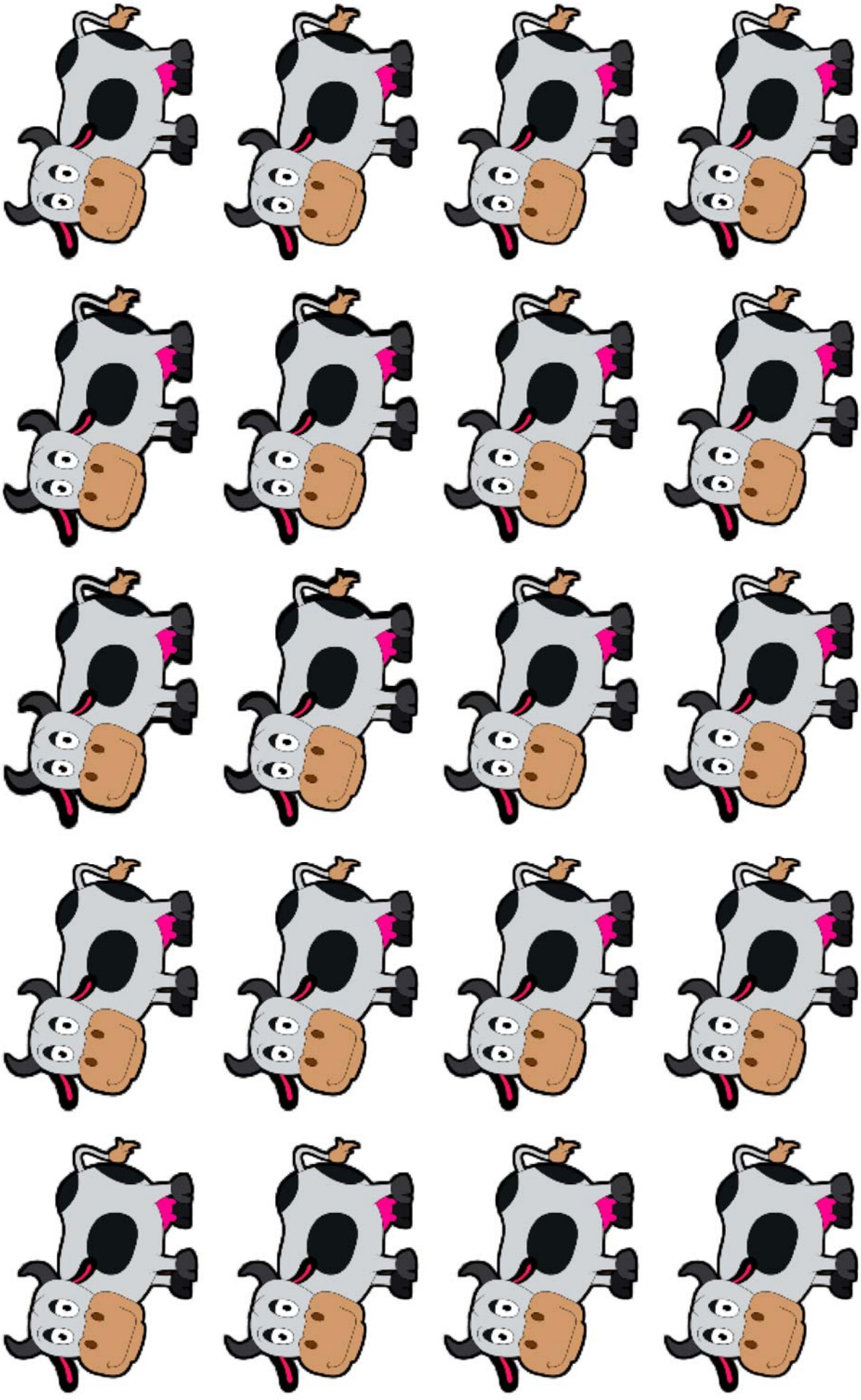
APÊNDICE B FORMULÁRIO AVALIATIVO - VISAWI ADAPTADO

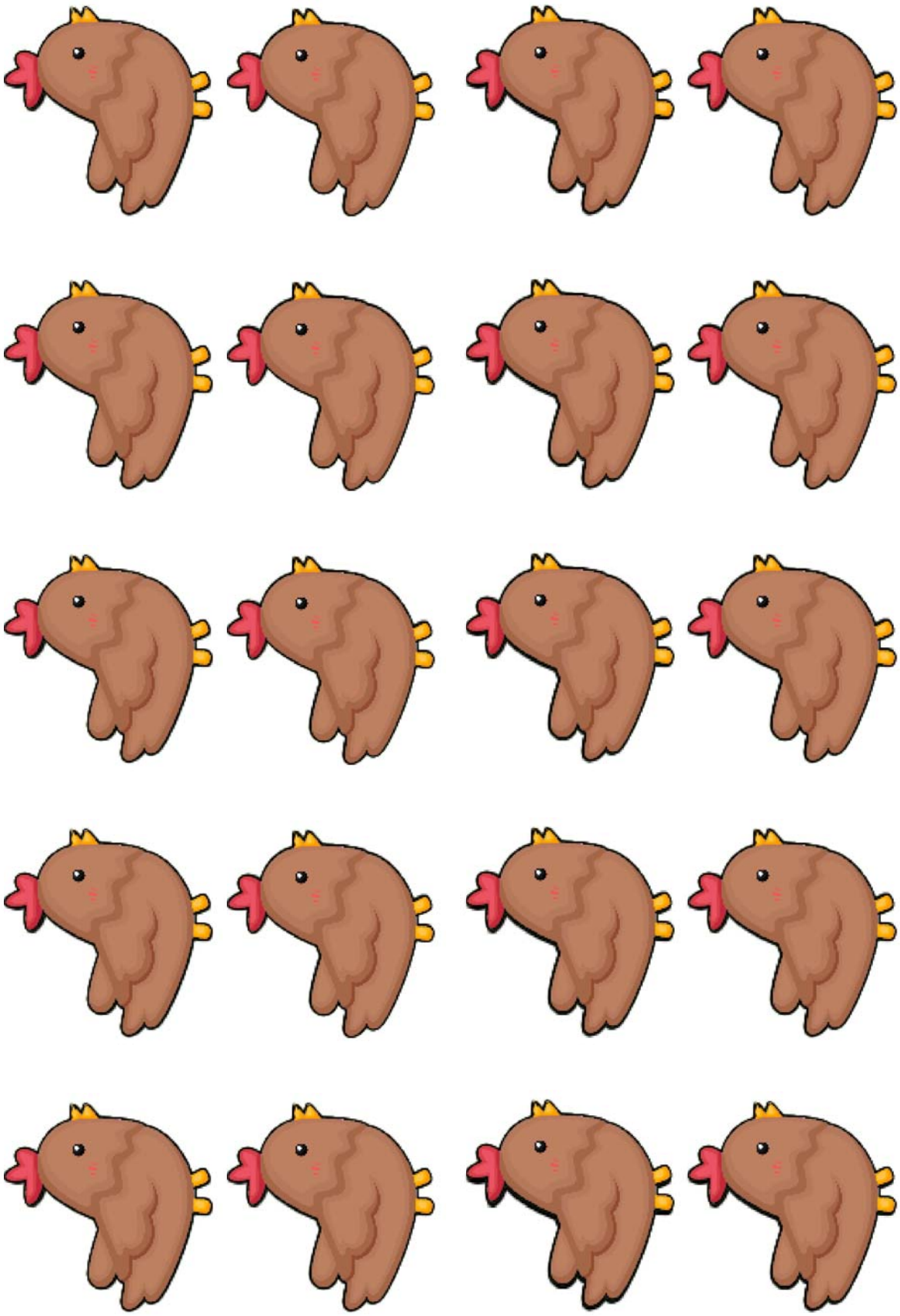
Aplicativo: **FonoStar S.E.**

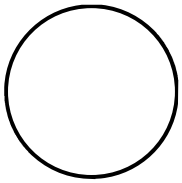
	1	2	3	4	5	6	7
O aplicativo tem muita coisa aparecendo ao mesmo tempo.							
O aplicativo é fácil de entender.							
A estrutura das coisas que aparecem na tela é bem feita.							
O aplicativo parece inconstante e cheio de falhas.							
Tudo combina no aplicativo.							
As cores utilizadas chamam minha atenção.							
A escolha de cores do aplicativo está malfeita.							
As cores não combinam.							
As cores utilizadas são agradáveis e convidativas.							
As telas do aplicativo são sem graça.							
As telas do aplicativo são inventivas.							
As telas do aplicativo são desmotivantes.							
As telas do aplicativo são dinâmicas.							
As telas do aplicativo são variadas de modo agradável.							

