



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
ESCOLA DE ARTES, CIÊNCIAS E HUMANIDADES  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

LÓIDE SHEILA DOS SANTOS MOREIRA

**Diretrizes de projeto e avaliação de usabilidade de um ambiente de tecnologia assistiva destinado a pessoas com transtorno do espectro autista**

São Paulo

2022

LÓIDE SHEILA DOS SANTOS MOREIRA

**Diretrizes de projeto e avaliação de usabilidade de um ambiente de tecnologia assistiva destinado a pessoas com transtorno do espectro autista**

Dissertação apresentada à Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências pelo Programa de Pós-graduação em Sistemas de Informação.

Área de concentração: Metodologia e Técnicas da Computação

Versão corrigida contendo as alterações solicitadas pela comissão julgadora em 07 de dezembro de 2021. A versão original encontra-se em acervo reservado na Biblioteca da EACH-USP e na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da USP (BDTD), de acordo com a Resolução CoPGr 6018, de 13 de outubro de 2011.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Morandini

São Paulo

2022

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca da Escola de Artes, Ciências e Humanidades,  
com os dados inseridos pelo(a) autor(a)  
Brenda Fontes Malheiros de Castro CRB 8-7012; Sandra Tokarevicz CRB 8-4936

dos Santos Moreira, Lóide Sheila  
Diretrizes de projeto e avaliação de usabilidade  
de um ambiente de tecnologia assistiva destinado a  
pessoas com transtorno do espectro autista / Lóide  
Sheila dos Santos Moreira; orientador, Marcelo  
Morandini. -- São Paulo, 2022.  
143 p: il.

Dissertacao (Mestrado em Ciencias) - Programa de  
Pós-Graduação em Sistemas de Informação, Escola de  
Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São  
Paulo, 2022.  
Versão corrigida

1. Tecnologia Assistiva. 2. Autismo. 3.  
Diretrizes de Usabilidade. I. Morandini, Marcelo,  
orient. II. Título.

Dissertação de autoria de Lóide Sheila dos Santos Moreira, sob o título “**Diretrizes de projeto e avaliação de usabilidade de um ambiente de tecnologia assistiva destinado a pessoas com transtorno do espectro autista**”, apresentada à Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Ciências pelo Programa de Pós-graduação em Sistemas de Informação, na área de concentração Metodologia e Técnicas da Computação, aprovada em 07 de dezembro de 2021 pela comissão julgadora constituída pelos doutores:

---

Prof. Dr. Marcelo Morandini  
Escola de Artes, Ciências e Humanidades da  
Universidade de São Paulo  
Presidente

---

Profa. Dra. Sílvia Amélia Bim  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Profa. Dra. Luciana Cardoso de Castro Salgado  
Universidade Federal Fluminense

*A minha filha e meu esposo pelo amor e compreensão durante o período de estudo*

## **Agradecimentos**

Agradeço primeiramente a Deus, por todas bênçãos concedidas e pela oportunidade de estudo neste mestrado.

Ao professor Dr. Marcelo Morandini pela competência profissional, humildade e companheirismo durante o período de orientação.

A todos os professores, sem exceção, que ministraram as disciplinas cursadas durante o mestrado e aos professores com os quais tive contato durante este estudo que indiretamente contribuirão com conhecimentos e possibilitaram a realização deste trabalho.

Ao Comitê de Ética em Pesquisa da EACH.

Ao PIPA (Projeto de Integração Pró-Autista PIPA) por possibilitar a pesquisa com seus alunos, obrigada pela confiança, oportunidade e pelo espaço fornecido em seu estabelecimento.

A psicóloga Renata por todo apoio durante a pesquisa, carinho e amor com o qual instruiu as crianças e adolescentes no projeto PIPA.

Aos pais e responsáveis pelas crianças e adolescentes participantes desta pesquisa, muito obrigada.

A minha família amada: meu esposo Eneas e minha filha Heloísa, muito obrigada pela paciência, incentivo e por todo amor. Querida Helô e Neinha, amo vocês sempre!

Aos meus queridos pais, por sempre me incentivarem nos estudos.

As crianças e adolescentes do projeto PIPA, solícitos e atenciosos, muito obrigada pelo carinho e pela colaboração.

*“Percebi ainda outra coisa debaixo do sol: os velozes nem sempre vencem a corrida, e nem sempre os fortes vencem a batalha; os sábios nem sempre têm alimento, os inteligentes nem sempre têm riquezas, os que têm conhecimento nem sempre têm sucesso; porque o tempo e o imprevisto sobrevêm a todos eles.”*

*(Eclesiastes 9:11)*

## Resumo

MOREIRA, Lóide Sheila dos Santos. **Diretrizes de projeto e avaliação de usabilidade em um ambiente de tecnologia assistiva para pessoas com transtorno do espectro autista**. 2021. 143 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2021.

A usabilidade pode ser definida como a capacidade que um sistema interativo oferece a seus usuários para a execução de tarefas com eficácia, eficiência e satisfação de uso. Essa qualidade interativa que o *software* deve oferecer possui maior relevância quando os usuários possuem características específicas, como no caso de usuários com transtorno do espectro autista (TEA). O TEA caracteriza-se por dificuldades de interação social, comunicação e um repertório restrito e repetitivo de interesses e atividades. Atualmente, há vários fatores genéticos e ambientais que contribuem para o surgimento do TEA. Tais fatores influenciam o desenvolvimento inicial do cérebro, mas há amplas intervenções para facilitar o aprendizado e o desenvolvimento que podem amenizar a gravidade dos sintomas. Ao longo dos anos, tecnologias assistivas possuem como foco apoiar pessoas com deficiências cognitivas, particularmente abordamos na pesquisa as pessoas com TEA. Como contribuição, intervenções tecnológicas e o emprego de aplicativos educacionais apoiam os processos terapêuticos e proporcionam conforto a essas pessoas. A literatura mostra que um dos desafios para *designers* e desenvolvedores de tais aplicativos são projetar IHCs que atendam pessoas com perfil espectro autista em habilidades sociais, comunicativas ou comportamentais e avaliar a usabilidade do sistema com o qual o público com TEA interage é um desafio ainda maior. Assim, o objetivo deste trabalho foi elaborar diretrizes de projeto por meio da compreensão dos requisitos de interação e da avaliação da usabilidade de um aplicativo educacional o qual abrange alfabetização e atividades básicas da vida diária de pessoas com TEA. Nesta pesquisa, foram utilizados o processo de *design* centrado no humano, o método de avaliação heurística e a técnica de personas. Como amostra de pesquisa, cinco avaliadores realizaram a inspeção heurística do aplicativo ACA e um total de 15 participantes com diagnóstico de TEA foram observados durante o manuseio do aplicativo. Os resultados obtidos por meio da avaliação heurística e dos testes de usabilidade serviram como base comparativa para indicação das diretrizes. Há expectativa de que a realização da avaliação da usabilidade do aplicativo ACA e conseqüentemente das diretrizes de projeto levantadas apoiem no desenvolvimento de novas intervenções destinadas às atividades terapêuticas desta população.

Palavras-chaves: Tecnologia Assistiva. Autismo. Diretrizes de Usabilidade.



## Abstract

MOREIRA, Lóide Sheila dos Santos. **Project guidelines and usability evaluation of an assistive technology environment for people with autistic spectrum disorder**. 2021. 143 p. Dissertation (Master of Science) – School of Arts, Sciences and Humanities, University of São Paulo, São Paulo, 2021.

Usability refers to a product's ability to provide a condition for its users to perform tasks effectively, satisfactorily, and efficiently. Besides, usability allows the software to be evaluated during the design process. This interactive quality that the software should offer has greater relevance when the user has specific characteristics, as in the case of users with Autistic Spectrum Disorder (ASD). ASD is characterized by difficulties in social interaction and communication and a restricted and repetitive repertoire of interests and activities. Currently, there are various factors, both genetic and environmental, that contribute to the onset of autism spectrum disorders by influencing early brain development. However, there are extensive interventions to support development and learning that can alleviate the severity of symptoms. Over the years, assistive technologies have been used to support people with cognitive impairment and ASD diagnosis. As a contribution, technological interventions offer aids in the therapeutic process and comfort to persons with autism. Thus, the employment of educational applications is considered a relevant activity. The literature shows that the challenge for designers and developers of such applications is to design HCIs that help people with an autistic spectrum profile in social, communicative, and behavioral skills. Consequently, assessing the usability of the system with which the audience with ASD interacts is an even greater challenge. Therefore, this study aims to elaborate design guidelines by understanding the interaction requirements and evaluating the usability of an educational application which covers literacy and basic activities of daily living for people with ASD. In this research, the user-centered design process, the heuristic evaluation method, and the personas technique were used. As a sample of the research, five evaluators performed the heuristic inspection of the ACA application and a total of 15 participants with ASD were observed while using the application. The results obtained through the heuristic evaluation and the usability tests served as a comparative and complementary basis for the indication of guidelines. It is expected that the usability evaluation of the ACA application and the consequent design guidelines will support the development of new interventions aimed at the therapeutic activities of this population.

Keywords: Assistive Technology. Autism. Usability Guidelines.

## Lista de figuras

Figura 1 – Proporção de problemas de usabilidade em uma interface encontrada pela avaliação heurística usando vários números de avaliadores. . . . .	29
Figura 2 – Fases para obtenção dos artigos. . . . .	42
Figura 3 – Relação de artigos por bases de dados. . . . .	43
Figura 4 – Relação de artigos por área de concentração. . . . .	43
Figura 5 – Relação de artigos por ano de publicação. . . . .	44
Figura 6 – Tipo de tecnologia utilizada. . . . .	45
Figura 7 – Área de aplicação do estudo. . . . .	46
Figura 8 – Faixa etária dos participantes. . . . .	46
Figura 9 – Meios de publicação dos artigos. . . . .	47
Figura 10 – País de origem das publicações. . . . .	48
Figura 11 – Nível de autismo dos participantes. . . . .	48
Figura 12 – Fluxo metodológico do projeto abrangendo as fases da pesquisa (ISO, 2011). . . . .	54
Figura 13 – Papel dos usuários. . . . .	57
Figura 14 – Relação da faixa etária dos participantes. . . . .	59
Figura 15 – Relação de participantes não alfabetizados por nível de autismo. . . . .	60
Figura 16 – Relação do tipo de tecnologia utilizada pelos participantes. . . . .	61
Figura 17 – Modelo persona correspondente ao 1º participante. . . . .	62
Figura 18 – Modelo persona correspondente ao 2º participante. . . . .	63
Figura 19 – Modelo persona correspondente ao 3º participante. . . . .	63
Figura 20 – Modelo persona correspondente ao 4º participante. . . . .	64
Figura 21 – Modelo persona correspondente ao 5º participante. . . . .	64
Figura 22 – Modelo persona correspondente ao 6º participante. . . . .	65
Figura 23 – Modelo persona correspondente ao 7º participante. . . . .	65
Figura 24 – Modelo persona correspondente ao 8º participante. . . . .	66
Figura 25 – Modelo persona correspondente ao 9º participante. . . . .	66
Figura 26 – Modelo persona correspondente ao 10º participante. . . . .	67
Figura 27 – Modelo persona correspondente ao 11º participante. . . . .	67
Figura 28 – Modelo persona correspondente ao 12º participante. . . . .	68

Figura 29 – Modelo persona correspondente ao 13º participante. . . . .	68
Figura 30 – Modelo persona correspondente ao 14º participante. . . . .	69
Figura 31 – Modelo persona correspondente ao 15º participante. . . . .	69
Figura 32 – Interface de apresentação do aplicativo ACA. . . . .	72
Figura 33 – Interface dos níveis do aplicativo ACA. . . . .	73
Figura 34 – Interface correspondente a fase 1 (nível 1) do aplicativo ACA. . . . .	74
Figura 35 – Interface correspondente a fase 2 (nível 1) do aplicativo ACA. . . . .	74
Figura 36 – Interface correspondente a fase 3 (nível 1) do aplicativo ACA. . . . .	75
Figura 37 – Interface correspondente a fase 4 (nível 1) do aplicativo ACA. . . . .	75
Figura 38 – Interface correspondente a fase 5 (nível 1) do aplicativo ACA. . . . .	76
Figura 39 – Interface correspondente a fase 1 (nível 2) do aplicativo ACA. . . . .	77
Figura 40 – Interface correspondente a fase 2 (nível 2) do aplicativo ACA. . . . .	77
Figura 41 – Interface correspondente a fase 1 (nível 3) do aplicativo ACA. . . . .	78
Figura 42 – Interface correspondente a fase 2 (nível 3) do aplicativo ACA. . . . .	79
Figura 43 – Interface correspondente a fase 1 (nível 4) do aplicativo ACA. . . . .	80
Figura 44 – Interface correspondente a fase 2 (nível 4) do aplicativo ACA. . . . .	80
Figura 45 – Interface correspondente a fase 1 (nível 5) do aplicativo ACA. . . . .	81
Figura 46 – Participante interagindo com o aplicativo ACA durante a sessão terapêutica. . . . .	82
Figura 47 – Procedimento sugerido aos especialistas para execução da avaliação heurística. . . . .	86
Figura 48 – Aplicativo ACA: Participante durante os testes de usabilidade. . . . .	89
Figura 49 – Tempo médio de uso entre os grupos de participantes grau TEA leve e médio/moderado conforme os níveis do aplicativo. . . . .	93
Figura 50 – Tempo médio de uso entre os grupos de participantes grau TEA alto e médio/moderado conforme os níveis do aplicativo. . . . .	95

## Lista de quadros

Quadro 1 – Grau de severidade da heurística . . . . .	87
Quadro 2 – Total de violações em cada heurística. . . . .	87
Quadro 3 – Sugestão de melhorias e funcionalidades para o aplicativo. . . . .	88

## Lista de tabelas

Tabela 1 – Teste T de Amostras Independentes: TEA grau leve e médio/moderado	91
Tabela 2 – Descritivos do Grupo: TEA grau leve e médio/moderado . . . . .	92
Tabela 3 – Teste de Homogeneidade de Variâncias (Levene’s): TEA grau leve e médio/moderado . . . . .	92
Tabela 4 – Teste de normalidade (Shapiro-Wilk): TEA grau leve e médio/moderado	92
Tabela 5 – Teste T de Amostras Independentes: TEA grau alto e médio/moderado	94
Tabela 6 – Descritivos do Grupo: TEA grau alto e médio/moderado . . . . .	94
Tabela 7 – Teste de Homogeneidade de Variâncias (Levene’s): TEA grau alto e médio/moderado . . . . .	94
Tabela 8 – Teste de normalidade (Shapiro-Wilk): TEA grau alto e médio/moderado	94
Tabela 9 – Apresentação de artigos levantados e critérios de inclusão aplicados. . .	112
Tabela 10 – Apresentação sucinta das heurísticas. . . . .	113
Tabela 11 – Problemas de usabilidade apontados pelos avaliadores. . . . .	116

## Lista de abreviaturas e siglas

ACA	Aprendendo com Comunicação Alternativa
AVD	Atividades Básicas da Vida Diária
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos
CID	Classificação Internacional de Doenças
COVID-19	Doença por Coronavírus 2019
DCH	<i>Design</i> Centrado no Humano
EACH	Escola de Artes, Ciências e Humanidades
Gof	<i>Ganf Of Four</i>
IHC	Interação Humano-Computador
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONG	Organização Não-Governamental
PcD	<i>Pessoas com Deficiência</i>
PECS	<i>Picture Exchange Communication System</i>
PIPA	Projeto de Integração Pró-Autista
RSL	Revisão Sistemática da Literatura
SUS	Sistema Único de Saúde
TA	Tecnologia Assistiva
TEA	Transtorno do Espectro Autista
TEACCH	<i>Treatment and Education of Autistic and related Communication-handicapped Children</i>
TVD	Terapia de Vida Diária
USP	Universidade de São Paulo

## Lista de símbolos

$\Omega$	Letra grega Ômega
$\lambda$	Letra grega minúscula lambda

## Sumário

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	18
1.1	<i>Motivação</i>	20
1.2	<i>Problema de pesquisa</i>	21
1.3	<i>Hipótese de pesquisa</i>	22
1.4	<i>Objetivos</i>	22
1.5	<i>Justificativa</i>	23
1.6	<i>Organização do documento</i>	24
<b>2</b>	<b>Conceitos fundamentais</b>	25
2.1	<i>Considerações iniciais</i>	25
2.2	<i>Design centrado no humano</i>	25
2.3	<i>Avaliação da usabilidade</i>	26
2.3.1	Avaliação por especialistas e avaliação heurística	28
2.3.2	Avaliação heurística para educação inclusiva	30
2.3.3	Testes de usabilidade	30
2.3.4	Técnicas de observação	31
2.3.5	Técnicas de entrevistas e questionários	33
2.4	<i>Padrões de projeto de software</i>	34
2.4.1	Padrões Gof	34
2.5	<i>Acessibilidade e tecnologia assistiva</i>	35
2.6	<i>Aplicativo ACA</i>	36
2.7	<i>Considerações do capítulo</i>	37
<b>3</b>	<b>Levantamento bibliográfico</b>	38
3.1	<i>Introdução</i>	38
3.2	<i>Métodos</i>	39
3.3	<i>Análise quantitativa</i>	42
3.4	<i>Análise qualitativa</i>	49
3.4.1	<i>Feedback</i> usuário, observação, entrevistas e questionários	49
3.4.2	Avaliação heurística, observação, medidas de desempenho, entrevistas e questionários	49



3.4.3	<i>Design</i> participativo, <i>design</i> formativo, observação, grupos focais, entrevistas e questionários . . . . .	49
3.4.4	Medidas de desempenho, observação, entrevistas e questionários . . . . .	50
3.4.5	Estrutura de <i>design</i> de aplicativo baseados nos modelos teóricos de Kolb/Piaget e estudo bibliográfico: . . . . .	50
3.4.6	<i>Design</i> centrado no humano, observação, discussão em grupos focais, entrevistas e questionários . . . . .	50
3.4.7	<i>Design</i> inclusivo . . . . .	51
3.4.8	Meta <i>Design</i> , Sondas de <i>Design</i> e Engenharia Semiótica: . . . . .	51
3.5	<i>Discussão e considerações finais sobre a revisão sistemática</i> . . . . .	51
<b>4</b>	<b>Metodologia</b> . . . . .	<b>54</b>
4.1	<i>Procedimentos iniciais</i> . . . . .	55
4.2	<i>Compreensão do cenário</i> . . . . .	55
4.2.1	Compreensão e especificação do contexto de uso . . . . .	55
4.3	<i>Mapeamento de escopo e especificação dos requisitos dos usuários</i> . . . . .	61
4.3.1	Técnica de personas . . . . .	61
4.3.2	Padrões Gof . . . . .	70
4.4	<i>Design da solução</i> . . . . .	70
4.4.1	Aplicativo ACA . . . . .	71
4.4.2	Testes de usabilidade com os participantes . . . . .	81
4.5	<i>Avaliação da usabilidade e análise do conteúdo</i> . . . . .	83
4.6	<i>Considerações inerentes ao capítulo</i> . . . . .	83
<b>5</b>	<b>Resultados e discussões</b> . . . . .	<b>85</b>
5.1	<i>Avaliação heurística do aplicativo ACA</i> . . . . .	85
5.2	<i>Avaliação da usabilidade do aplicativo ACA com os participantes</i> . . . . .	89
5.2.1	Tempo de uso do aplicativo: TEA grau leve e médio/moderado . . . . .	91
5.2.2	Tempo de uso do aplicativo: TEA grau alto e médio/moderado . . . . .	93
5.3	<i>Considerações inerentes ao capítulo</i> . . . . .	95
<b>6</b>	<b>Diretrizes de projeto</b> . . . . .	<b>97</b>
6.1	<i>Recomendações</i> . . . . .	97
6.2	<i>Considerações inerentes ao capítulo</i> . . . . .	100

<b>7</b>	<b>Considerações finais</b> . . . . .	<b>101</b>
7.1	<i>Contribuição</i> . . . . .	102
7.2	<i>Limitações</i> . . . . .	103
7.3	<i>Trabalhos Futuros</i> . . . . .	103
	<b>REFERÊNCIAS</b> . . . . .	<b>105</b>
	 <b>APÊNDICES</b>	 <b>111</b>
	Apêndice A – Sumarização da revisão sistemática . . . . .	112
	Apêndice B – Avaliação heurística . . . . .	113
	Apêndice C – Relatório da avaliação heurística . . . . .	116
	Apêndice D – Termo de consentimento livre e esclarecido . . . . .	125
	Apêndice E – Termo de assentimento livre e esclarecido . . . . .	127
	Apêndice F – Questionário responsáveis . . . . .	129
	Apêndice G – Questionário participantes . . . . .	130
	Apêndice H – Pesquisa de caracterização dos participantes . . . . .	131
	 <b>ANEXOS</b>	 <b>139</b>
	Anexo A – Parecer do comitê de ética em pesquisa . . . . .	140

## 1 Introdução

Garantir a qualidade das interfaces gráficas e da interação para sistemas computacionais é considerada uma atividade vital durante o ciclo de desenvolvimento do *software* para assegurar que os usuários manipulem o produto com alto nível de independência. Tal atividade proporciona relevância para qualquer instituição, entidade ou organização. A ISO 9126 é uma norma que define seis características (e sub-características) para a qualidade do sistema por meio de funcionalidade; confiabilidade; usabilidade; eficiência; manutenibilidade; e portabilidade. Considerando a definição de usabilidade, a norma denomina o termo como um conjunto de atributos de *software* relacionado ao esforço necessário para o seu uso por determinados grupos de usuários (ISO/IEC, 1991).