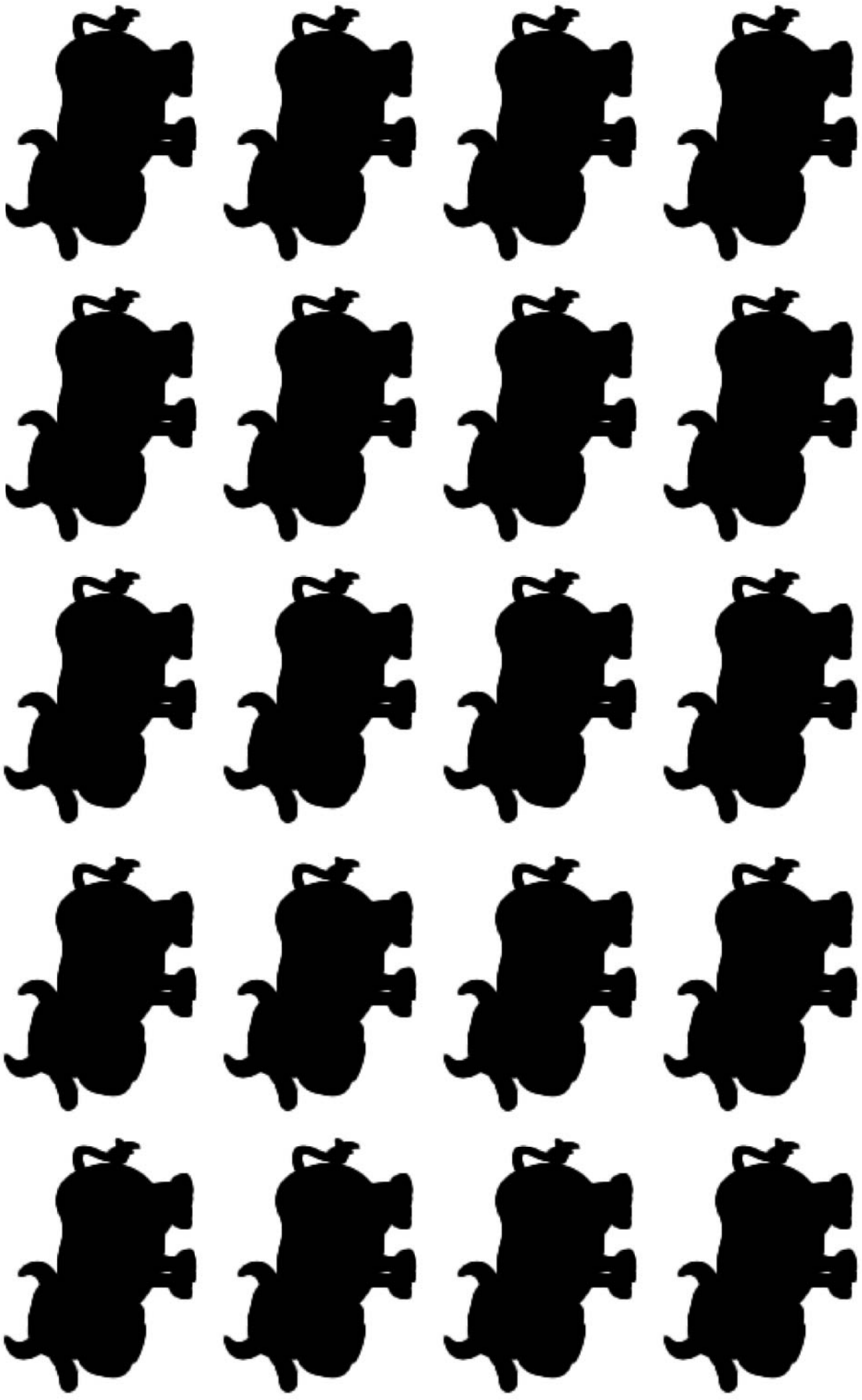
Observações (críticas, sugestões de melhoria, problemas e/ou dificuldades encontradas)

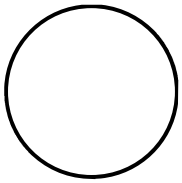
APÊNDICE C EXEMPLOS DE MATERIAIS FÍSICOS PRODUZIDOS

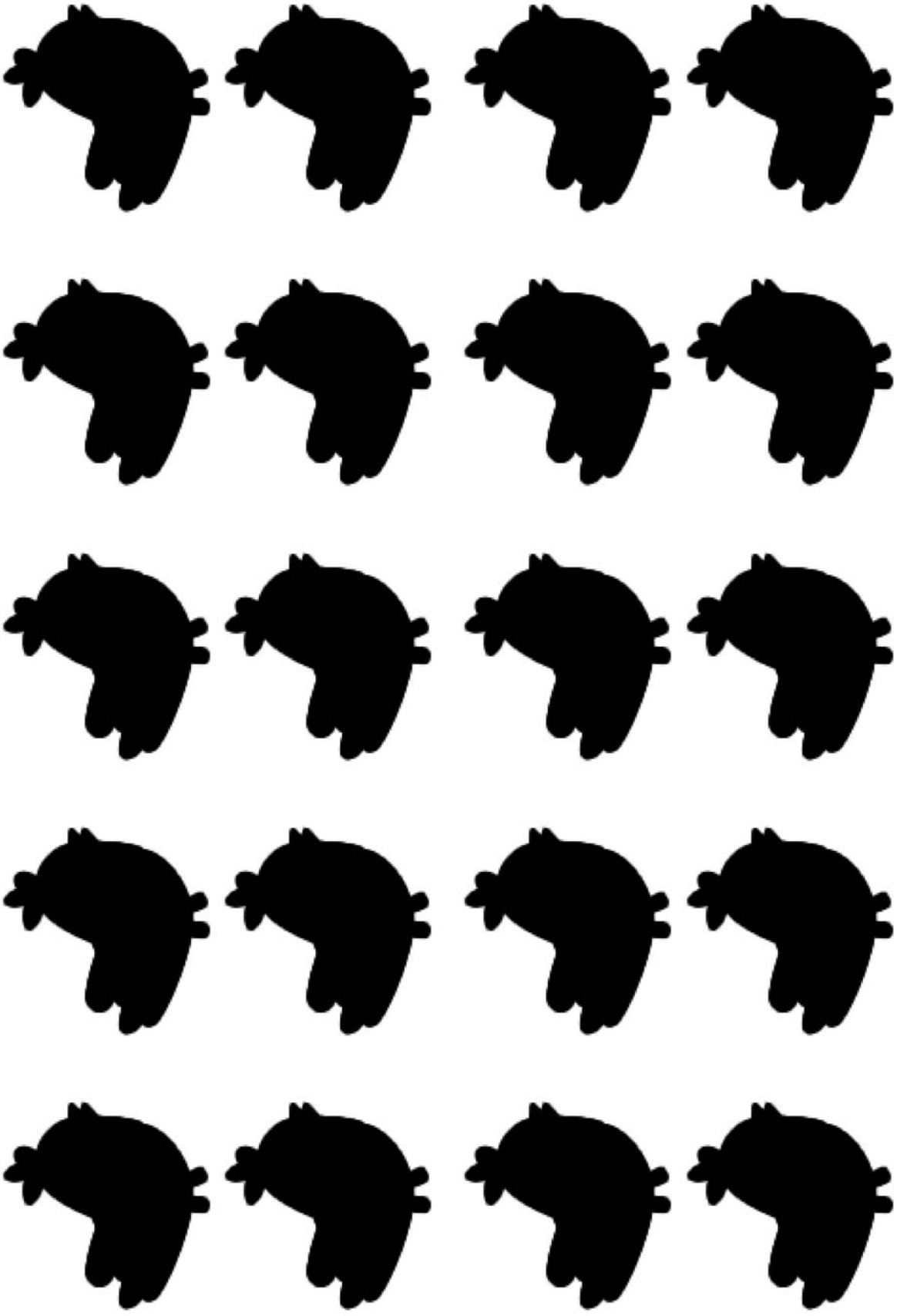










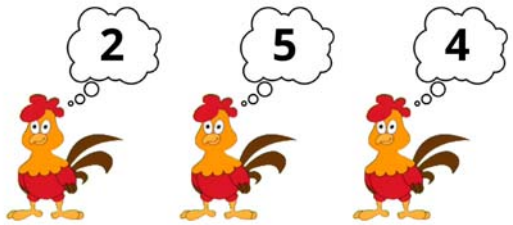
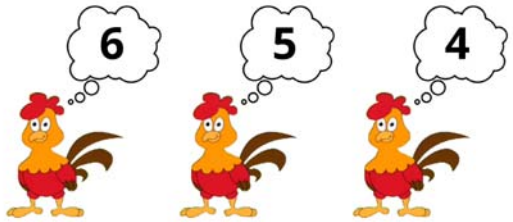
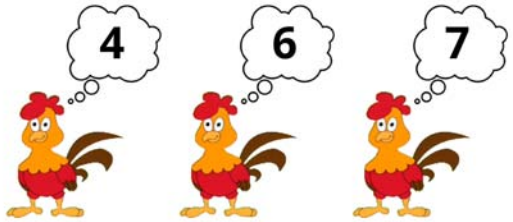
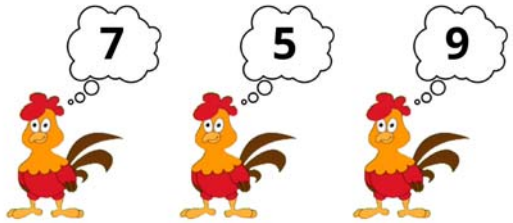
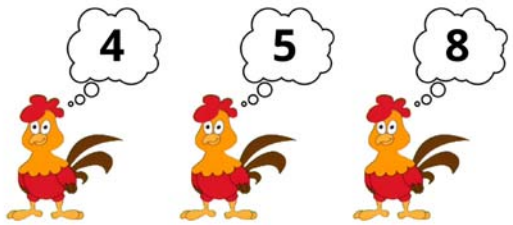