Já a ISO 25010, define características relevantes para todos os produtos de *software* e sistemas de computador. As características e subcaracterísticas fornecem terminologia consistente para especificar, medir e avaliar a qualidade do sistema e do produto de *software*. Também fornecem um conjunto de características de qualidade com as quais os requisitos de qualidade declarados podem ser comparados quanto à integridade. Embora o escopo do modelo de qualidade do produto se destine a ser *software* e sistemas de computador, muitas das características também são relevantes para sistemas e serviços mais amplos (ISO/IEC, 2011).

Por conseguinte, a norma ISO 9241 estabelece a usabilidade como a capacidade que um sistema interativo oferece a seus usuários para a execução de tarefas dentro de um contexto específico com eficácia, eficiência e satisfação de uso (ISO, 1998).

Segundo Nielsen (1993), a usabilidade avalia a facilidade de interação com uma interface durante o processo de *design* definido por componentes como facilidade de aprendizado e memorização; eficiência; baixa taxa de erros; e satisfação subjetiva, mensurando o quão bem um usuário dentro de um cenário específico pode realizar o manuseio de um sistema. As métricas geralmente são avaliadas por *designers* durante todo o processo de desenvolvimento do produto (desde as fases de mapeamento de escopo, especificação e prototipação até a versão final) e dependem da qualidade de como os recursos acomodam as necessidades dos usuários durante a interação humano-computador (NIELSEN, 1993).

Assim, a Interação Humano-Computador (IHC) é considerada uma vasta área de pesquisa que abrange ciências da computação, ergonomia, psicologia, dentre outras

disciplinas associadas e expandiu seu foco inicial no comportamento individual e genérico do usuário para a inclusão da computação social e organizacional, de pessoas com deficiência cognitiva e física, da acessibilidade para todos os públicos e para o espectro mais amplo de experiências e atividades humanas. Com isso, é de suma importância que interfaces sejam projetadas e avaliadas para adaptação a padrões de grupos específicos de usuários com características específicas (HELANDER; LANDAUER; PRABHU, 1997).

Particularmente, dentro do contexto psicológico e de saúde, podemos destacar o Transtorno do Espectro Autista (TEA). Este transtorno é caracterizado por fenótipos comportamentais complexos e *déficits* nas funções sociais e cognitivas (FAKHOURY, 2015). Geralmente, há dificuldade em adquirir habilidades expressivas e de comunicação e sua causa pode estar associada a fatores genéticos e ambientais.

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS) e com a Classificação Internacional de Doenças (CID), o início do distúrbio ocorre durante o período de desenvolvimento da pessoa, geralmente na primeira infância, mas os sintomas podem não se manifestar completamente até mais tarde, quando as demandas sociais excedem as capacidades limitadas. Os *déficits* muitas vezes são suficientemente severos para causar prejuízos em diversas áreas pessoais sendo uma característica observável no funcionamento da pessoa em aspectos sociais, educacionais e outros contextos (WHO, 2019). Atualmente, há vários fatores, tanto genéticos quanto ambientais que contribuem para o surgimento do TEA, influenciando o desenvolvimento inicial do cérebro, sendo que há amplas intervenções para facilitar o aprendizado e o desenvolvimento que podem amenizar a gravidade dos sintomas. (BERNARDINI; PORAYSKA-POMSTA; SMITH, 2014).

No Brasil, a política nacional de proteção aos direitos da pessoa com TEA (BRASIL, 2012) prevê a autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social para essa população. De acordo com as normas e critérios estabelecidos, a acessibilidade pode ser sucedida por meio de ajuda técnica ou tecnologia assistiva (BRASIL, 2015).

A tecnologia assistiva, ou adaptativa, é um termo abrangente que engloba dispositivos para pessoas com deficiência (COOK, 2010). Por mais de uma década, as tecnologias assistivas foram desenvolvidas para ajudar pessoas com deficiências cognitivas, particularmente pessoas com autismo (PARK; ABIRACHED; ZHANG, 2012).

A comunidade científica possui consenso sobre a eficácia de soluções assistenciais intensivas para pessoas com TEA (WELCH *et al.*, 2010). Intervenções tecnológicas para o aprendizado de atividades básicas da vida diária (AVDs) proporcionam conforto a essas

peessoas. Especificamente, o emprego de aplicativos educacionais pode se caracterizar como uma atividade relevante e o *feedback* que pode ser apresentado aos usuários por meio de premiações podem auxiliar no engajamento fornecendo funções motivacionais positivas (GOBBO *et al.*, 2019).

Assim, o desafio para *designers* e desenvolvedores de aplicativos que atendam pessoas com perfil espectro autista é projetar IHCs que possam refletir as necessidades e características que envolvam as habilidades sociais, comunicativas ou comportamentais dos possíveis usuários. Nesse contexto, avaliar a usabilidade dos sistemas (no caso, dos aplicativos) que são desenvolvidos para esse público é um desafio ainda maior que envolve diversos aspectos importantes no contexto psico e sociológico dos usuários.

O apoio de intervenções tecnológicas pode prover à pessoa portadora de TEA melhor entendimento do ambiente (BAI; BLACKWELL; COULOURIS, 2015). Comparada às abordagens tradicionais, a realidade aumentada (RA) apresenta benefícios para a educação e compreensão dos alunos em termos de conhecimento conceitual e espacial, melhora na retenção da memória a longo prazo, colaboração em torno do conteúdo virtual e aumento motivacional (RADU; MACINTYRE; LOURENCO, 2016). Mais particularmente, no contexto desta pesquisa, o foco esteve nas características associadas à usabilidade das Interações Humano-Computador do aplicativo educacional ACA.

### 1.1 Motivação

Pessoas com deficiência (PcD) apresentam transtorno do neurodesenvolvimento que ocasionam dificuldades relacionadas às habilidades motoras, comunicação verbal, expressões faciais e emocionais, sequenciamento de ideias, concentração e aprendizagem (PARK; ABIRACHED; ZHANG, 2012) (GOBBO *et al.*, 2019).

O *design* inclusivo visa projetar IHCs para todas pessoas, com diagnóstico ou não de deficiência. Pessoas com TEA podem ter necessidades e características distintas dos usuários neurotípicos, portanto alguns princípios de *design* podem ser ineficazes, limitantes ou questionáveis para esse grupo específico. Para que essa população se beneficie da tecnologia, são necessários estudos comparativos e baseados em dados que revelem princípios confiáveis de *design* (BOZGEYIKLI *et al.*, 2018).

Tecnologias assistivas baseadas em entretenimento também auxiliam as pessoas com autismo a aprender e se relacionar com as demais pessoas, a serem pacientes e a entender emoções (ESCOBEDO *et al.*, 2012). Apesar do presente estudo se concentrar na avaliação de um aplicativo educacional, vale destacar que o aplicativo simbólico e outros tipos de tecnologias apoiam no entendimento do ambiente combinando a realidade com conteúdos virtuais para o público com TEA (BAI; BLACKWELL; COULOURIS, 2015).

As dificuldades de comunicação, socialização e aprendizado de pessoas com TEA motivaram o desenvolvimento deste projeto considerando que tecnologias assistivas (especificamente um aplicativo educacional destinado à tecnologia de apoio direcionadas a pessoas com TEA) podem promover auxílio no processo inclusivo (SILVA; SALGADO; RAPOSO, 2013).

Conseqüentemente, por meio da comparação dos insumos gerados pela avaliação heurística com a avaliação da usabilidade do manuseio do aplicativo ACA (como uma atividade empregada à tecnologia assistiva) puderam ser apresentados mecanismos relevantes, ou seja, foram geradas diretrizes para apoiar novos projetos de sistemas.

## 1.2 Problema de pesquisa

A pesquisa de Yeni, Cagiltay e Karasu (2019), menciona um número limitado de estudos sobre a usabilidade de tecnologias móveis na área de educação destinadas a pessoas com deficiência.

Bozgeyikli *et al.* (2018) identificam lacunas referentes às diretrizes de projeto bem estabelecidas para aplicativos direcionados a pessoas com TEA e a necessidade de estudos comparativos abrangendo princípios de *design* confiáveis.

Já a revisão sistemática proposta por Sharmin *et al.* (2018) tem como objetivo a investigação da melhor forma de projetar tecnologias inteligentes para ajudar crianças com autismo e menciona sobre a relevância de um segmento de pesquisa concentrado no *design* de ferramentas de apoio à educação. Os pesquisadores descobriram que *iPads* e tecnologias semelhantes são amplamente utilizadas para educar. Citam ainda que o principal objetivo das pesquisas é melhorar a vida das crianças com autismo e, como tal, a maioria das pesquisas realizadas nesta área se concentram no projeto de tecnologia para essas pessoas. No entanto, os pesquisadores reconhecem que, para melhorar a vida das

crianças com autismo, a tecnologia precisa ser projetada para todas as partes interessadas (por exemplo, pais e familiares, médicos/terapeutas, educadores e prestadores de cuidados). Apontam como lacuna os desafios com a avaliação da tecnologia associadas a natureza do autismo, ou seja, verificam que pessoas com autismo enfrentam diferentes desafios em diferentes estágios de suas vidas e que nenhuma das pesquisas que foram analisadas avaliaram sua tecnologia ou método proposto com pessoas com autismo em diferentes faixas etárias, limitando assim a generalização dos resultados relatados. Mencionam ainda sobre tamanhos pequenos de amostra e durações limitadas de estudo. Os pesquisadores também enfatizam que atualmente, pesquisas em autismo são realizadas principalmente em países desenvolvidos. Como o autismo é um fenômeno global e os países em desenvolvimento carecem de tecnologias avançadas e de profissionais treinados, argumentam que os países em desenvolvimento merecem a mesma atenção, se não mais, da comunidade de pesquisa em autismo.

Com isso, a presente pesquisa teve como intuito sanar parte destas lacunas.

### 1.3 Hipótese de pesquisa

Sendo assim, a hipótese desta pesquisa foi que por meio da avaliação da usabilidade, métodos de observação associados a testes com usuários e a avaliação heurística de um aplicativo educacional específico destinado a pessoas com TEA, seriam gerados insumos para apoiar a definição de diretrizes de projeto seguindo a estrutura dos formatos/modelos de padrões Gof (*Gang-Of-Four*) (GAMMA *et al.*, 1995). Com isso, possibilitar a elaboração de novos projetos para o desenvolvimento de novas intervenções tecnológicas, assim como melhorias, de aplicativos educacionais e oferecer suporte aos processos rotineiros, comunicativos e/ou de aprendizado de pessoas com TEA.

### 1.4 Objetivos

Esta pesquisa teve como objetivo gerar diretrizes de projeto destinado ao apoio no desenvolvimento e melhorias de novos projetos de aplicativos educacionais voltados às pessoas com TEA. Para isso, foi necessário a exploração de um elemento de tecnologia assistiva, ou seja, a avaliação da usabilidade dos participantes deste estudo durante o

manuseio do aplicativo denominado ACA (Aprendendo com Comunicação Alternativa) (GOBBO *et al.*, 2019). Para tanto, foram levantados os requisitos de interação, aptidões e dificuldades dos participantes desta pesquisa (considerando o grau de dependência leve, médio/moderado e alto) com apoio da técnica de personas. Os testes foram realizados com 15 participantes de um centro terapêutico denominado “Projeto de Integração Pró-Autista (PIPA)” e os insumos provenientes desta pesquisa “*in loco*” foram comparados com os resultados da avaliação heurística do aplicativo ACA realizado com a colaboração de cinco avaliadores. Para tanto, foi utilizado um modelo de processo baseando-se na proposta da abordagem de *design* centrado no humano.

Com base na comparação dos insumos gerados entre a avaliação heurística e o estudo exploratório, foi possível a indicação de diretrizes de projeto para o desenvolvimento e melhorias de futuras intervenções tecnológicas contribuindo com a qualidade de uso do produto para esse público em específico (pessoas com TEA).

Para atingir esses objetivos gerais, foram compreendidos os seguintes objetivos específicos:

- analisar os procedimentos necessários para avaliar heurísticamente o aplicativo ACA destinado a pessoas com TEA;
- analisar o escopo e cenário proposto;
- analisar as métricas necessárias para a avaliação da usabilidade de crianças e adolescentes com TEA;
- analisar os procedimentos necessários para elaboração das diretrizes de projeto nos formatos/modelos dos padrões Gof.

### 1.5 Justificativa

Seguindo os princípios de usabilidade, IHC's quando bem projetadas proporcionam melhoria e apoio na aprendizagem dos usuários e sua facilidade de uso causa sentimentos de realização a pessoas com algum tipo de deficiência (YENI; CAGILTAY; KARASU, 2019).

Logo, pessoas com TEA são caracterizados por possuírem afinidades com tecnologia e uma forte memória visual (BOZGEYIKLI *et al.*, 2018). Há evidências sobre o potencial



da tecnologia para apoiar essa população em habilidades sociais, da vida diária e em sala de aula (MINTZ *et al.*, 2012).

Deste modo, foram observadas as necessidades das pessoas com transtorno do espectro autista por meio da aplicação de um aplicativo específico e elaboradas diretrizes de projeto.

As diretrizes que foram geradas possuem o intuito de auxiliar futuros desenvolvedores e avaliadores de ambientes similares a conduzirem suas atividades com mais praticidade e atendendo mais adequadamente aos anseios e necessidades dos potenciais usuários dessas aplicações: crianças e adolescentes com TEA.

### *1.6 Organização do documento*

As atividades da presente pesquisa foram organizadas de forma a contemplar os seguintes tópicos: no Capítulo 1 foi enfatizado uma breve introdução para a pesquisa; no Capítulo 2 foi apresentado um resumo abrangendo os conceitos fundamentais; o Capítulo 3 apresentou o estado da arte por meio da revisão sistemática da literatura para o tema de pesquisa; no Capítulo 4 foi abordada a metodologia da pesquisa; o Capítulo 5 foi considerado os resultados e discussões; o capítulo 6 abordou as diretrizes de projeto; o Capítulo 7 finalizou apresentando as contribuições de pesquisa e sugestões para trabalhos futuros.

## 2 Conceitos fundamentais

### 2.1 Considerações iniciais

Neste capítulo são apresentados os conceitos necessários para a compreensão da pesquisa e as principais técnicas estudadas. O contexto em geral compreendeu a definição de *Design* Centrado no Humano (seção 2.2), Avaliação da Usabilidade (seção 2.3), Padrões de Projeto de *Software*, especificamente o Padrão de Projeto Gof (seção 2.4), Acessibilidade e Tecnologia Assistiva (seção 2.5), assim como, as características do *Aplicativo ACA* (seção 2.6). Ao final, na seção 2.7, foram realizadas as considerações finais deste capítulo.

### 2.2 Design centrado no humano

Conforme a norma ISO 9126-210, o *Design* Centrado no Humano (DCH) é uma abordagem para o desenvolvimento de sistemas interativos com objetivo de produzir sistemas utilizáveis concentrando-se nos usuários e em suas necessidades, na aplicação do conhecimento e em técnicas de fatores humanos/ergonomia e usabilidade (ISO/IEC, 1991).

O *Design* Centrado no Humano (DCH) reconhece que toda inovação precisa iniciar com uma compreensão do usuário e de um problema do mundo real a ser resolvido, sendo necessário o entendimento de suas tarefas, motivações, intenções, etapas detalhadas e estratégias, além de uma compreensão geral dos envolvidos, de seus cotidianos e da tecnologia a qual dependem (HOLTZBLATT; BEYER, 2017). Além disso, os processos de DCH prevê que os usuários estejam incluídos em todo o ciclo de vida e de desenvolvimento do produto sendo necessário abordar no projeto a totalidade da experiência do usuário (ISO, 2011).

Em suma, no processo interativo de DCH é realizado o estudo da situação atual, a solução para resolução do problema e a avaliação da solução. Portanto, mesmo após a liberação do produto, a intervenção deve ser avaliada para que seja mantido um novo ciclo de vida.

A abordagem de *Design* Centrado no Humano é composta pelas seguintes fases de planejamento: compreensão e caracterização do cenário; identificação e especificação dos requisitos; elaboração das soluções de projeto que atendam aos requisitos especificados; e avaliação da solução conforme os artefatos gerados (ISO, 2011).

Na fase de compreensão e especificação do cenário é necessário identificar os seres humanos envolvidos no projeto e caracterizar os grupos de usuários, levantar as necessidades, o ambiente do sistema, as características e limitações das plataformas de interação. Na fase de identificação e especificação dos requisitos (por meio de entrevistas, questionários ou observação) há a pretensão de descrever o cenário e os usuários, mapear os requisitos e detalhar a experiência do usuário, assim como as metas de usabilidade. Na etapa referente a elaboração das soluções de projeto que atendam aos requisitos especificados, geralmente por meio de reuniões, os participantes expõem sugestões e contribuições para definição de possíveis soluções. Com base nas soluções definidas, a intenção é de elaborar um protótipo de baixa fidelidade e após aplicar padrões, princípios e heurísticas para viabilizar a implementação e testes de protótipos de alta fidelidade. Já na fase de avaliação são escolhidos métodos adequados e realizado o acompanhamento da usabilidade real da solução (NORMAN, 2013).