15

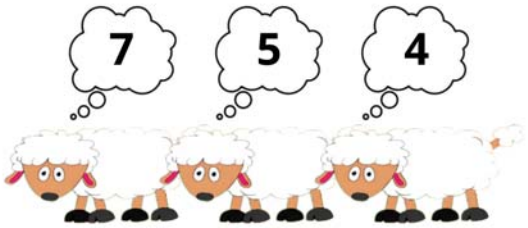
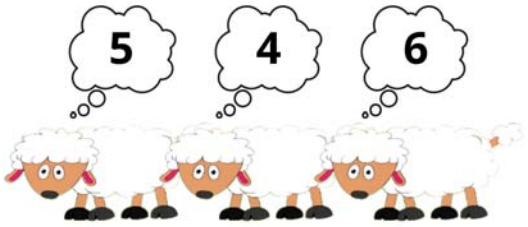
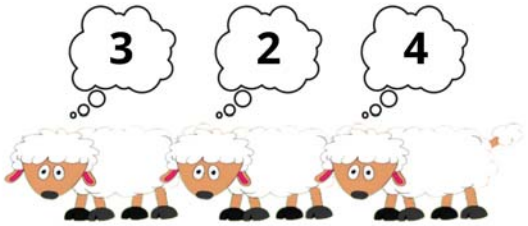
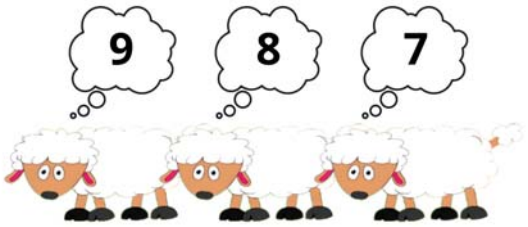
14

1 2 3 4 5 6 7 8

6 7 8 9 10 11 12 13

1 + 3 = ?	
3 + 2 = ?	
3 + 3 = ?	
5 + 4 = ?	
5 + 3 = ?	

10 - 3 = ?	

8 - 1 = ?	
9 - 3 = ?	
3 - 1 = ?	
10 - 1 = ?	

APÊNDICE D DOCUMENTO GERADO NO ATLAS.TI

Foi possível perceber Grande entusiasmo por parte dos alunos,
conversaram muito entre si para mostrar como estavam progredindo e trocaram idéias sobre o funcionamento do jogo e formas de completar o que foi proposto
pediram ajuda para trocar de jogo ou começar a atividade
Pedem bastante ajuda e gostam de mostrar que conseguiram terminar a tarefa!!!!

“Já terminei”
“Zerei mais um”
“Pedro(se referindo a um colega) é muito fácil”,
você devia ter completado a outra fase antes,
amei o jogo vou baixar no celular
Acabei (mãos pra cima comemorando)

O jogo estimulou eles a ir além, por exemplo ir no modo mais difícil e tentar resolver operações de multiplicação e divisão

Proposta de jogo com recompensa fez eles jogarem mais tempo
“Quero comprar o mais caro”
a mecânica de jogos com recompensa e moeda estimulou a prática e a realização de mais operações matemáticas.

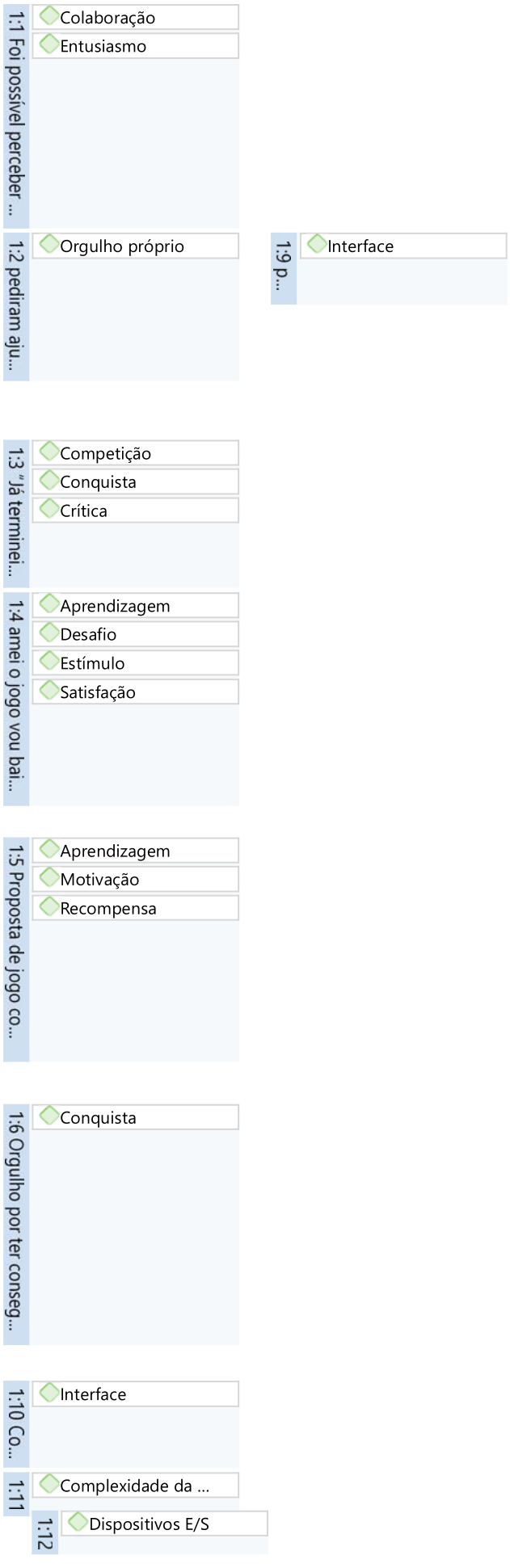
Orgulho por ter conseguido: Consegui duas fases, olha aqui .