Ainda para Norman (2013), os principais desafios que ocorrem no trabalho em equipe estão relacionados à ausência da compreensão dos problemas dos envolvidos no projeto. Com isso, o ideal durante o estudo empírico é que haja observações para o entendimento adequado das necessidades dos usuários, seja por meio de testes e entrevistas, o engajamento com o usuário e os *stakeholders* do projeto e a respectiva validação dos problemas abordados conforme o método emprega. Tais conceitos se aderem à Avaliação da Usabilidade sendo relatada na próxima seção.

### 2.3 Avaliação da usabilidade

A usabilidade associa-se à qualidade de experiência do usuário ao interagir com produtos ou sistemas. Está relacionada à aceitabilidade do *software*, ou seja, se o mesmo é suficiente para satisfazer todas as necessidades e requisitos dos usuários e potenciais *stakeholders* como clientes, supervisores e demais envolvidos. Portanto, a aceitabilidade geral de um *software* é uma combinação de sua aceitabilidade social e sua aceitabilidade prática (NIELSEN, 1993).

Já a Avaliação da Usabilidade do *Software* apoia na identificação de problemas no projeto de interação e apresenta ao projetista pontos que necessitam de correções ou que

são considerados bons e que possam ser replicadas a outros locais da aplicação, podendo utilizar os métodos de inspeção e os testes de usabilidade (COLETI, 2013).

Desde 1990, a inspeção da usabilidade é altamente utilizada para avaliar as interfaces dos usuários e fornece quatro maneiras básicas para o processo de avaliação: automaticamente (medidas de usabilidade calculadas executando uma especificação de interface de usuário por meio de algum programa), empiricamente (usabilidade avaliada testando a interface com usuários reais), formalmente (usando modelos e fórmulas para calcular medidas de usabilidade) e informalmente (com base em regras práticas e na habilidade geral e experiência dos avaliadores). Os métodos empíricos podem ser classificados como a principal forma de avaliar as interfaces dos usuários e os testes de usuários o método provavelmente mais utilizado. Normalmente, a inspeção da usabilidade visa encontrar problemas de usabilidade e muitos métodos se prestam à inspeção das especificações da interface do usuário que não necessariamente foram implementadas, o que significa que a inspeção pode ser realizada no início do ciclo de vida da engenharia de usabilidade (NIELSEN; MACK, 1994).

Dentre alguns métodos de inspeção, podemos destacar:

- A Avaliação Heurística;
- A Inspeção Formal de Usabilidade;
- A Inspeção de Recursos;
- A Inspeção de Consistência;
- A Inspeção de Normas.

Contextualizando, usuários reais podem ser difíceis ou caros de recrutar em número suficiente para testar todos os aspectos e versões de um *design* em evolução, levando ao uso da inspeção como uma alternativa. Além disso, o orçamento do projeto por vezes impõe restrições que tornam métodos informais como a inspeção, uma solução de engenharia de usabilidade mais rentável. Vários estudos mostraram que métodos de inspeção de usabilidade são capazes de encontrar muitos problemas que são ignorados pelos testes de usabilidade, e os testes também encontram alguns problemas que são ignorados pelo método de inspeção, o que significa que os melhores resultados geralmente podem ser alcançados por meio da combinação de vários métodos (NIELSEN; MACK, 1994).

Nesta seção serão tratadas as técnicas de inspeção correspondente a Avaliação por Especialistas, a Avaliação Heurística e a Avaliação Heurística para Educação Inclusiva.

Também serão relatados os principais fundamentos para os Testes de Usabilidade, assim como, as Técnicas de Observação, Técnicas de Personas, Entrevistas e Questionários.

### 2.3.1 Avaliação por especialistas e avaliação heurística

O método de Avaliação por Especialistas pode ser considerado um procedimento geral de Teste de Usabilidade fortemente dependente da qualidade dos inspetores que se baseia em trazer um especialista experiente para avaliar a usabilidade de um determinado produto sem envolvimento direto dos usuários finais. Como complemento, a Avaliação Heurística refere-se a um método baseado em ter avaliadores especialistas examinando analiticamente os aspectos relacionados à usabilidade de uma interface do usuário (NIELSEN; MACK, 1994).

A Avaliação Heurística pode ser considerada um método informal de análise da usabilidade, em que vários avaliadores são apresentados a um *design* de interface e solicitados a expor suas opiniões. Basicamente há quatro maneiras de avaliar uma interface do usuário: formalmente por análise técnica, automaticamente por procedimento computadorizado, empiricamente por experimentos e heurísticamente simplesmente analisando a interface e expondo opiniões. Entretanto, acredita-se que uma boa estratégia para melhorar a usabilidade em situações diversas é abrangendo métodos de usabilidade que provavelmente empregam práticas de uso da avaliação heurística executadas conforme intuição e bom senso (NIELSEN; MOLICH, 1990).

Em síntese, a Avaliação Heurística é um método de avaliação econômico, com facilidade de ensino, de rápida aplicação e produtividade. É baseado na inspeção de avaliadores o qual recebem determinados cenários para exploração de interface conforme um conjunto de heurísticas identificadas. Especialistas realizam Avaliação Heurística analisando cuidadosamente a interface e sugerindo conselhos sobre os bons e maus atributos da interface (NIELSEN, 1993).

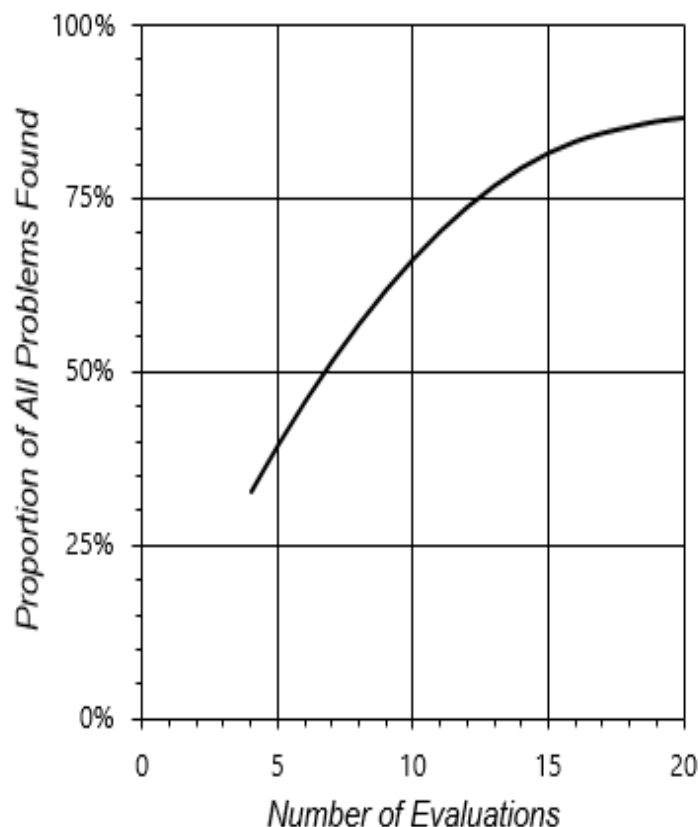
Nielsen e Landauer (1993), por meio de um modelo matemático, apresentam a detecção de problemas de usabilidade em função do número de avaliadores heurísticos ou de usuários testados. Ainda que avaliadores possam realizar uma Avaliação Heurística individualmente, experimentos indicam resultados insatisfatórios para avaliadores únicos. O gráfico da figura 1 apresenta resultado satisfatório para mais de um avaliador. O

recomendável seria de três a cinco avaliador e o número exato depende de uma análise custo-benefício. O modelo apresentado na figura 1 é baseado na equação 1 de previsão para o número de problemas de usabilidade encontrados em uma Avaliação Heurística:

$$\Omega(i) = N(1 - (1 - \lambda)^i), \quad (1)$$

em que  $\Omega(i)$  indica o número de diferentes problemas de usabilidade encontrados pela agregação de relatórios de  $i$  avaliadores independentes,  $N$  indica o número total de problemas de usabilidade na interface, e  $\lambda$  indica a proporção de todos os problemas de usabilidade encontrados por um único avaliador (GROUP, 1994).

Figura 1 – Proporção de problemas de usabilidade em uma interface encontrada pela avaliação heurística usando vários números de avaliadores.



Fonte – Nielsen e Landauer (1993)

Assim, o próximo tópico aborda a avaliação heurística para educação inclusiva.

### 2.3.2 Avaliação heurística para educação inclusiva

Em modos gerais, na área de educação inclusiva os Testes de Usabilidade com os usuários necessitam do apoio da visão de especialistas. Pode haver dificuldades durante a reflexão dos pensamentos e de comportamentos, conforme aplicação de testes distintos. Portanto, quando especialistas (especialistas em usabilidade e especialistas em educação inclusiva) empregam a Avaliação Heurística para identificar problemas de usabilidade, os dados dos Testes de Usabilidade dos usuários podem ser eficazes (YENI; CAGILTAY; KARASU, 2019). Um breve conceito é apresentado no próximo tópico.

### 2.3.3 Testes de usabilidade

Testes de Usabilidade podem ser considerados um conjunto de atividades que devem ser realizadas por todos os *designers* para identificar possíveis problemas de interação. Os Testes de Usabilidade com usuários reais é fundamental e, em certo sentido, insubstituível, uma vez que fornece informações sobre como as pessoas usam computadores e o problema que os usuários possuem com a interface que esta sendo testada. No entanto, a confiabilidade dos Testes de Usabilidade é um problema devido às diferenças e individualidades dos usuários. Por sua vez, a validação verifica se os Testes de Usabilidade mensura de fato algo relevante para a usabilidade dos produtos em ambientes fora de laboratórios. Considerando que a confiabilidade pode ser tratada com testes estatísticos, um alto nível de validação requer a adoção de metodologias, a compreensão dos métodos utilizados, bem como o senso comum (COLETI; MORANDINI; NUNES, 2014) (NIELSEN, 1993).

Durante as sessões, um moderador solicita que um participante execute determinadas tarefas, geralmente usando uma ou mais interfaces de usuário específicas. Enquanto o participante conclui cada tarefa, o pesquisador observa o comportamento do participante e recebe o *feedback* (GROUP, 1994).

Além dos Testes de Usabilidade com o usuário, a Técnica de Observação do usuário é um método simples de usabilidade sendo abordada no próximo tópico.

### 2.3.4 Técnicas de observação

Uma maneira de coletar as informações sobre o uso real de um sistema é observar os usuários durante a interação. Geralmente eles são solicitados a seguir um roteiro de tarefas predeterminadas ou executar normalmente suas atividades. O avaliador observa e registra as ações dos usuários utilizando uma variedade de técnicas. Observação simples é raramente suficiente para determinar o quão bem o sistema atende aos requisitos dos usuários uma vez que nem sempre dá uma visão sobre seus processos de decisão ou atitude. No decorrer do texto, foram consideradas algumas das técnicas usadas para avaliar sistemas observando o comportamento dos usuários (DIX *et al.*, 2003)

#### Análise de protocolo

Dix *et al.* (2003) destacam os seguintes métodos para a análise de protocolo:

- **Anotações em papel e lápis:** Primitivo e barato, permite ao analista observar interpretações e eventos à medida que ocorrem. No entanto, é difícil obter informações detalhadas, pois é limitado. Uma variação de papel e lápis é o uso de um *notebook* para entrada direta, mas limita-se à velocidade de digitação do analista;
- **Gravação de áudio:** Útil se o usuário estiver ativamente pensando em voz alta. No entanto, pode ser difícil registrar informações suficientes para identificar ações exatas em análises posteriores e pode ser difícil associar uma gravação de áudio a alguma outra forma de protocolo como um *script* manuscrito;
- **Gravação de vídeo:** Tem a vantagem de visualizar o que o participante está fazendo. Escolher posições da câmera e ângulos de visão adequados para obter detalhes suficientes e ainda assim manter o participante à vista é uma tarefa difícil. Para tarefas baseadas em computador de usuário único, normalmente se usa duas câmeras de vídeo, uma olhando para a tela do computador e outra com um foco mais amplo, incluindo o rosto e as mãos do usuário. A câmera anterior pode não ser necessária se o sistema do computador estiver sendo registrado;
- **Registro no computador:** Relativamente fácil para registrar automaticamente as ações do usuário, principalmente se esse recurso tiver sido considerado no início do projeto. Pode ser mais difícil com *software* proprietário, onde o código-fonte não está



disponível. Obviamente, o registro do computador nos diz apenas o que o usuário está fazendo no sistema. O *log* direto tem as vantagens de ser barato, discreto e pode ser usado para estudos longitudinais, nos quais analisamos um ou mais usuários por períodos de semanas ou meses. O problema é que o grande volume de dados pode se tornar incontrolável sem análise automática e é preciso cuidado para restaurar o estado do sistema antes da reprodução dos *logs*.

### Ferramentas para análise automática de protocolo

A análise de protocolos, sejam registros de vídeo, áudio ou sistema, consome tempo e é tediosa à mão. É mais difícil se houver mais de um fluxo de dados para sincronizar. Uma solução para esse problema é fornecer ferramentas de análise automática para dar suporte às tarefas. Eles oferecem um meio de editar e anotar *logs* de vídeo, áudio e sistema e sincronizá-los para análise detalhada (DIX *et al.*, 2003).

O *Software ErgoSV* é uma ferramenta de apoio ao teste de avaliação de usabilidade por meio de processamento de fala que reconhece palavras-chave específicas pronunciadas pelos participantes e imagens faciais processadas durante o teste. Esses dados são usados para fornecer informações organizadas e relevantes para apoiar a análise dos dados e a identificação de interfaces com possíveis problemas de usabilidade (COLETI; MORANDINI; NUNES, 2014).

Sistemas como esses são extremamente importantes como ferramentas de avaliação, pois oferecem um meio de lidar com os dados coletados em estudos observacionais e permitem uma abordagem mais sistemática da análise. A tarefa do avaliador é facilitada e é provável que surjam observações mais valiosas como resultado (DIX *et al.*, 2003).

O próximo tópico relata a técnica de personas, que pode ser adaptada para usuários com diagnóstico de TEA verbais e não verbais conforme o contexto da presente pesquisa.

#### Técnica de personas

No contexto do *design* centrado no humano, entender o público-alvo de um sistema não é uma tarefa fácil. Existem pessoas com deficiências psicológicas e/ou neurológicas que não conseguem expressar seu estado emocional. Este é o caso da maioria das pessoas

com diagnóstico de TEA, cujas limitações afetam as áreas de cognição, interação social, comunicação e comportamento. Essas limitações tornam extremamente difícil obter as informações do próprio usuário. Além disso, muitos *designers* não estão preparados para desenvolver interfaces para esse público. Especificamente, no desenvolvimento de interfaces de *software*, é obrigatória a adaptação de técnicas e metodologias para atender as necessidades desses usuários. Essas adaptações levam os *designers* a construir interfaces de *software* eficientes (MELO *et al.*, 2017).

Personas tem sido um importante mecanismo de suporte no *design* de interfaces. Eles representam, hipoteticamente, a síntese do comportamento, principais características, motivações e expectativas dos usuários reais. Por meio de Personas, a empatia pode ser gerada entre *designers* de interface e futuros usuários finais de *software*. Porém, quando esses usuários finais são pessoas com TEA, esse desafio é ainda maior devido à falta de conhecimento específico de alguns *designers* / desenvolvedores sobre o tema autismo (MELO *et al.*, 2020).

Nesta pesquisa foi utilizada esta técnica baseando-se no trabalho proposto por Melo *et al.* (2020) adaptando o PersonAut, que é um modelo de Personas específico para pessoas com TEA.

### 2.3.5 Técnicas de entrevistas e questionários

Outro conjunto de técnicas de avaliação consiste em perguntar ao usuário diretamente sobre a interface. As técnicas de consulta podem ser úteis para obter detalhes sobre a visão do usuário de um sistema. Podem ser usados na avaliação e mais amplamente para coletar informações sobre os requisitos e tarefas do usuário. A vantagem de tais métodos é que eles obtêm o ponto de vista do usuário diretamente, podem revelar questões que não foram consideradas pelo *designer* e fornecem material suplementar útil para outros métodos. Existem dois tipos principais de técnica de consulta: entrevistas e questionários. Entrevistar usuários sobre sua experiência com um sistema interativo fornece uma maneira direta e estruturada para coletar informações. Já a aplicação de questionários pode ser usado para atingir um grupo de participantes mais amplo, leva menos tempo para administrar, podem ser analisados com maior rigor e dentre os estilos de questionários destacam-se os gerais, abertos, escalar e múltipla escolha (DIX *et al.*, 2003).

O conjunto destas técnicas também foram utilizadas nesta pesquisa e propiciam insumos para o desenvolvimento de diretrizes e Padrões de Projeto a serem enfatizados na próxima seção.

#### 2.4 Padrões de projeto de software

Padrões de *Software* descrevem soluções para problemas que ocorrem com frequência durante o desenvolvimento do *software* com a intenção de resolvê-los, além de descrever um relacionamento entre estrutura e mecanismos por meio de um comportamento humano significativo, obtendo assim produtividade e uniformidade na estrutura do *software* e documentando problemas comuns de *design* na perspectiva do usuário e não do projetista. Como técnica de descrição de um problema e sua respectiva solução, os Padrões de Projeto são provavelmente uma das mais poderosas técnicas de auxílio à criação de sistemas eficientes, estáveis e de rápido desenvolvimento (GAMMA *et al.*, 1995).

Para descrever um padrão é utilizada a linguagem natural, sendo necessária alguma formalidade para que as demais pessoas identifiquem rapidamente e suficientemente que se trata de um padrão. Há distintas categorias para padrões de *software*, no entanto para esta pesquisa foi retratado a estrutura dos formatos/modelos dos Padrões de Projeto Gof.

##### 2.4.1 Padrões Gof

Gamma *et al.* (1995), definem no Gof (Gang of Four: Gamma, Helms, Johnson e Vlissides) 23 padrões para atender as necessidades de *design* orientadas a objetos (podendo ser estendidos a demais soluções) os quais são definidos em três categorias: criação; estrutural; e comportamental. A categoria de criação esta associada a inicialização e configuração de objetos, a estrutural com o desacoplamento entre a interface e a implementação do objeto, e o comportamental com a colaboração entre a interface e o objeto.

As características que diferenciam um padrão é a maneira como estão escritos e classificam-se em padrões de análise (grupo de conceitos que representam uma construção comum na modelagem de negócio, relevantes a um ou mais domínios) e padrões de apoio (descrevem como capturar os padrões de análise, aplicá-los e torná-los reais) (GAMMA *et al.*, 1995).

Os formatos podem variar conforme padrões e características, ou seja, nome e classificação do padrão; intenção e objetivo; motivação; aplicabilidade; estrutura; participantes; colaborações; consequências; implementação; exemplo de código; uso conhecido ou exemplos do padrão encontrados em sistemas reais; e padrões relacionados.

No quesito usabilidade, os principais problemas estão relacionados a validação do produto nas fases finais do projeto, especificamente ao ser disponibilizada a versão do produto no ambiente de testes. Para esta fase, a manutenção possuirá custos inviáveis, podendo comprometer o cronograma e os prazos do projeto. Os Padrões de Projeto permitem tratar a usabilidade em fases anteriores do projeto, aumentando a qualidade do *software* promovida também por meio de avaliações da IHC (VALENTE, 2004).

Foram denominados um conjunto de padrões/*guidelines* que podem ser empregados por projetistas, desenvolvedores ou avaliadores. Estes conceitos podem ser aplicados para visualização de dados por pessoas em diversos momentos durante a interação com o ambiente. Em particular, o foco destes padrões esteve relacionado ao aplicativo educacional para apoio terapêutico às pessoas que se enquadram no perfil espectro autista. Destaca-se, neste contexto, que apenas padrões que apoiem decisões de projeto e Avaliação das IHCs do aplicativo ACA fossem elaborados, com intuito de organizar e desenvolver componentes de forma que auxiliem efetivamente na visualização e também na compreensão da informação apresentada.

### 2.5 Acessibilidade e tecnologia assistiva

Associada ao *Design* Universal, a Acessibilidade corresponde à possibilidade e à condição de alcance e uso de sistemas e tecnologias, informação e comunicação, bem como outros serviços e instalações abertos ao público portador de algum tipo de deficiência ou mobilidade reduzida com a garantia de segurança e autonomia. Em situações de treinamento adequado, a Acessibilidade pode ser declarada como um fator limitante e significativo nas atividades de pessoas com TEA (BOZGEYIKLI *et al.*, 2017). Consequentemente, o *Design* Universal aborda a concepção de produtos a serem usados por todas pessoas, incluindo recursos de tecnologia assistiva, sem a necessidade de adaptação ou de um projeto específico (BRASIL, 2015).

A Tecnologia Assistiva (TA) pode ser determinada por meio de recursos, produtos, metodologias, estratégias, práticas e serviços com intuito de fornecer ou ampliar o acesso às pessoas com deficiência para possível independência de atividades (BRASIL, 2015). Apesar da intenção de auxiliar pessoas com deficiências cognitivas, não há uma estrutura abrangente e única para o *design* de TA eficaz para crianças com diagnóstico de TEA (PARK; ABIRACHED; ZHANG, 2012). Pesquisas sobre o uso de Tecnologia Assistiva para apoiar habilidades sociais em pessoas com diagnóstico de TEA tradicionalmente se concentram em um usuário individual o qual se envolve um dispositivo para apoiar o desenvolvimento de atividades específicas (BOYD *et al.*, 2015).

Estes dispositivos aliados ao projeto e avaliação de IHCs, tornam-se benéficos para o tratamento terapêutico de pessoas com deficiência. O enfoque do aplicativo educacional utilizado como apoio às pessoas com TEA é discorrido na seção posterior.

## 2.6 Aplicativo ACA

O aplicativo ACA consiste em um aplicativo educacional para a alfabetização de crianças com Transtorno do Espectro Autista (TEA). As atividades são associadas à um aplicativo móvel e utiliza a abordagem PECS (*Picture Exchange Communication System*) empregando pictografias relacionadas às atividades de vida diária (AVDs). Tais atividades podem ser consideradas como as habilidades aprendidas na infância e incluem atividades de autocuidado e higiene pessoal. Esta abordagem foi desenvolvida para alfabetização de crianças com autismo e com o auxílio das PECS busca promover familiarização às atividades rotineiras, utilizando a técnica de equivalência de estímulos e o programa de ensino TEACCH (*Treatment and Education of Autistic and related Communication-handicapped Children*) sugeridas para crianças com TEA objetivando independência, autonomia e funcionalidade. É composto por cinco níveis e faz uso de dois tipos de emparelhamento: o emparelhamento simples e o emparelhamento multi-modelo. Os dois tipos de modelos de emparelhamento foram utilizados, pois as tentativas com poucos estímulos são boas para ensinar novas atividades às crianças com diagnóstico de TEA. Já as tentativas com vários estímulos são adequadas para reforçar alguma palavra ou imagem já aprendida (GOBBO *et al.*, 2019).

A proposta sugerida por [Gobbo et al. \(2019\)](#) foi utilizada nesta pesquisa para realização dos Testes de Usabilidade e é detalhada na seção 4 correspondente à metodologia deste projeto.

### *2.7 Considerações do capítulo*

Este capítulo apresentou a fundamentação teórica que serviu como apoio no entendimento da presente pesquisa. Especificamente foram compreendidos conceitos como: “*Design* centrado no humano”; “Avaliações da Usabilidade”; “Padrões de Projeto de *Software* (Padrões Gof) ”; e “Acessibilidade e Tecnologia Assistiva”.

Na sequência, são abordados os procedimentos que foram necessários para a elaboração do levantamento bibliográfico por meio da revisão sistemática da literatura.

### 3 Levantamento bibliográfico

Ao longo deste capítulo serão relatados os procedimentos adotados para a elaboração da revisão sistemática da literatura (RSL) e a definição de tema do projeto.

#### 3.1 Introdução

A revisão sistemática da literatura (RSL) é definida com intuito de identificar, avaliar e interpretar toda pesquisa disponível e relevante para um tema de interesse ou uma questão de pesquisa específica. Estudos individuais que contribuem para uma revisão sistemática são identificados como estudos primários. Já a revisão sistemática em si, é considerada um estudo secundário. As diretrizes existentes para revisões sistemáticas sugerem as seguintes etapas: planejamento; condução; e sumarização/análise (KITCHENHAM, 2004).

Tomando como base um prévio levantamento bibliográfico e as diretrizes existentes, a elaboração da RSL foi realizada procurando por material bibliográfico que norteasse as pesquisas já realizadas e também as que ainda serão realizadas neste projeto.

Com intuito de apoiar a alfabetização e as atividades básicas da vida diária de crianças e adolescentes com diagnóstico de TEA, Gobbo et al. (GOBBO *et al.*, 2019) propõem o desenvolvimento do aplicativo ACA. Para tanto, houve como fundamentação a análise de estudos sobre características de pessoas com TEA, análise de aplicativos pré-existentes e definição do *design* do aplicativo por meio de embasamentos teóricos. Na implementação do ACA, foram consideradas as abordagens PECS (*Picture Exchange Communication System*) que são sistemas de comunicação por troca de imagens baseados em pictogramas para comunicação e nesse caso foram relacionados às atividades de vida diária (AVDs), à metodologia de alfabetização por meio do ensino de habilidades rudimentares e a técnica de equivalência de estímulos. O programa de ensino TEACCH (destinado geralmente às crianças com TEA) também foi considerado como apoio por promover o aprendizado com independência, autonomia e funcionalidade. Para tanto, foi realizado um levantamento bibliográfico buscando coletar informações sobre as características relacionadas ao letramento de crianças autistas e pesquisas sobre os principais métodos de alfabetização existentes utilizados em intervenções tecnológicas. O aplicativo foi desenvolvido utilizando o framework *Unity* e foi disponibilizado na plataforma Android. Levando-se em conside-

ração as sugestões de trabalhos futuros, foi sugerido aplicar questionários associados à concentração, distrações e desafios envolvendo o quão tedioso ou estimulante é o aplicativo ACA, dificuldades em atingir os objetivos ou o quanto o ACA de fato auxilia na realização das atividades diárias. Também houve sugestões para coletar informações sobre o quão claro são os objetivos do ACA, o tempo despendido regularmente pelas crianças durante o seu manuseio para que assim possam ser verificadas possíveis falhas ou pontos positivos. Houve tentativas de verificar a eficácia da gamificação como instrumento de motivação. É enfatizado, porém, que a ausência de imersão nos elementos gamificados podem ter influenciado os resultados, sugerindo o uso da tecnologia de realidade aumentada como alternativa (GOBBO *et al.*, 2019). Conforme sugestão, tal tecnologia foi considerada na *string* de busca mas não foi utilizada na presente pesquisa.

Em 2018, Sharmin *et al.* (2018) propõe uma revisão sistemática representando o estado da arte na investigação da melhor abordagem para projetar tecnologias inteligentes destinadas a auxiliar crianças com autismo. Alegam que para melhorar a vida destas crianças, a tecnologia precisa ser projetada para todas as partes interessadas. Verificam que pessoas com autismo enfrentam diferentes desafios em diferentes estágios de suas vidas e que nenhuma das pesquisas que foram analisadas avaliaram sua tecnologia ou método proposto em diferentes faixas etárias para esse público. Possuem como motivação a ausência de artigos abrangendo amostras grandes para pesquisa e identificam a ausência de estudos em países subdesenvolvidos.

Partindo destes princípios, esta revisão sistemática da literatura possui o objetivo de analisar os principais métodos e técnicas utilizadas para avaliar e definir diretrizes de usabilidade para pessoas com diagnóstico de TEA. Sua estrutura ocorre da seguinte maneira: a Seção 3.2 aborda a metodologia e os passos necessários para elaboração da revisão; a Seção 3.3 descreve a análise quantitativa, obtidos durante esta revisão sistemática; a Seção 3.4 abrange a análise qualitativa; e a Seção 3.5 encerra com a discussão e considerações finais.

### 3.2 Métodos

Na fase de planejamento, o protocolo da revisão é estabelecido. Antes de definir a revisão sistemática, foi realizada a análise exploratória de maneira a fornecer subsídios para o planejamento da revisão. A análise exploratória foi dada por meio de trabalhos



fornecidos pelo orientador e revisão sistemática anterior (GOBBO *et al.*, 2019) (SHARMIN *et al.*, 2018). A *string* de busca foi gerada com base nas indicações dos artigos considerados para a análise exploratória. Para conduzir a revisão, duas questões de pesquisa (QP1 e QP2) foram elaboradas:

- (QP1) Quais são os métodos e as técnicas existentes para avaliar e definir diretrizes de usabilidade de tecnologia assistiva para pessoas com TEA?
- (QP2) Quais dessas aplicações auxiliam no processo comunicativo e/ou de aprendizagem do indivíduo com TEA?

A partir das questões de pesquisa, os critérios de inclusão (CI1, CI2 e CI3), assim como, os critérios de exclusão (CE1, CE2, CE3, CE4, CE5, CE6 e CE7) foram definidos:

- (CI1): Trabalhos que abrangem a avaliação, métodos e técnicas para definir diretrizes de usabilidade de tecnologia assistiva por pessoas com TEA;
- (CI2): Trabalhos que definem diretrizes de usabilidade de tecnologia assistiva semelhantes ao contexto proposto;
- (CI3): Trabalhos publicados e disponíveis nas bases de dados científicas de 2010 a 2021 relacionados à área de computação.
- (CE1): Trabalhos que não apresentem avaliação, técnicas e métodos utilizados para definir diretrizes de usabilidade de tecnologia assistiva por pessoas com TEA ou não atende aos critérios estabelecidos no protocolo;
- (CE2): Trabalhos com ausência de resumo/*abstract*;
- (CE3): Trabalhos não revisados por pares, resumidos e revisão de conferência;
- (CE4): Trabalhos secundários;
- (CE5): Trabalhos indisponíveis integralmente;
- (CE6): Trabalhos publicados e disponíveis nas bases de dados científicas com ano anterior a 2010 ou sem data de publicação;
- (CE7): Trabalhos com idioma distinto ao português ou inglês.

Na estratégia de busca, foram selecionadas quatro bases de dados e a *string* de busca foi adequada considerando o período de 2010 a 2021. Os termos “tecnologia assistiva”, “realidade aumentada”, “TEA” e “diretrizes de usabilidade” foram considerados conforme sugestões dos artigos utilizados durante a fase de análise exploratória (GOBBO *et al.*, 2019) (SHARMIN *et al.*, 2018). As seguintes bibliotecas eletrônicas e base de dados indexadas

foram consideradas para submissão da *string* de busca, os quais foram retornados 520 trabalhos iniciais:

- ACM (<http://dl.acm.org>) - *String* utilizada (foram retornados 183 artigos):  
 (“*assistive technology*” OR “AT”) OR (“*augmented reality*” OR “AR”) AND (“*autism*” OR “*asperger*” OR “asd” OR “*autism spectrum disorder\**” OR “*autistic spectrum disorder\**” OR “*developmental psychology*” OR “*autistic symptom*” OR “*developmental disorder\**”) AND (“*usability guidelines*” OR “*design guidelines*”).
- IEEE Xplore (<http://ieeexplore.ieee.org>) - *String* utilizada (foram retornados três artigos):  
 (((“*assistive technology*” OR “AT”) OR (“*augmented reality*” OR “AR”)) AND (“*autism*” OR “*asperger*” OR “asd” OR “*autism spectrum disorder\**” OR “*autistic spectrum disorder\**” OR “*developmental psychology*” OR “*autistic symptom*” OR “*developmental disorder\**”) AND (“*usability guidelines*” OR “*design guidelines*”).
- Pubmed (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>) - *String* utilizada (foram retornados quatro artigos):  
 (((“*assistive technology*” OR “AT”) OR (“*augmented reality*” OR “AR”)) AND (*autism* OR *asperger* OR *asd* OR “*autism spectrum disorder\**” OR “*autistic spectrum disorder\**” OR “*developmental psychology*” OR “*autistic symptom*” OR “*developmental disorder\**”) AND (“*usability guidelines*” OR “*design guidelines*”))).
- Scopus (<https://www.scopus.com>) - *String* utilizada (foram retornados 330 artigos):  
 (({*assistive technology*} OR {AT}) OR ({*augmented reality*} OR {AR})) AND ({*autism*} OR {*asperger*} OR {asd} OR {*autism spectrum disorder\**} OR {*autistic spectrum disorder\**} OR {*developmental psychology*} OR {*autistic symptom*} OR {*developmental disorder\**}) AND ({*usability guidelines*} OR {*design guidelines*}).

Também foram inclusos os artigos publicados nos anais do evento Simpósio Brasileiro sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais (IHC), no período de 2010 e 2021, que apresentassem ou se assemelhassem as palavras-chave elencadas na *string* de busca, privilegiando também a produção nacional por meio da aplicação do critério de qualidade (CQ1).

Conforme apresentado na figura 2, um total de 13 artigos duplicados foram desconsiderados durante a fase inicial e foram contabilizados 507 artigos para essa SRL. Foram

eliminados 453 artigos e considerados 54 trabalhos para extração. Foram rejeitados 22 artigos e aceitos 32 artigos para a fase de sumarização e análise.

Figura 2 – Fases para obtenção dos artigos.



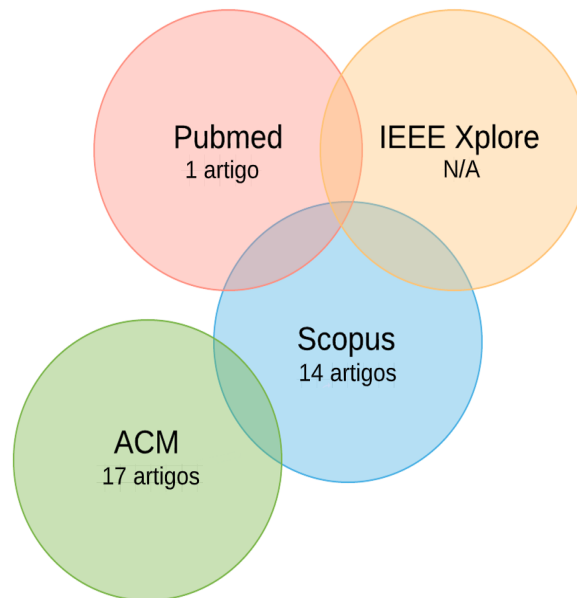
Fonte – Lóide Sheila dos Santos Moreira, 2021

Na fase de sumarização e análise da revisão sistemática, foi definido a relação dos trabalhos levantados. Inicialmente, foram aceitos 54 artigos para extração e na sequência, foram aceitos 32 artigos para a sumarização. A tabela 9 apresentada no “Apêndice A” desta documentação apresenta os critérios de inclusão aplicados aos trabalhos aceitos. O decorrer desta análise é discutido na próxima seção.

### 3.3 Análise quantitativa

Conforme a figura 3, na fase de extração 17 artigos foram selecionados da base ACM, um da base Pubmed, 14 da base Scopus e na base IEEE Xplore não houveram artigos selecionados, ressaltando que essa revisão foi atualizada durante o mês de setembro do ano de 2021.

Figura 3 – Relação de artigos por bases de dados.



Fonte – Adaptado de [Hull, Pettifer e Kell \(2008\)](#)

Dos 32 artigos aceitos para sumarização e análise dos resultados obtidos, 21 foram destinados às necessidades de pessoas com TEA, dos quais três artigos foram destinados para as necessidades dos cuidadores de pessoas com diagnóstico de TEA englobando os seus respectivos cuidados. Finalmente, oito artigos possuem o foco distinto ao autismo e foram considerados como apoio ao estudo devido à similaridade do escopo proposto, conforme apresenta a figura 4.

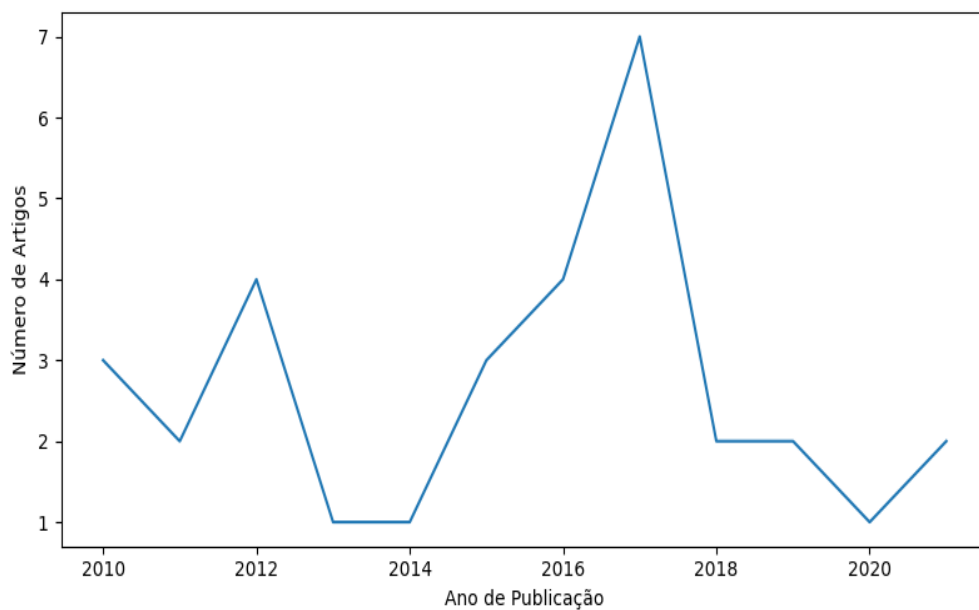
Figura 4 – Relação de artigos por área de concentração.



Fonte – Lóide Sheila dos Santos Moreira, 2021

Foi estabelecida a distribuição de trabalhos por ano de publicação, levando em consideração os artigos aceitos. Pode-se verificar que em 2017 houve um crescente índice de publicações se comparado aos anos anteriores, estabilizando-se nos anos de 2018 a 2021. Os artigos levantados no ano de 2017 realizaram estudos sobre tecnologia tangível e RV, o que leva a imaginar a tendência do tema para o ano. Conforme mencionado anteriormente, esta revisão foi atualizada no mês de setembro do ano de 2021. O esboço desta análise consta na figura 5.