Adoramos
Quero baixar no celular

Vou fazer a outra fase

Como sai do jogo?

Como faço pra comprar,
Está difícil
Não consigo arrastar a caixinha
Não estou conseguindo fazer esse



Estímulo a colaboração : Deixa que eu ajudo ela

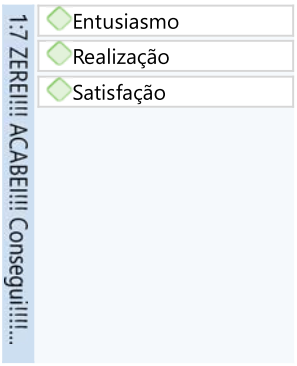
ZEREI!!!

ACABEI!!!

Consegui!!!!

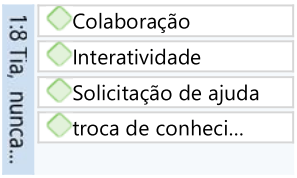
Turma demonstrou bastante animação com a atividade

Quando acabou os alunos comentaram AAAAAAAA!!!!!!!



Tia, nunca mexi no computador e agora to sabendo

Adorei esse joguinho, matemática é muito legal



APÊNDICE E RESULTADO DA AVALIAÇÃO DA PRÁTICA / PROFESSOR

Análisede Feedbacks dos Professores sobre Atividades em Sala de Aula							
	Pergunta 1	Observação	Pergunta 2	Observação	Pergunta 3	Pergunta 4	Pergunta 5
Aluno 1	Alto		Alto		Não apresenta	Baixo	Alto
Aluno 2	Alto		Alto		Não apresenta	Sem dificuldade	Alto
Aluno 3	Alto		Alto		Não apresenta	Sem dificuldade	Alto
Aluno 4	Alto		Alto		Não apresenta	Sem dificuldade	Alto
Aluno 5	Alto		Alto		Não apresenta	Sem dificuldade	Alto
Aluno 6	Alto		Alto		Não apresenta	Sem dificuldade	Alto
Aluno 7	Alto		Alto		Não apresenta	Sem dificuldade	Alto
Aluno 8	Alto		Alto		Não apresenta	Sem dificuldade	Alto
Aluno 9	Alto		Alto		Não apresenta	Baixo	Alto
Aluno 10	Alto		Alto		Em avaliação	Baixo	Alto
Aluno 11	Alto		Alto		Não apresenta	Sem dificuldade	Alto
Aluno 12	Alto		Alto		Não apresenta	Sem dificuldade	Alto
Aluno 13	Alto		Alto		Não apresenta	Sem dificuldade	Alto
Aluno 14	Alto		Alto		Não apresenta	Sem dificuldade	Alto
Aluno 15	Alto		Alto		Não apresenta	Sem dificuldade	Alto
Aluno 16	Alto		Alto		Não apresenta	Sem dificuldade	Alto
Aluno 17	Alto		Alto		Não apresenta	Sem dificuldade	Alto
Aluno 18	Alto		Alto		Não apresenta	Sem dificuldade	Alto
Aluno 19	Alto		Alto		Não apresenta	Sem dificuldade	Alto
Aluno 20	Alto		Alto		Não apresenta	Sem dificuldade	Alto
Aluno 21	Alto		Alto		Não apresenta	Sem dificuldade	Alto

Turma 2 - Análise de Feedbacks dos Professores sobre Atividades em Sala de Aula							
	Pergunta 1	Observação	Pergunta 2	Observação	Pergunta 3	Pergunta 4	Pergunta 5
Aluno 1	Alto		Alto		Não apresenta	Baixo	Alto
Aluno 2	Alto		Alto		Não apresenta	Baixo	Alto
Aluno 3	Alto		Alto		Não apresenta	Baixo	Alto
Aluno 4	Alto		Alto		Não apresenta	Sem dificuldade	Alto
Aluno 5	Alto		Alto		Não apresenta	Baixo	Alto
Aluno 6	Alto		Alto		Não apresenta	Sem dificuldade	Alto
Aluno 7	Alto		Alto		Não apresenta	Sem dificuldade	Alto
Aluno 8	Alto		Alto		Não apresenta	Baixo	Alto
Aluno 9	Alto		Alto		Não apresenta	Sem dificuldade	Alto
Aluno 10	Alto		Alto		Não apresenta	Baixo	Alto
Aluno 11	Alto		Alto		Não apresenta	Sem dificuldade	Alto
Aluno 12	Alto		Alto		Não apresenta	Baixo	Alto
Aluno 13	Alto		Alto		Não apresenta	Baixo	Alto
Aluno 14	Alto		Alto		Não apresenta	Baixo	Alto
Aluno 15	Alto		Alto		Não apresenta	Baixo	Alto
Aluno 16	Alto		Alto		Não apresenta	Sem dificuldade	Alto
Aluno 17	Alto		Alto		Não apresenta	Sem dificuldade	Alto
Aluno 18	Alto		Alto		Não apresenta	Baixo	Alto
Aluno 19	Alto		Alto		Não apresenta	Sem dificuldade	Alto
Aluno 20	Alto		Alto		Não apresenta	Sem dificuldade	Alto
Aluno 21	Alto		Alto		Não apresenta	Sem dificuldade	Alto
Aluno 22	Alto		Alto		Não apresenta	Sem dificuldade	Alto
Aluno 23	Alto		Alto		Não apresenta	Sem dificuldade	Alto
Aluno 24	Alto		Alto		Não apresenta	Sem dificuldade	Alto

Turma 3 - Análise de Feedbacks dos Professores sobre Atividades em Sala de Aula							
	Pergunta 1	Observação	Pergunta 2	Observação	Pergunta 3	Pergunta 4	Pergunta 5
Aluno 1	Alto		Alto		Não apresenta	Sem dificuldade	Alto
Aluno 2	Alto		Alto		Não apresenta	Sem dificuldade	Alto
Aluno 3	Alto		Alto		Não apresenta	Sem dificuldade	Alto
Aluno 4	Alto		Alto		Não apresenta	Sem dificuldade	Alto
Aluno 5	Alto		Alto		Não apresenta	Sem dificuldade	Alto
Aluno 6	Alto		Alto		Não apresenta	Sem dificuldade	Alto
Aluno 7	Alto		Alto		Não apresenta	Sem dificuldade	Sem dificuldade
Aluno 8	Alto		Alto		Não apresenta	Sem dificuldade	Alto
Aluno 9	Alto		Alto		Não apresenta	Sem dificuldade	Alto
Aluno 10	Alto		Alto		Não apresenta	Sem dificuldade	Alto
Aluno 11	Alto		Alto		Altas habilidades	Sem dificuldade	Alto
Aluno 12	Alto		Alto		Não apresenta	Sem dificuldade	Alto
Aluno 13	Alto		Alto		Não apresenta	Sem dificuldade	Alto
Aluno 14	Alto		Alto		Não apresenta	Sem dificuldade	Alto
Aluno 15	Alto		Alto		Não apresenta	Sem dificuldade	Alto
Aluno 16	Alto		Alto		Não apresenta	Sem dificuldade	Alto
Aluno 17	Alto		Alto		Não apresenta	Sem dificuldade	Alto
Aluno 18	Alto		Alto		Não apresenta	Sem dificuldade	Alto
Aluno 19	Alto		Alto		Não apresenta	Sem dificuldade	Alto

APÊNDICE F AVALIAÇÃO TEXTUAL DOS DESENVOLVEDORES SOBRE O TEMPLATE +LUDUS

Desenvolvedor A

Elementos de Imagem

- **Sprites:** Uma abordagem eficaz para criar o sprite com todos os elementos é utilizar o Figma para remover o fundo das imagens e combiná-las em uma única composição. Em seguida, pode-se cortá-las automaticamente na Unity para garantir a qualidade. Para preservar a qualidade, é recomendável baixar o PDF completo, convertê-lo em imagens e utilizar o Figma para remover o fundo e organizar as imagens na sequência desejada.

Utilização de áudios

- **Pastas:** Para usar os áudios corretamente, é necessário ter duas pastas: "auxiliarSons" e "objetoSons" para executar o jogo. Att: Esse problema foi corrigido no novo modelo e agora funciona perfeitamente mesmo sem uma das pastas.
- **Voz:** É recomendável utilizar a voz de uma pessoa, pois as vozes de IA geralmente não são claras e é difícil fazer com que elas soem menos robóticas.
- Quando uma criança tenta arrastar e soltar sem querer, o áudio de erro é reproduzido muito rapidamente.

Utilização dos prefabs

- **Uso:** Nunca utilize diretamente um prefab já existente; faça uma cópia e edite-a.
- **Dimensões:** Mexer diretamente nas opções de “Width”(largura) e “Height”(altura) no prefab pode causar erros no layout físico da fase, por isso é importante evitar essa prática.

Tamanho das imagens

- **"Fase Layout Físico":** Ao trabalhar com o "Fase Layout Físico", é importante usar com cuidado para evitar a deformação das imagens. Não há um método simples para corrigir isso; o ideal é testar gradualmente até obter um ajuste adequado para todas as imagens. Devido à variação comum de tamanhos das imagens, o uso do "Fase Layout Físico" pode ser difícil de alcançar uma configuração que seja satisfatória para todas elas.

- **"Utilizar Dimensões da Imagem":** Uma opção mais recomendada é utilizar a nova opção "Utilizar Dimensões da Imagem", que preserva o tamanho individual de cada imagem sem distorcê-las.