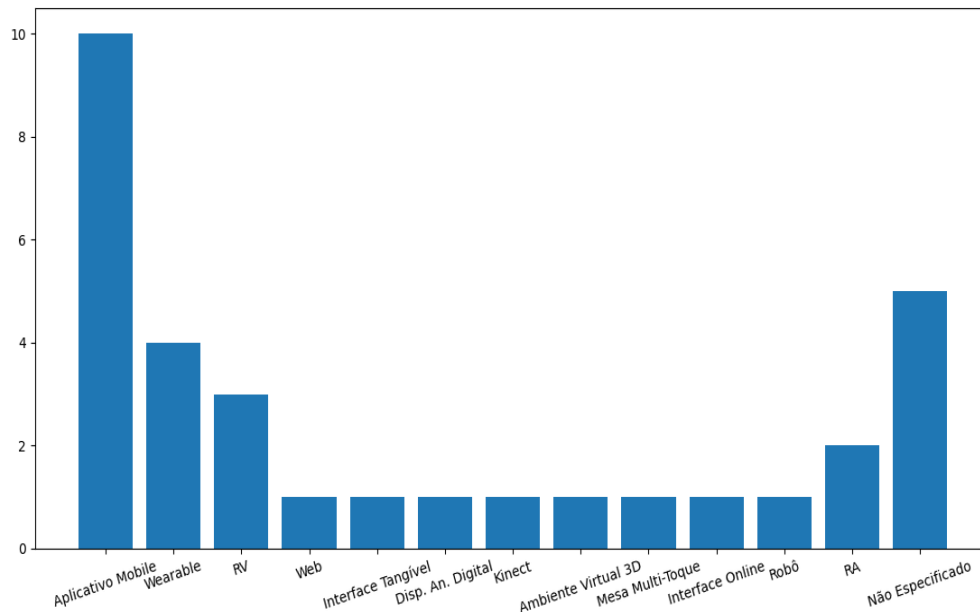
Figura 5 – Relação de artigos por ano de publicação.



Fonte – Lóide Sheila dos Santos Moreira, 2021

Os trabalhos aceitos durante a execução da revisão sistemática abordaram tecnologias diversificadas e apesar do termo “RA” ter sido mencionado na *string* de busca, apenas dois estudos fizeram o uso de tal tecnologia conforme representado na figura 6. Quanto aos demais trabalhos, 10 artigos mencionaram sobre a utilização de aplicativos *mobile*, quatro artigos utilizaram tecnologia *wearable*, três artigos abordaram sobre realidade virtual (RV), um artigo abrangeu tecnologia *web*, um artigo mencionou sobre interface tangível, um artigo utilizou dispositivo analógico digital, um artigo fez uso de *Kinect*, um artigo utilizou ambiente virtual 3D, um artigo mencionou sobre mesa multi-toque, um artigo abordou a interface *online*, um artigo utilizou robô teleoperado e cinco artigos não especificaram a tecnologia utilizada durante os estudos, pois contemplaram apenas abordagens metodológicas.

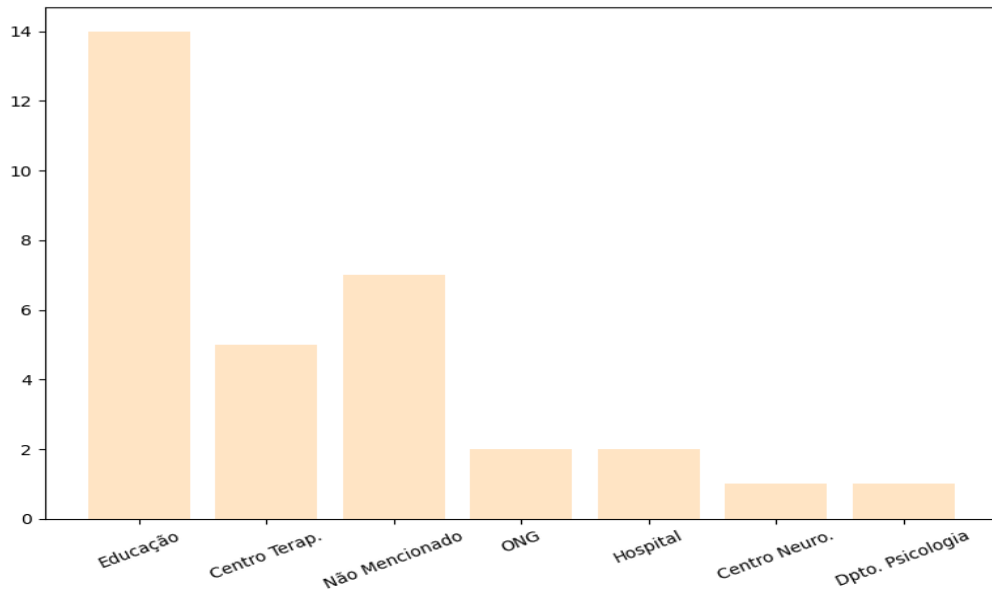
Figura 6 – Tipo de tecnologia utilizada.



Fonte – Lóide Sheila dos Santos Moreira, 2020

Dos artigos selecionados 14 autores aplicaram o estudo a área de educação, cinco autores realizaram as pesquisas em centro terapêutico em autismo e dois autores aplicaram os estudos a ONGs (Organizações Não-Governamentais). Dentre esses autores, um autor realizou os estudos em clínica médica, um autor em hospital, um em centro neurotraumatológico, um em departamento de psicologia e sete não mencionaram a área de aplicação das respectivas pesquisas. A figura 7 apresenta graficamente as áreas de aplicação das pesquisas.

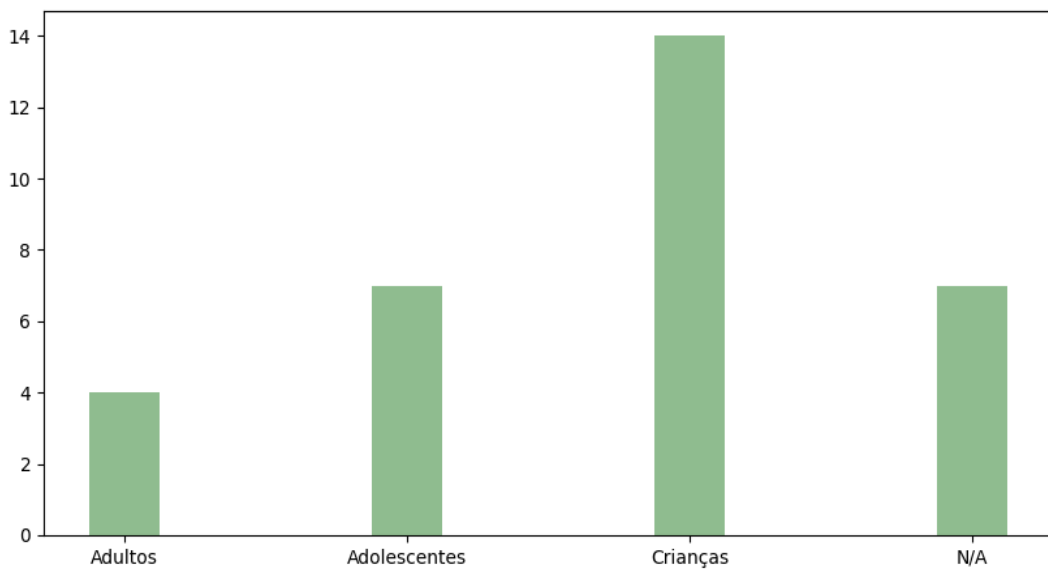
Figura 7 – Área de aplicação do estudo.



Fonte – Lôide Sheila dos Santos Moreira, 2020

A faixa etária dos participantes foi dividida em grupos (crianças, adolescentes e adultos), sendo que 14 estudos foram realizados com crianças, sete com adolescentes, quatro com adultos e sete não foram abordados. Uma ilustração desses dados pode ser verificada na figura 8.

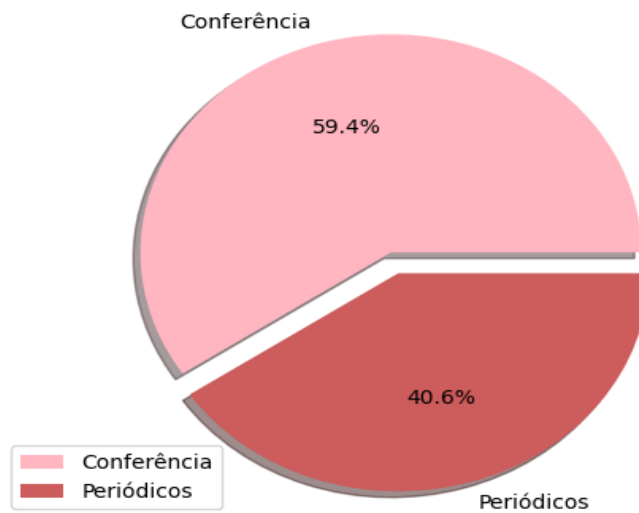
Figura 8 – Faixa etária dos participantes.



Fonte – Lôide Sheila dos Santos Moreira, 2020

Os meios de publicação dos estudos contabilizam 19 artigos divulgados em conferências, que corresponde a 59,4 % do total e 13 artigos divulgados em jornais, que corresponde a 40,6 % do total de trabalhos aceitos. A figura 9 apresenta esta análise.

Figura 9 – Meios de publicação dos artigos.

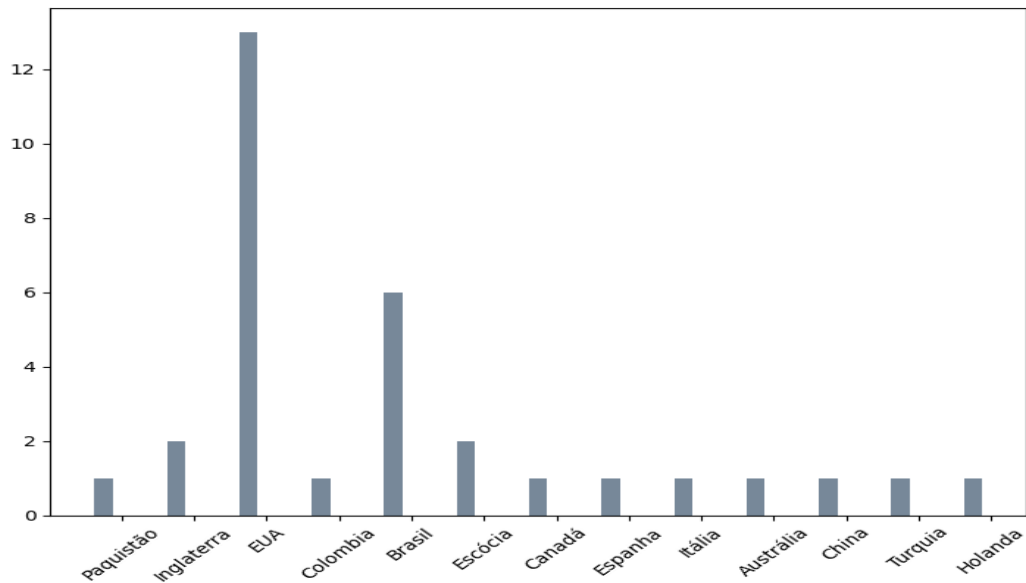


Fonte – Lóide Sheila dos Santos Moreira, 2020

Em relação aos países de origem dos trabalhos, a figura 10 apresenta um esboço dos países pelo número de artigos. Verifica-se que um artigo possui como origem o Paquistão, dois a Inglaterra, 13 os Estados Unidos da América, um a Colômbia, seis o Brasil, dois a Escócia, um o Canadá, um a Espanha, um a Itália, um a Austrália, um a China, um a Turquia e um a Holanda.



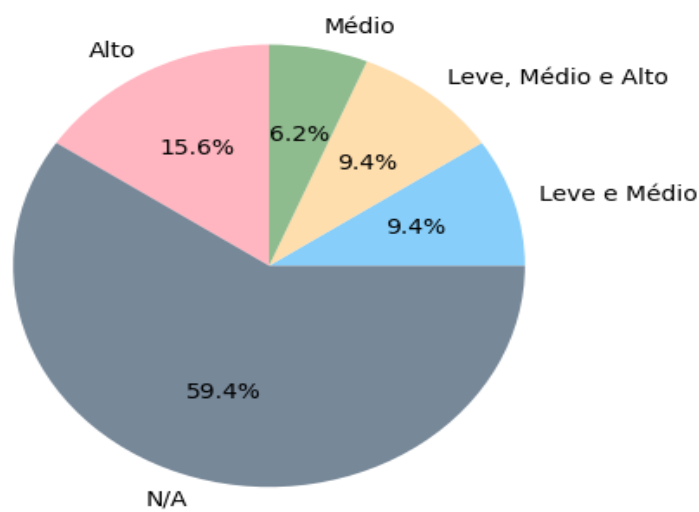
Figura 10 – País de origem das publicações.



Fonte – Lôide Sheila dos Santos Moreira, 2020

Finalizando, a Figura 11 apresenta o nível de autismo dos participantes de acordo com os artigos selecionados. Podemos observar que três trabalhos abordam os níveis leve e médio; três abordam os níveis leve, médio e grave; dois o nível médio; cinco o nível grave; e 19 artigos não enfatizam o grau de autismo dos participantes.

Figura 11 – Nível de autismo dos participantes.



Fonte – Lôide Sheila dos Santos Moreira, 2020

Na sequência, a análise qualitativa foi efetuada na seção 3.4.

### 3.4 Análise qualitativa

Nessa seção, a relação geral dos artigos e os métodos de avaliação de usabilidade abordados são apresentados como resposta para a primeira questão de pesquisa (QP1).

#### 3.4.1 *Feedback* usuário, observação, entrevistas e questionários

Bai, Blackwell e Coulouris (2015) e Gibson, Bouamrane e Dunlop (2019) abordam em seus trabalhos os métodos de observação; *feedback* de usuário; entrevista e questionários. Magaton e Bim (2017) faz uso dos métodos de observação e questionários. Bozgeyikli *et al.* (2017) utiliza em seu trabalho questionários “Loewenthal” com apoio de gravações de vídeo e *log* do sistema (em que dados de uso são armazenados e podem ser analisados posteriormente).

#### 3.4.2 Avaliação heurística, observação, medidas de desempenho, entrevistas e questionários

Yeni, Cagiltay e Karasu (2019) propõe métodos de avaliação heurística; entrevistas e medidas de desempenho. Já Boyd *et al.* (2016) foca no estudo baseado em entrevistas; observação e heurística naturalista. Boyd *et al.* (2015) sugere a abordagem naturalista<sup>1</sup> junto à observação e entrevistas. Wang *et al.* (2016) faz uso da prática naturalista<sup>2</sup>, observação direta e avaliação de concordância entre os observadores.

#### 3.4.3 *Design* participativo, *design* formativo, observação, grupos focais, entrevistas e questionários

Hayes *et al.* (2010), Tan *et al.* (2011) e Castro *et al.* (2017) trabalham com *design* participativo/incremental; discussões em grupos focais; entrevistas e observação. Wong-Villacres *et al.* (2017) engloba o processo analítico iterativo; entrevistas; observação e

<sup>1</sup> Neste artigo, as abordagens naturalísticas são consideradas mais prováveis de produzir generalização de habilidades sociais. Os autores consideram que uma atividade natural e motivadora da vida real pode produzir melhora em pontos específicos do autismo e interação social quando comparadas a uma abordagem de ensino direto guiada por um terapeuta.

<sup>2</sup> Já neste artigo, as atividades de Prática Naturalística (NP) são um componente curricular no qual os alunos são incentivados a falar livremente e discutir com o grupo sobre a atividade desafiadora que estão sendo solicitados a realizar, assim os alunos têm maiores oportunidades de interagir com seus colegas de maneira natural para realizar tarefas sociais e autênticas.

análise de dados. Soysa e Mahmud (2018) abordam discussão em grupos focais e *feedback*, observação e entrevistas. Hong *et al.* (2012) abrange o método de *design* formativo, observação e entrevistas semi-estruturadas. Constantin e Hourcade (2018) trabalha com *design* participativo, entrevista e avaliação formativa. Arshad *et al.* (2020) utiliza entrevistas semi-estruturadas e pesquisas *online*. Melo *et al.* (2017) engloba entrevista e observação.

#### 3.4.4 Medidas de desempenho, observação, entrevistas e questionários

Welch *et al.* (2010), Özcan *et al.* (2016), Radu, MacIntyre e Lourenco (2016), Fan *et al.* (2017) e Bozgeyikli *et al.* (2018) utilizam os métodos de observação, medidas de desempenho; instruções verbais; entrevistas e questionários. Já Mintz *et al.* (2012) propõe princípios de *design* persuasivo; observação; medidas de desempenho, entrevistas e questionários.

#### 3.4.5 Estrutura de *design* de aplicativo baseados nos modelos teóricos de Kolb/Piaget e estudo bibliográfico:

Park, Abirached e Zhang (2012) abrange uma estrutura de *design* que reflete a integração do modelo de desenvolvimento cognitivo de Piaget e modelo experimental de aprendizagem de Kolb. Já Cheiran e Pimenta (2011), utiliza como método de apoio apenas embasamentos teóricos e bibliográficos.

#### 3.4.6 *Design* centrado no humano, observação, discussão em grupos focais, entrevistas e questionários

Hayes *et al.* (2010), Li *et al.* (2020) e Ali *et al.* (2020) propõem um modelo de trabalho com método de *design* centrado no humano, observação, entrevistas e discussões em grupos focais. Cano *et al.* (2017) engloba *design* centrado no humano, entrevistas e observação direta. Melo *et al.* (2020) aborda a técnica com modelo de personas específico para pessoas com TEA

### 3.4.7 *Design* inclusivo

Malinverni *et al.* (2017) propõe um modelo de trabalho com método de *design* inclusivo e um conjunto de técnicas de elicitação e fusão.

### 3.4.8 Meta *Design*, Sondas de *Design* e Engenharia Semiótica:

Braz, Raposo e Souza (2014) aborda um modelo de trabalho com método de sondas de *design*, engenharia semiótica, meta *design* e o processo EUD focado em pesquisa com terapeutas.

Em suma, embasando-se nos artigos aceitos, cerca de 21 métodos distintos foram levantados para avaliação da usabilidade de sistemas destinados ao apoio de pessoas com deficiência cognitiva. Nesta seção foram apresentados os resultados levantados para esta revisão sistemática e os métodos de usabilidade citados nos artigos selecionados. A próxima seção possui como intuito apresentar uma análise com os dados destes resultados obtidos.

## 3.5 *Discussão e considerações finais sobre a revisão sistemática*

Essa revisão sistemática foi realizada com intuito de analisar as abordagens e técnicas existentes para avaliação e definição de diretrizes de usabilidade para indivíduos com TEA. Ao levá-la em consideração, pode-se verificar que nos últimos cinco anos as publicações foram distribuídas de maneira crescente no ano de 2017 estabilizando-se nos anos de 2018 a 2021, sendo que essa revisão foi limitada ao período de 2010 a 2021.

Averigou-se, ainda, que a maior parte dos participantes nos estudos foram crianças na faixa-etária entre dois a 11 anos.

Analisando os artigos, um total de 14 trabalhos foram aplicados à área de educação, logo pode-se perceber o interesse pelo campo de aplicação. Respondendo a questão de pesquisa (QP2), os autores de 10 artigos (Bai, Blackwell e Coulouris (2015), Boyd *et al.* (2015), Bozgeyikli *et al.* (2017), Cano *et al.* (2017), Constantin e Hourcade (2018), Hong *et al.* (2012), Malinverni *et al.* (2017), Melo *et al.* (2017), Soysa e Mahmud (2018) e Wang *et al.* (2016)) auxiliam o processo comunicativo e de aprendizagem.

Referindo-se aos métodos de avaliação da usabilidade apenas quatro propõem o modelo de *design* centrado no humano, sendo que um (Cano *et al.* (2017)) refere-se ao uso de aplicativos de tabuleiro e sua tecnologia ainda não foi implementada, um (Hayes *et al.* (2010)) foi levantando inicialmente durante a SRL, assim como dois (Li *et al.* (2020) e Ali *et al.* (2020)) foram identificados após a atualização desta revisão no mês de setembro do ano de 2021. Assim, a presente pesquisa utilizou esse método.

Em relação ao nível de autismo abordado nos trabalhos selecionados, apenas dois autores aplicaram o estudo aos participantes diagnosticados com TEA nível médio e dois autores aplicaram o estudo para os três níveis de TEA (leve, médio e grave).

Os métodos e técnicas mais utilizadas de forma geral foram observação, entrevistas, questionários e medidas de desempenho. Foi verificado que para tais métodos e técnicas, o tipo de sistema muda variando sua finalidade desde fins educacionais, medicinais e terapêuticos até habilidades sociais e relacionais. Também verificou-se que ainda para esses métodos e técnicas, a idade dos avaliados varia desde crianças até adolescentes e adultos, com maior parte dos estudos aplicados a crianças. Ainda para esses métodos e técnicas (apesar do nível de deficiência variar entre os níveis alto, médio e moderado e baixo) há destaque para estudos realizados com nível alto de TEA.

Tendo como foco o trabalho proposto por Gobbo *et al.* (GOBBO *et al.*, 2019) e os artigos obtidos durante a análise exploratória, foi realizada a revisão sistemática da literatura no período dos últimos dez anos. Com isso, foi constatado lacunas referentes às diretrizes de projeto bem estabelecidas por meio da avaliação da usabilidade de sistemas com foco de uso em pessoas com diagnóstico de TEA. Apesar de Gobbo *et al.* (2019) mencionarem a necessidade do uso de tecnologia imersiva no aplicativo ACA e a tecnologia de “RA” ser abordada nas questões de pesquisa, devido ao limite de tempo do presente estudo, esta tecnologia não foi utilizada. Os testes de usabilidade do aplicativo ACA foram realizados por meio da avaliação de um aplicativo que faz uso de tecnologia “*mobile*” e tais diretrizes são distintas se comparadas a diretrizes de usabilidade referentes à realidade aumentada, sendo que a “RA” poderá ser tema para um trabalho futuro.

Com base nas questões de pesquisa definidas nos protocolo da SLR, houve estudos levantados no intervalo de busca estabelecido nesta revisão e foi verificado que o método de *design* centrado no humano foi destacado. Como tendência, são sugeridos estudos que estabeleçam diretrizes de projeto para o público com TEA por meio da avaliação de usabilidade de ambientes tecnológicos e menciona-se a programação de algoritmos como

apoio na revisão de dados de vídeo e áudio obtidos durante a avaliação da pesquisa. Nesta revisão sistemática foram extraídos 54 trabalhos e selecionados 32 artigos para resposta das questões de pesquisa. Sendo assim, em torno de 21 métodos para avaliação da usabilidade foram levantados.

Em resposta à revisão sistemática proposta por Sharmin et al. (SHARMIN *et al.*, 2018) sobre a ausência de aplicação de pesquisas focadas em autismo em países subdesenvolvidos, foram encontrados estudos envolvendo autismo aplicados aos países subdesenvolvidos e emergentes como Paquistão, Colômbia, Turquia, China e Brasil, sendo que para esse último país foram levantados quatro artigos adicionais da literatura nacional.

É notável a qualidade dos estudos, porém, para uma maior atuação da comunidade científica dos países subdesenvolvidos, há carência de fortes investimentos governamentais desses países para toda população. No cenário de pesquisa no Brasil, particularmente, tem sido notada a falta de subsídios por parte das instituições para apoio dos pesquisadores na divulgação de suas pesquisas. Ainda assim, mesmo com os obstáculos enfrentados foram selecionados artigos publicados por pesquisadores brasileiros no idioma inglês em periódicos de alta relevância. Foi verificado que mesmo incluindo artigos nacionais relacionados à acessibilidade digital direcionados às pessoas com TEA, o tema ainda precisa ser melhor explorado.

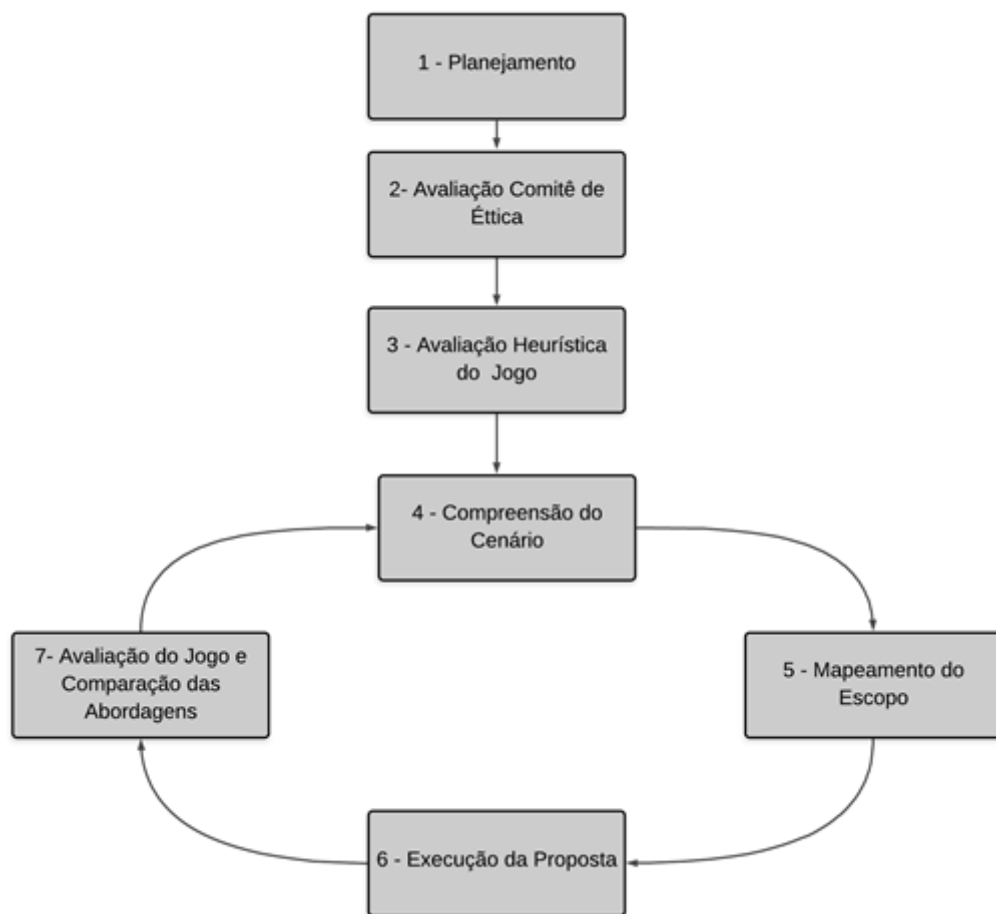
O capítulo 4 aborda sobre a metodologia utilizada nesta pesquisa.

## 4 Metodologia

Neste capítulo são descritos os procedimentos essenciais para o desenvolvimento desta pesquisa. A seção 4.1 discorre sobre os procedimentos iniciais para elaboração da pesquisa. A seção 4.2 menciona os procedimentos necessários para a compreensão do cenário de uso. A seção 4.3 descreve como foi efetuado o mapeamento dos requisitos por meio da utilização da técnica de personas e da aplicação do template *Ganf of Four* adotado para estabelecer o formato das diretrizes. A seção 4.4 descreve o *design* da solução e também descreve o ambiente de tecnologia assistiva validado durante os testes “*in loco*”. A seção 4.5 menciona como os dados foram avaliados, analisados e tratados. A seção 4.6 discorre sobre as considerações finais deste capítulo.

Para alcançar os objetivos do presente trabalho foi seguido o modelo de processo de *design* centrado no humano, conforme ilustrado na figura 12.

Figura 12 – Fluxo metodológico do projeto abrangendo as fases da pesquisa (ISO, 2011).



#### 4.1 *Procedimentos iniciais*

Inicialmente, buscando contemplar o estado da arte e realizar o mapeamento de métodos e técnicas para avaliar e definir diretrizes de usabilidade destinado às pessoas com TEA, foi considerada na fase de planejamento um prévio levantamento bibliográfico no início da pesquisa para o embasamento durante a elaboração da revisão sistemática da literatura (RSL) enfatizada no capítulo 3, o qual auxiliou na definição de tema e escopo desta pesquisa. Com isso, foi possível elaborar a proposta de pesquisa e submetê-la ao comitê de ética.

Na sequência, foi realizada a inspeção do aplicativo ACA por cinco avaliadores e sua ilustração pode ser verificada na figura 47. Visto que as heurísticas de Nielsen (por serem mais antigas) não contemplavam o contexto TEA, consideramos como apoio o artigo de [Khowaja e Salim \(2015\)](#) que oferece 15 heurísticas direcionadas a pessoas com TEA.

Foi realizado um estudo exploratório, por meio de testes de usabilidade e observação, num centro terapêutico com 15 participantes (faixa etária entre cinco e 14 anos). Previamente, foram aplicados questionários à psicóloga e aos responsáveis pelos participantes para verificação dos perfis e entendimento do escopo.

O intuito foi analisar os resultados da avaliação heurística com o resultado do estudo exploratório para apoio no processo de elaboração deste conjunto de diretrizes.

#### 4.2 *Compreensão do cenário*

Contemplando a fase de compreensão do cenário, esta seção trata o entendimento e a especificação do contexto de uso assim como, as soluções de *design* e avaliações centradas no usuário.

##### 4.2.1 *Compreensão e especificação do contexto de uso*

Na fase de compreensão e especificação do contexto de uso são identificados os usuários e as condições para que o produto seja utilizado. Para tanto, foram abordados os seguintes tópicos: *Stakeholders* e demais envolvidos; Papel dos usuários; e Caracterização e perfil dos participantes.



### ***Stakeholders* e demais envolvidos**

O Projeto de Integração Pró-Autista (PIPA) é o *stakeholder* desta pesquisa, sendo um centro terapêutico especializado no tratamento de crianças que se enquadram dentro do Transtorno do Espectro Autista (TEA). Utilizando a metodologia japonesa Terapia de Vida Diária (TVD) desenvolvida pela professora Kiyoko Kitahara. A ideia da implantação do projeto surgiu a partir de um movimento de pais de crianças portadoras de TEA que assistiram a uma palestra em 2003 na Universidade de São Paulo (USP) ministrada por uma docente especializada no método TVD. Entre 2004 e 2006 alguns pais ficaram interessados no método e encaminharam seus filhos para estágio de um mês no Uruguai. Após inúmeras tentativas frustradas da implantação do método TVD no Brasil, os pais obtiveram a compreensão e o apoio da Beneficência Nipo-Brasileira de São Paulo e da Religião Budista Honmon Butsuryu Shu do Brasil – Templo Central Nikkyoji. Em março de 2010, o Projeto foi transferido para um imóvel disponibilizado pela Beneficência Nipo-Brasileira de São Paulo, no Parque Novo Mundo. Recentemente, o PIPA tornou-se uma instituição de Saúde com uma equipe multidisciplinar a fim de atender às exigências da Secretaria Estadual da Saúde, possibilitando o convênio com o SUS. Este método tem como base o sistema educacional japonês, não adotando terapias de apoio e nem medicamentos que possam comprometer o comportamento e o emocional. Os padrões de comportamento característicos dos autistas são trabalhados por meio do fortalecimento físico, espiritual e desenvolvimento intelectual num ambiente semelhante ao das crianças com desenvolvimento cognitivo normal. As atividades realizadas são apropriadas para cada faixa etária, com o intuito de desenvolver a capacidade latente das crianças e torná-las socialmente independentes e autônomas (PIPA, 2020).

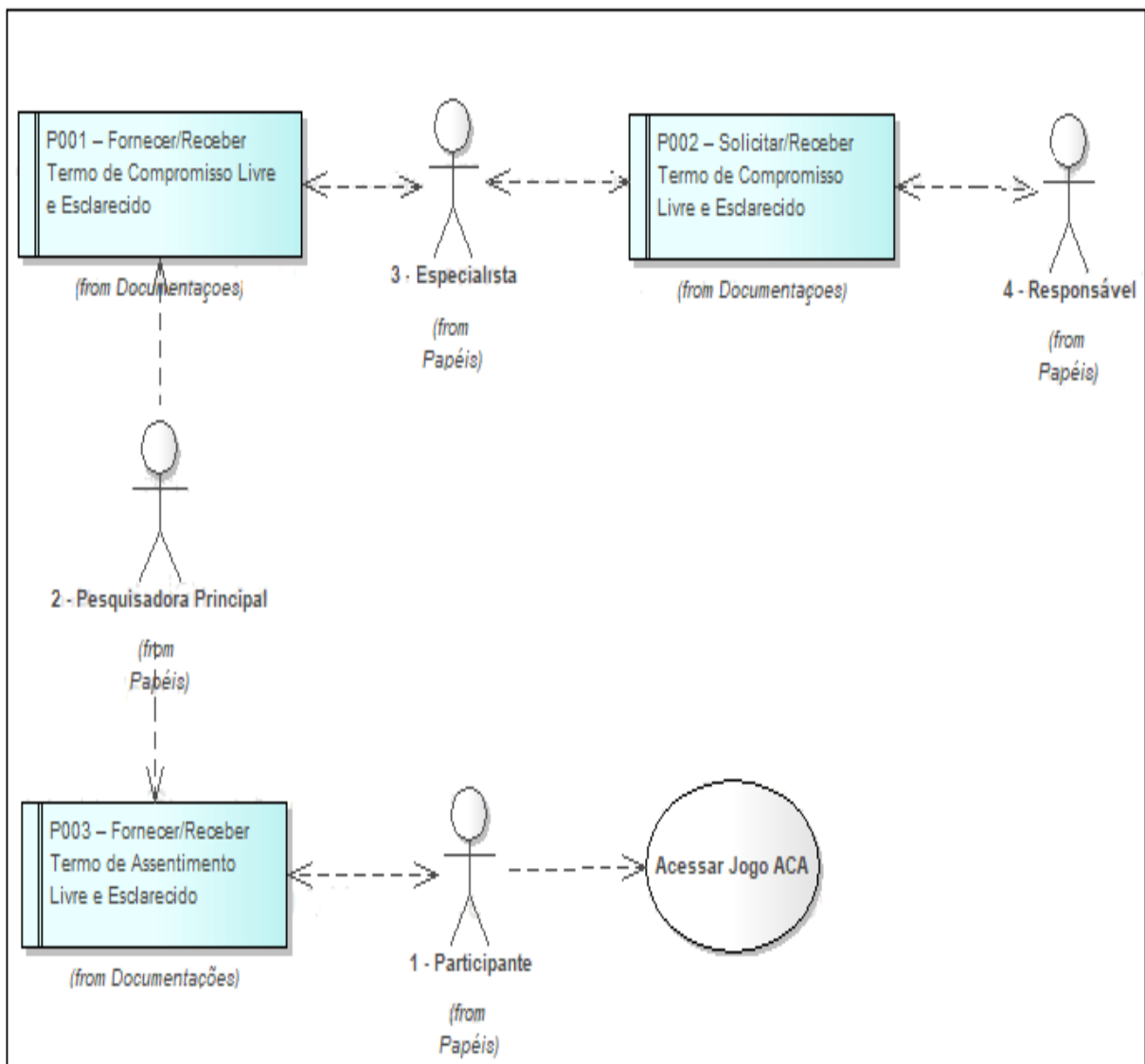
Já o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos – CEP da Escola de Artes, Ciências e Humanidades (EACH-USP), são os demais envolvidos desta pesquisa sendo um colegiado interdisciplinar e independente, que tem por finalidade analisar as pesquisas desenvolvidas em seres humanos realizadas por docentes, alunos, técnicos da EACH-USP, e pesquisadores de outras instituições (que tenham sido devidamente encaminhadas pela Comissão Nacional de Ética em Pesquisa) sob os aspectos ético e legal (enquadrando-se na Resolução n.º 466, de 12 de dezembro de 2012, do Conselho Nacional de Saúde) (CEP, 2020).

Assim, o projeto PIPA (participantes, responsáveis/pais e especialista/psicóloga), o CEP e os pesquisadores são os *stakeholders* dessa pesquisa e o papel dos usuários serão mencionados no próximo tópico.

### Papel dos usuários

Este tópico apresenta os papéis dos usuários durante a realização da pesquisa. Com isso, a figura 13 apresenta o diagrama representando uma visão geral do papel representado pelos usuários.

Figura 13 – Papel dos usuários.



Abaixo, é apresentado o esclarecimento de cada etapa do diagrama e o papel de cada *stakeholder*:

1. **Participantes (Usuário Primário):** Aceitaram participar da pesquisa por meio do termo de assentimento (“Apêndice E”) explicitado por pesquisadora principal e aprovado pelo comitê de ética em pesquisa. Interagiram diretamente com o aplicativo ACA sob acompanhamento da pesquisadora principal. Puderam auxiliar no levantamento de informações por meio de questionário.
2. **Pesquisadora Principal (Usuário Secundário):** Possuiu como função direcionar termos de consentimento e assentimento, conduzir e avaliar a pesquisa por meio dos testes de usabilidade, observação, entrevistas/questionários com os participantes, responsáveis e especialistas.
3. **Especialista/Psicóloga (Usuário Secundário):** Possuiu como função a intercessão entre os responsáveis, participantes e pesquisadora principal. Auxiliou no levantamento de informações por meio de questionários e entrevistas. Prestou suporte terapêutico durante as sessões aos participantes caso necessário.
4. **Responsável pelos participantes/Pais (Usuário Secundário):** Autorizaram a pesquisa com os participantes por meio de termo de consentimento aprovado pelo comitê de ética em pesquisa (“Apêndice D”). Auxiliaram no levantamento de informações por meio de questionários e entrevistas.