Scenes

- Criar cenas é bastante simples, especialmente com as cenas padrão disponíveis. A única coisa a se lembrar é adicioná-las às configurações de compilação ("Build Settings").

Canvas

- **Background:** Em geral, o processo é intuitivo, mas é importante destacar que as cores de fundo das fases não são aplicadas como uma simples pintura, mas sim como uma imagem com as dimensões da tela do jogo colocada atrás de todos os elementos. As cores disponíveis podem ser encontradas na pasta "Imagens Assets > Template > Images > Background".

- **Botões:** O mesmo princípio se aplica aos botões: todos possuem uma única cor, mas é possível adicionar mais opções de cores para cada um, seguindo a mesma lógica usada para criar os sprites das imagens no jogo.

Desenvolvedor B

Resumo

O template +Ludus oferece ótimas possibilidades para a criação de jogos para desenvolvedores não programadores. Mesmo com conhecimentos mais básicos da Engine Unity, é possível desenvolver jogos criativos e interessantes no formato de Drag and Drop, podendo adicionar sons, backgrounds e imagens originais (mesmo que o template já possua algumas alternativas prontas para uso).

Observações de uso:

Para usuários que conhecem o básico da ferramenta Unity, é possível entender algumas possibilidades do template mesmo sem auxílio de tutorial - a configuração básica das scenes, os modelos de uso prontos, disponibilizados como prefabs. e os assets prontos já representam algumas possibilidades para o desenvolvimento de jogos. As telas configuradas, no entanto, agilizam muito o processo, demandando apenas tempo para estilização e aperfeiçoamento por parte do desenvolvedor.

Principais observações:

● Importar fontes externas para o template: Nosso estudo indicava o uso da ROBOTO como fonte oficial para desenvolvimento de jogos no projeto. Importei a fonte do Google Fonts e transformei para arquivo TEXTMESHPRO dentro da Unity. Ela se tornou acessível no painel de fontes mas não consegui utilizar nas telas do template. A tela dava erro e não rodava.

● Acrescentar sons: Tive dificuldades em entender de forma intuitiva como adicionar sons ao jogo, precisei da dica do professor. No painel de configuração do modelo PREFAB temos uma área de som (AudioSource). Acabei mexendo ali, tentando adicionar coisas, e o local não era lá. Acho que deveríamos ter um tutorial para essa

função especificamente.

● Scene programada: nas scenes prontas para uso, achei ótimo a opção de usar as dimensões da imagem. Com o auxílio do FIGMA, consegui fazer praticamente todos os meus ASSETS no tamanho certo para uso, mantendo a qualidade da imagem e a equidade entre os elementos. Um tutorial sobre este tema também faria sentido, pois otimizaria mais ainda o processo de desenvolvimento e personalização dos jogos criados no template.

● Acessibilidade: o template apresenta alguns elementos muito auto explicativos, como as caixas de utilização do material auxiliar e as configurações específicas de margem e espaçamento dentro dos painéis objeto e sombra. Este é um dos pontos mais positivos, ao meu ver.

● Sombra + conteúdo auxiliar: no meu jogo atual, o conteúdo auxiliar é personalizado e tem um tamanho bem diferente da sombra do objeto. Ambos precisam estar lado a lado, alinhados, para que algumas funções do jogo façam sentido.

Por ter tamanho muito diferente, meu conteúdo auxiliar acabava se sobrepondo à sombra do meu objetivo e, sendo um jogo DRAG AND DROP, era impossível concluir os módulos.

Este erro foi corrigido dentro da edição do Prefab sombra. Posicionei o auxiliar ao lado da sombra (no lugar que fazia sentido pro meu jogo) e selecionando o auxiliar, configurei o Toggle Tool Handle Position para Pivot e o Toggle Tool Handle Rotation para Local. No painel lateral direito, configurei meu Anchor Preset para Middle Left. Com essas modificações, o auxiliar ficou sempre no lado direito da sombra, à uma distancia padrão, independente do tamanho do auxiliar.

● Sons dos auxiliares: Encontrei um problema na programação das telas de jogo em relação aos sons dos auxiliares no painel sombra. Quando coloco dois elementos ou

mais, o som fica correto no primeiro elemento auxiliar e sempre errado no segundo.

Em outras palavras, ele repete o som do primeiro auxiliar para todos os auxiliares restantes no painel, podendo ser dois ou mais. Se apenas um elemento estiver sendo disposto, no entanto, o som ocorre corretamente.

Em suma, o template tem uma curva de aprendizado acessível, mas depende dos tutoriais para que o desenvolvedor seja capaz de utilizar o seu máximo.

É uma criação que super faz sentido e que gostei bastante de utilizar. Estou fazendo módulos cada vez maiores no meu jogo porque o template me permite uma média entre o tempo gasto na organização e na aplicação dos assets e sons. Acredito que já é um produto de software muito útil e que tem muito potencial.