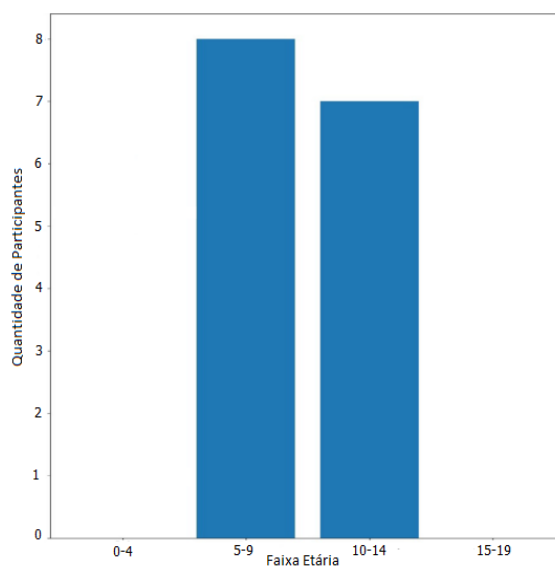
### Caracterização e perfil dos participantes

A pesquisa de caracterização dos participantes foi realizada por meio de formulário submetido à especialista do centro terapêutico PIPA (“Apêndice H”).

Com isso, foi possível levantar dados referente à faixa etária, alfabetização, grau e nível de autismo, habilidades tecnológicas, tipo de tecnologia utilizada pelos participantes e tipo de limitação física.

A figura 14 apresenta a faixa etária dos participantes do projeto PIPA.

Figura 14 – Relação da faixa etária dos participantes.

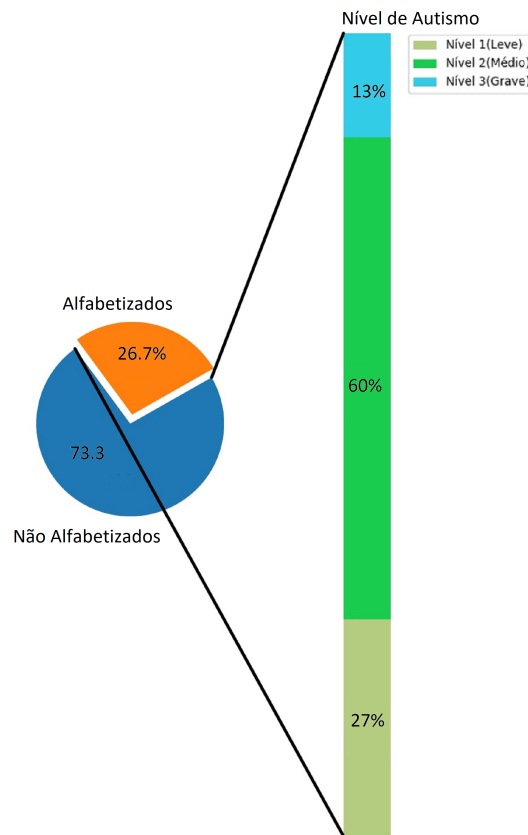


Fonte – Lóide Sheila dos Santos Moreira, 2020

Podemos verificar que oito participantes se enquadram na faixa etária entre 5-9 anos e sete participantes se enquadram na faixa etária entre 10-14 anos.

A relação de participantes não alfabetizados por nível de autismo é apresentada na figura 15. Todos os participantes recrutados se enquadram no perfil espectro autista.

Figura 15 – Relação de participantes não alfabetizados por nível de autismo.

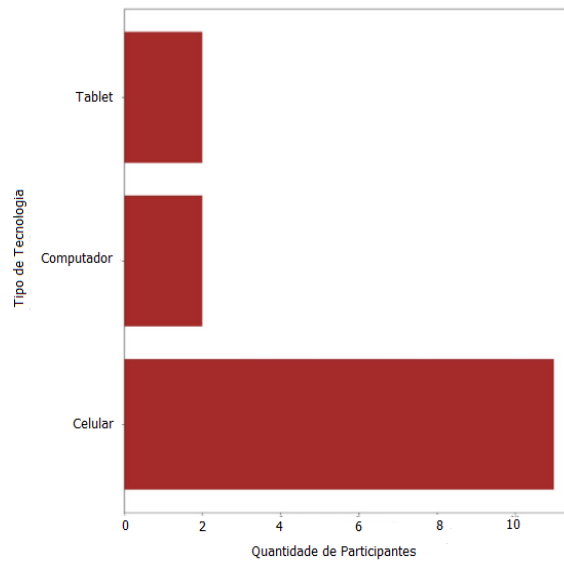


Fonte – Lôide Sheila dos Santos Moreira, 2020

Analisando o gráfico, a porcentagem de participantes alfabetizados é de 26,7% (quatro participantes) e todos se enquadram no nível leve de autismo. Nota-se que 73,3% (11 participantes) não são alfabetizados. Destes, 26,7% (quatro participantes) possuem nível leve, 60% (nove participantes) se enquadram no nível médio e 13,3% (dois participantes) possuem nível grave de autismo.

Todos os participantes possuem habilidades tecnológicas, a figura 16 apresenta o tipo de tecnologia o qual os participantes estão habituados.

Figura 16 – Relação do tipo de tecnologia utilizada pelos participantes.



Fonte – Lóide Sheila dos Santos Moreira, 2020

Verificou-se que 11 participantes possuem habilidade de uso com aparelho celular, dois participantes com computador de mesa e dois participantes com *tablet*.

Não houveram participantes com algum tipo de limitação física, sendo todos do sexo masculino. A especificação dos requisitos e mapeamento de escopo é abordado na próxima seção.

### 4.3 Mapeamento de escopo e especificação dos requisitos dos usuários

Na fase de especificação de requisitos e estudo do usuário, foi utilizada a técnica de personas. Melo *et al.* (2020) apresentam o PersonAut, que é um modelo de Personas específico para pessoas com TEA. Com objetivo de apoiar o *designer*/desenvolvedor na atividade de *design* de interface para que ele possa criar empatia e atender às necessidades dos usuários com diagnóstico de autismo, a principal contribuição do PersonAut é tornar o *design* de Personas mais rápido e fácil, no contexto do desenvolvimento de *software*. A subseção seguinte demonstra a técnica proposta adaptada para a presente pesquisa.

#### 4.3.1 Técnica de personas

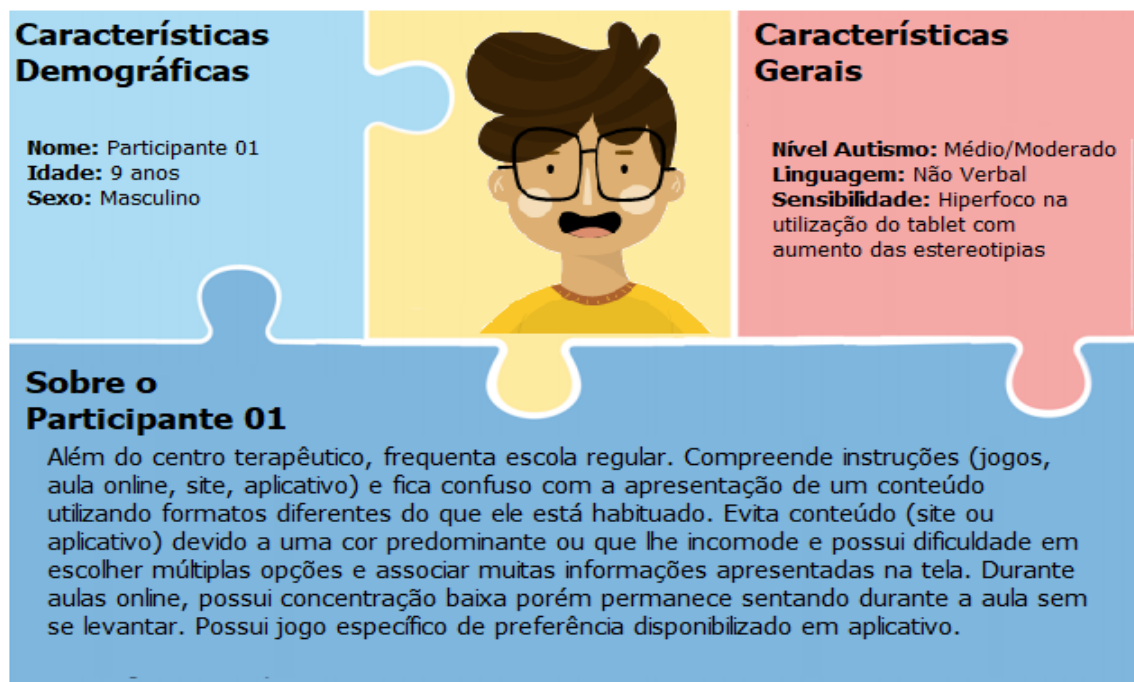
Considerando que a técnica Personas visa criar empatia entre o projetista e, neste caso em específico a pessoa com TEA, Melo *et al.* (2020) enfatiza que na literatura

atual podemos encontrar diferentes modelos para definir uma Persona. No entanto, os componentes de ferramentas relacionados a “ouvir”, “pensar e sentir”, “ver” e “dizer” podem ser problemáticos para usuários com TEA (devido à especificidades como verbalização, dentre outras) necessitando, portanto, de adaptação.

Ao desenvolver *software* para este público, as técnicas de *design* devem garantir que as condições físicas e cognitivas não impeçam a interação com o sistema. Assim, nesta pesquisa foi adaptado o modelo proposto por Melo *et al.* (2020) e com base em entrevistas com os pais/responsáveis e auxílio de uma especialista, foram mapeadas as Personas dos 15 participantes.

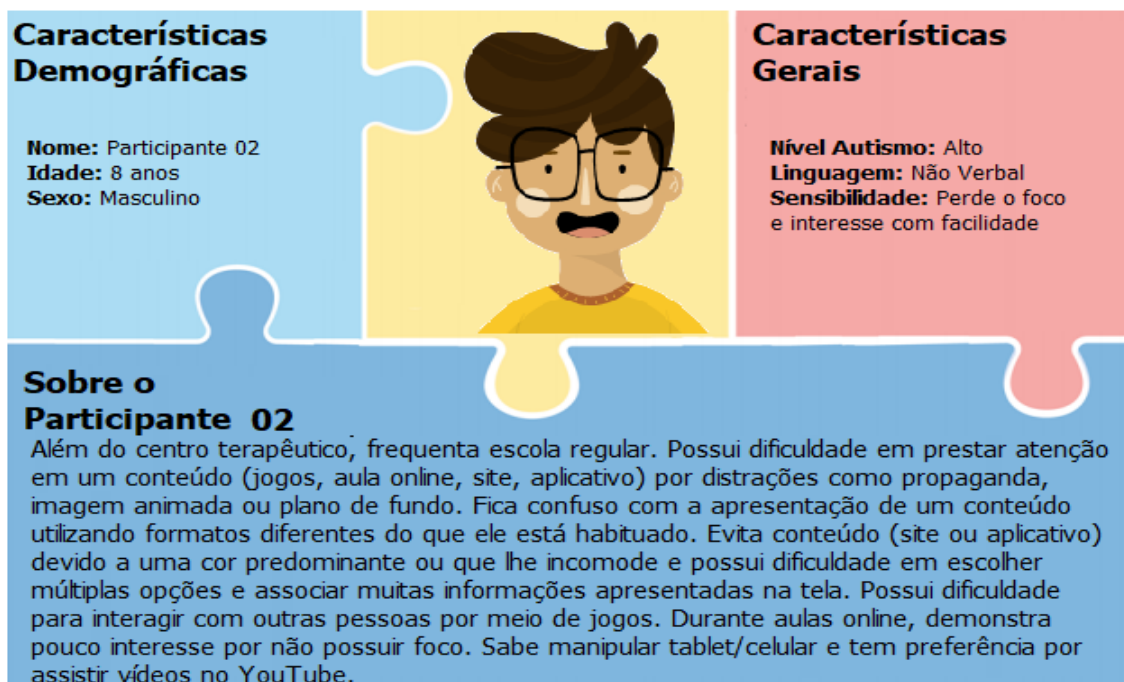
A sequência de ilustrações apresenta o modelo de personas adaptado para essa pesquisa conforme figuras a seguir: 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30 e 31.

Figura 17 – Modelo persona correspondente ao 1º participante.



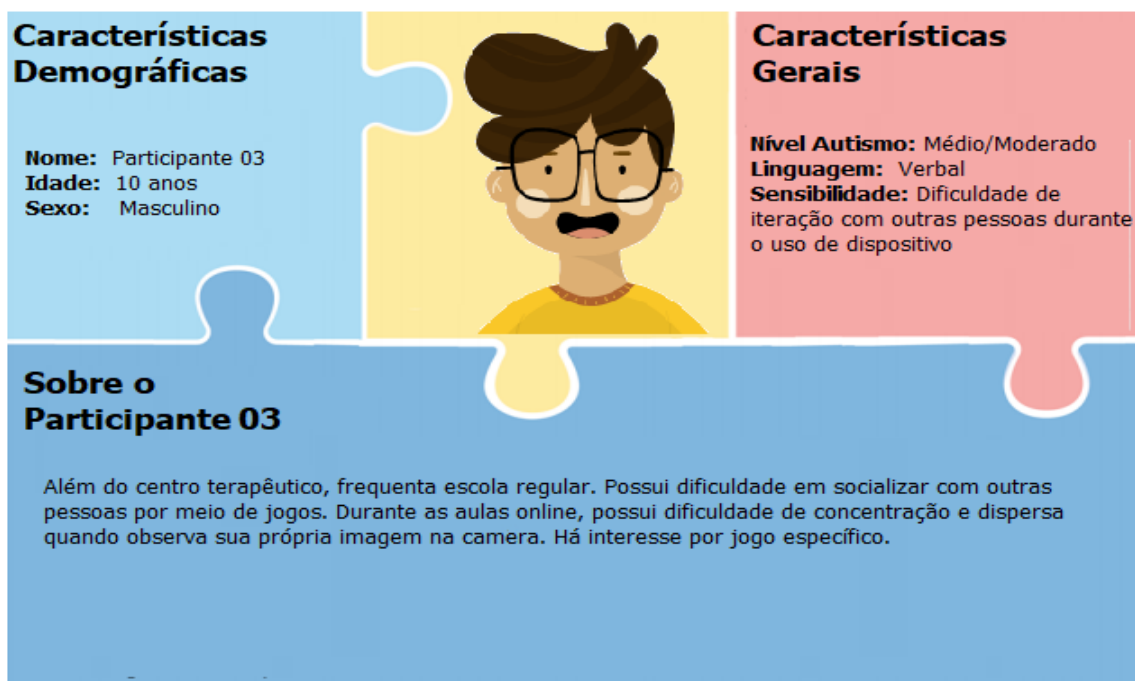
Fonte – Lóide Sheila dos Santos Moreira, 2021

Figura 18 – Modelo persona correspondente ao 2º participante.



Fonte – Lóide Sheila dos Santos Moreira, 2021

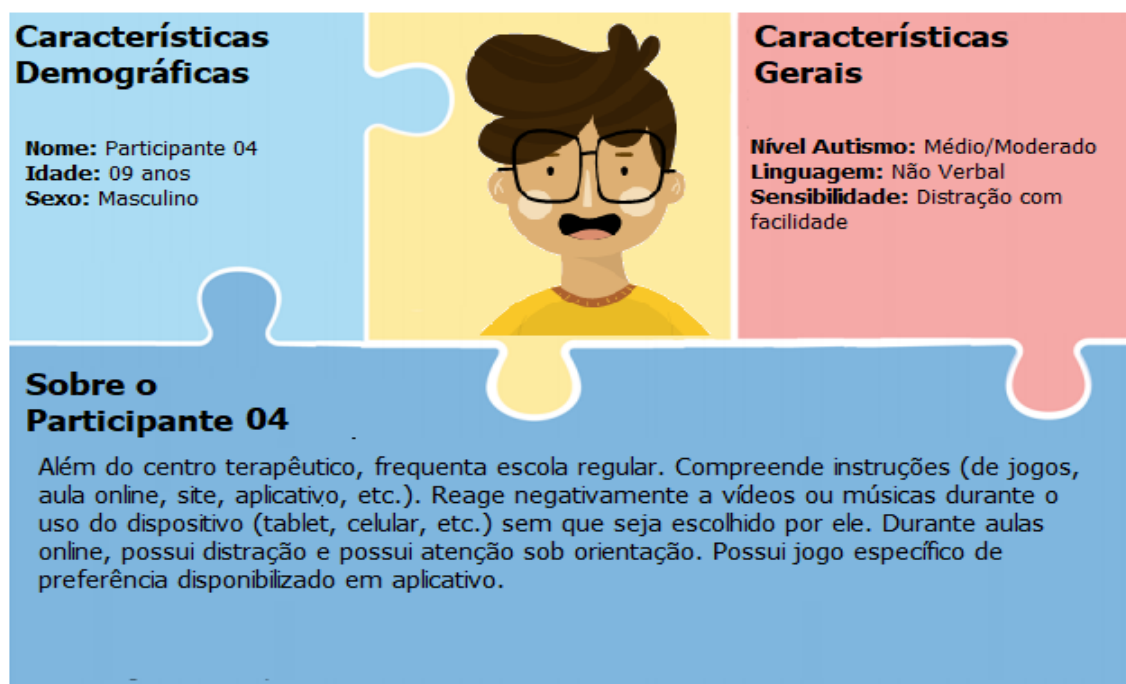
Figura 19 – Modelo persona correspondente ao 3º participante.



Fonte – Lóide Sheila dos Santos Moreira, 2021

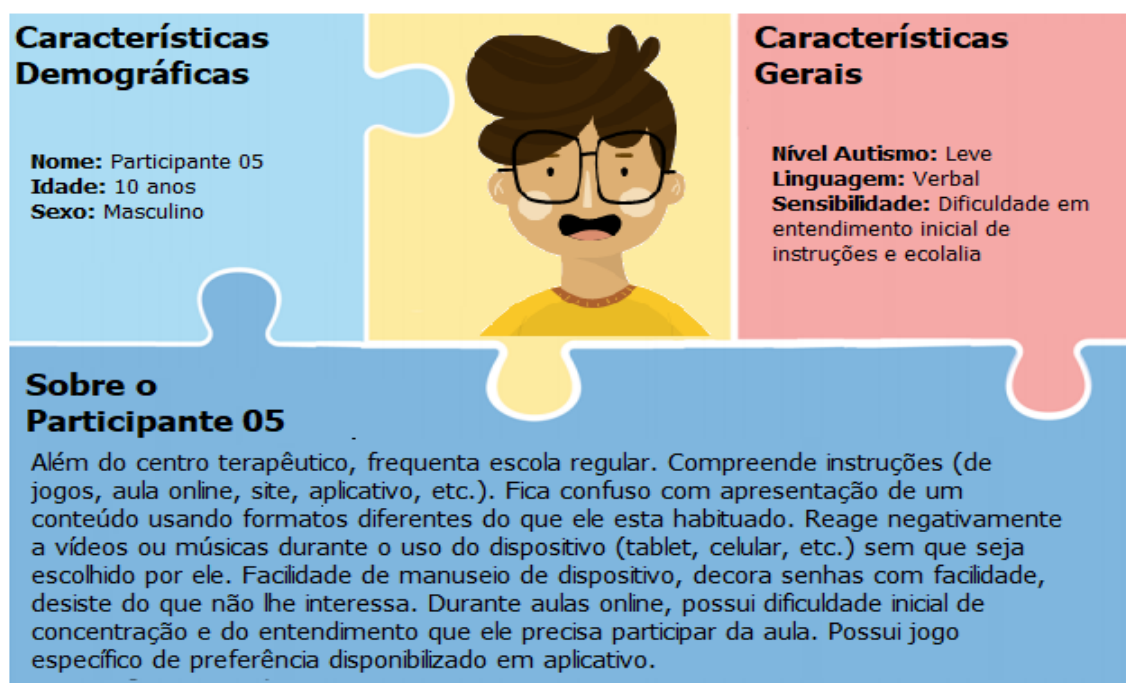


Figura 20 – Modelo persona correspondente ao 4º participante.



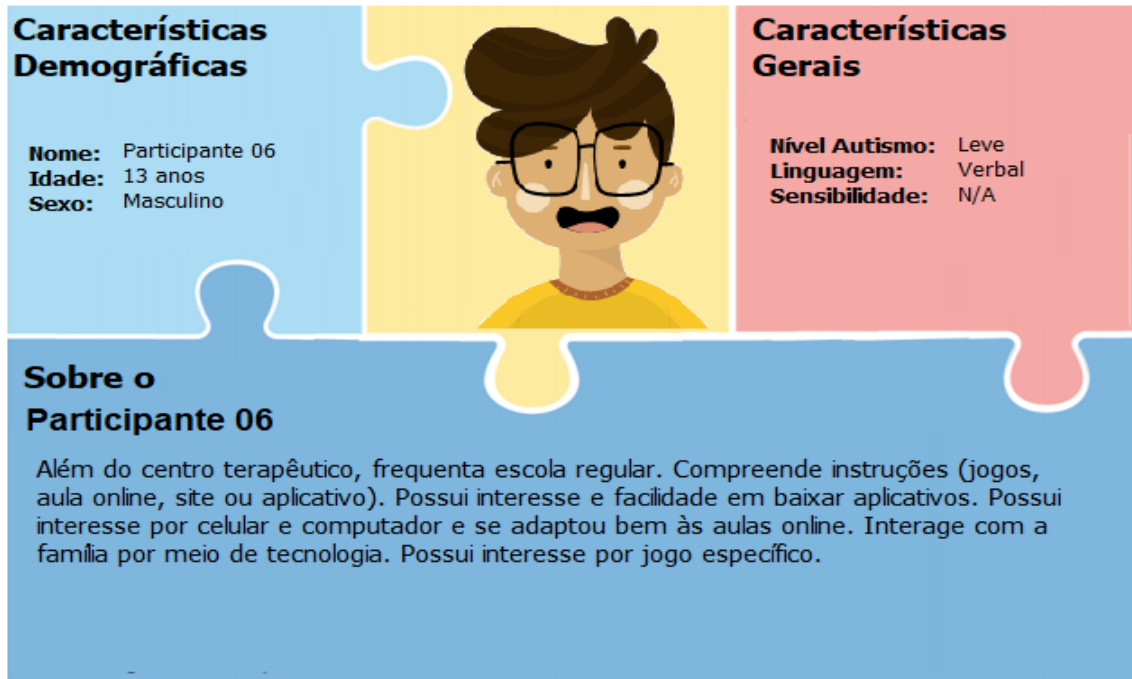
Fonte – Lôide Sheila dos Santos Moreira, 2021

Figura 21 – Modelo persona correspondente ao 5º participante.



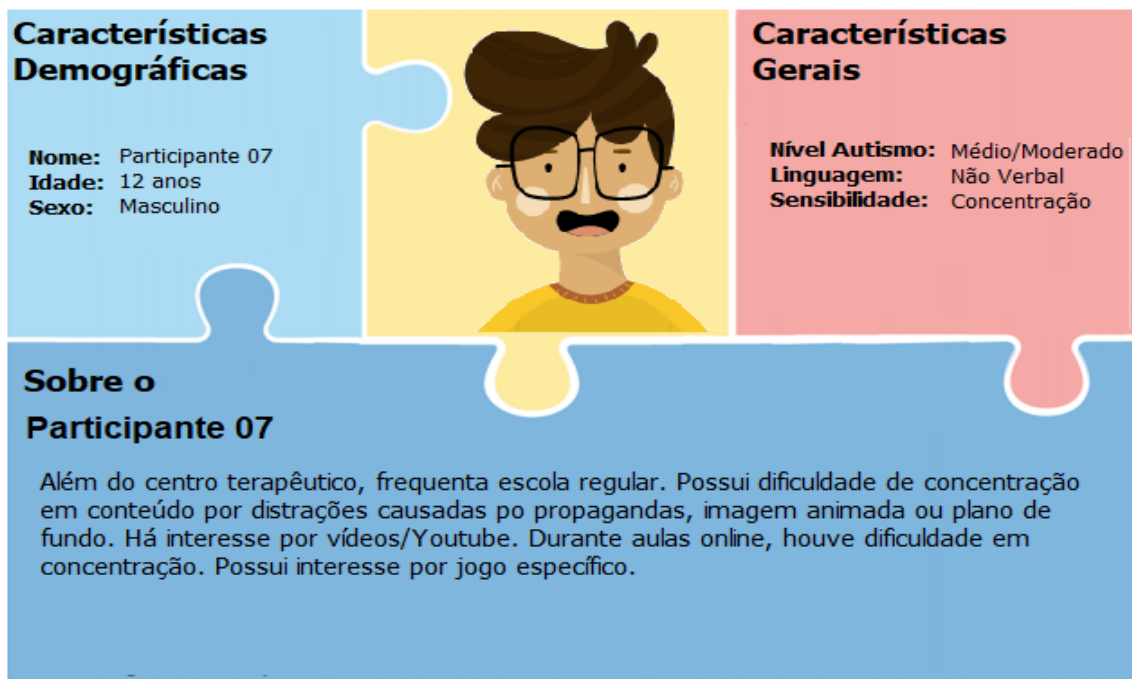
Fonte – Lôide Sheila dos Santos Moreira, 2021

Figura 22 – Modelo persona correspondente ao 6º participante.



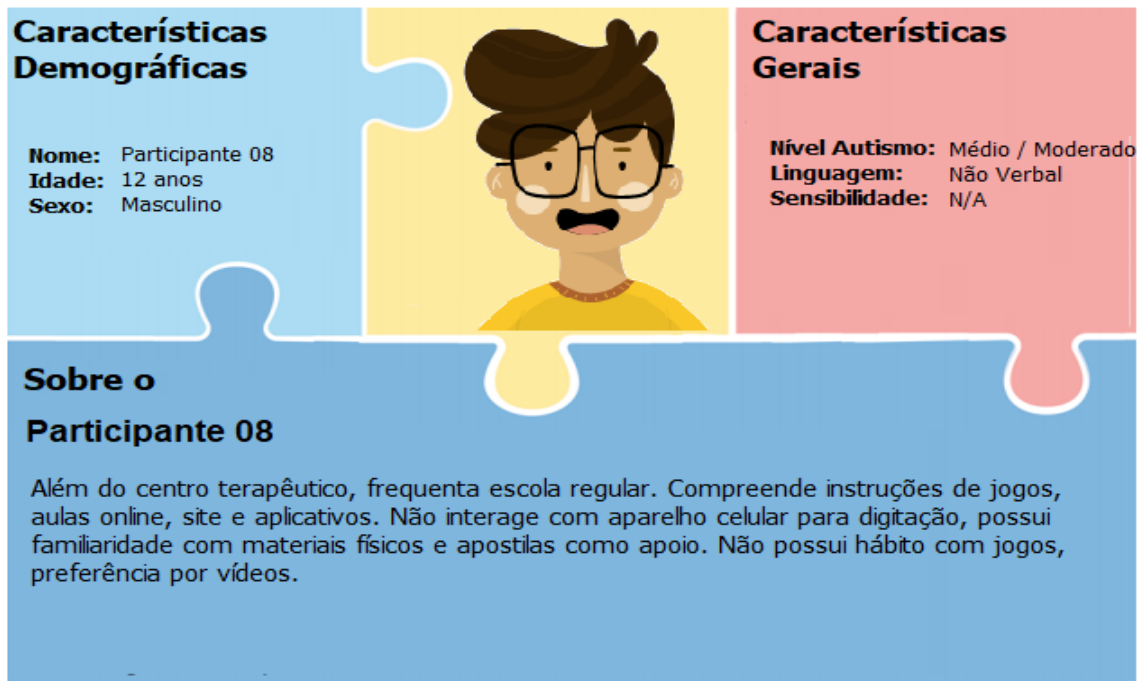
Fonte – Lóide Sheila dos Santos Moreira, 2021

Figura 23 – Modelo persona correspondente ao 7º participante.



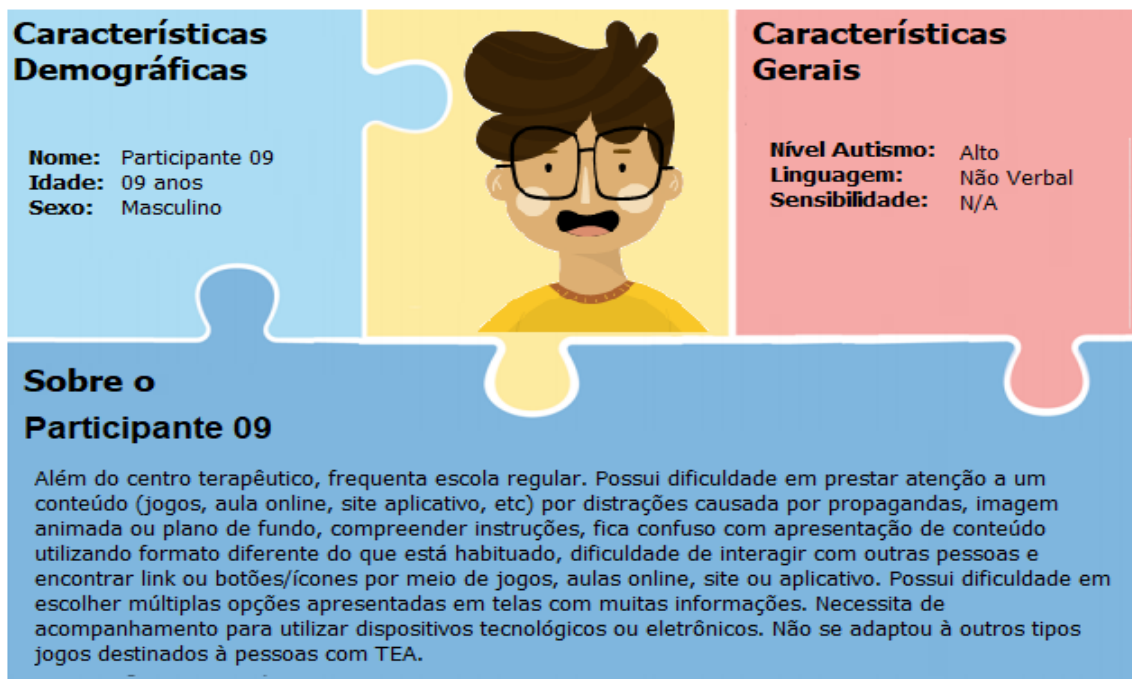
Fonte – Lóide Sheila dos Santos Moreira, 2021

Figura 24 – Modelo persona correspondente ao 8º participante.



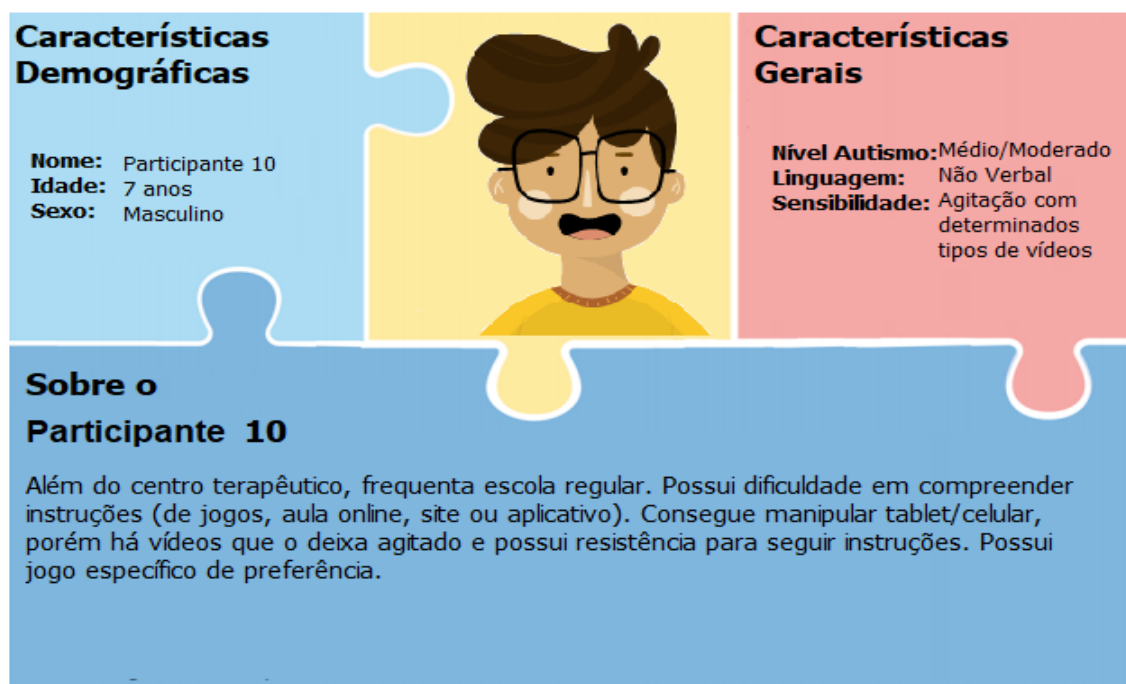
Fonte – Lôide Sheila dos Santos Moreira, 2021

Figura 25 – Modelo persona correspondente ao 9º participante.



Fonte – Lôide Sheila dos Santos Moreira, 2021

Figura 26 – Modelo persona correspondente ao 10º participante.



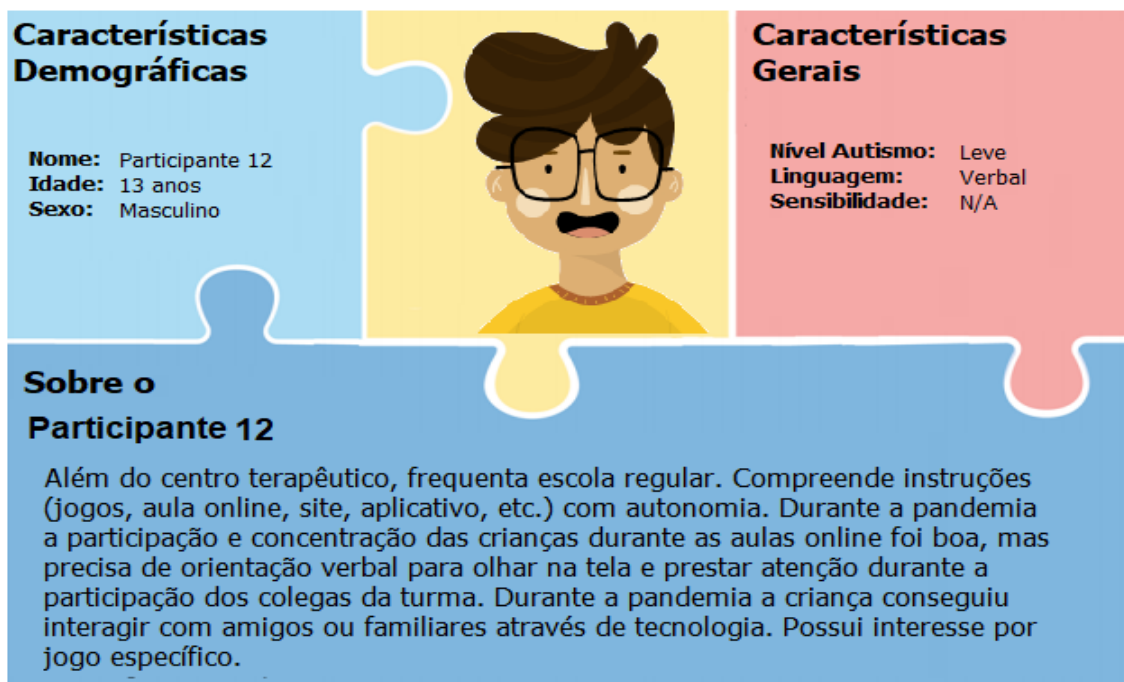
Fonte – Lóide Sheila dos Santos Moreira, 2021

Figura 27 – Modelo persona correspondente ao 11º participante.



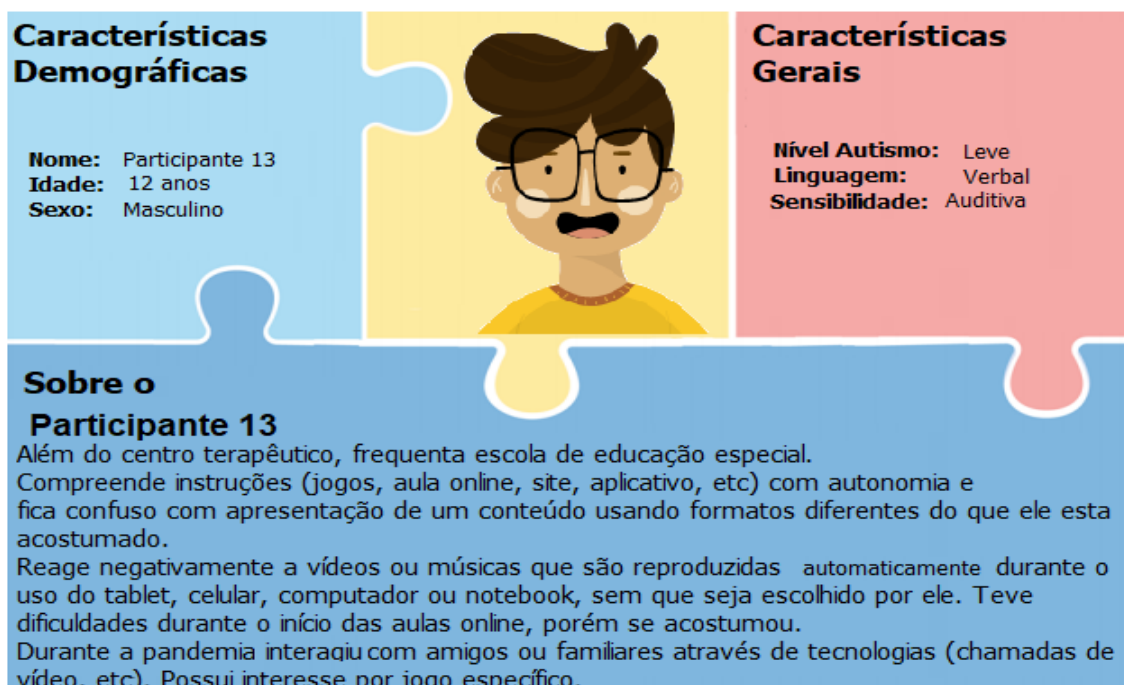
Fonte – Lóide Sheila dos Santos Moreira, 2021

Figura 28 – Modelo persona correspondente ao 12º participante.



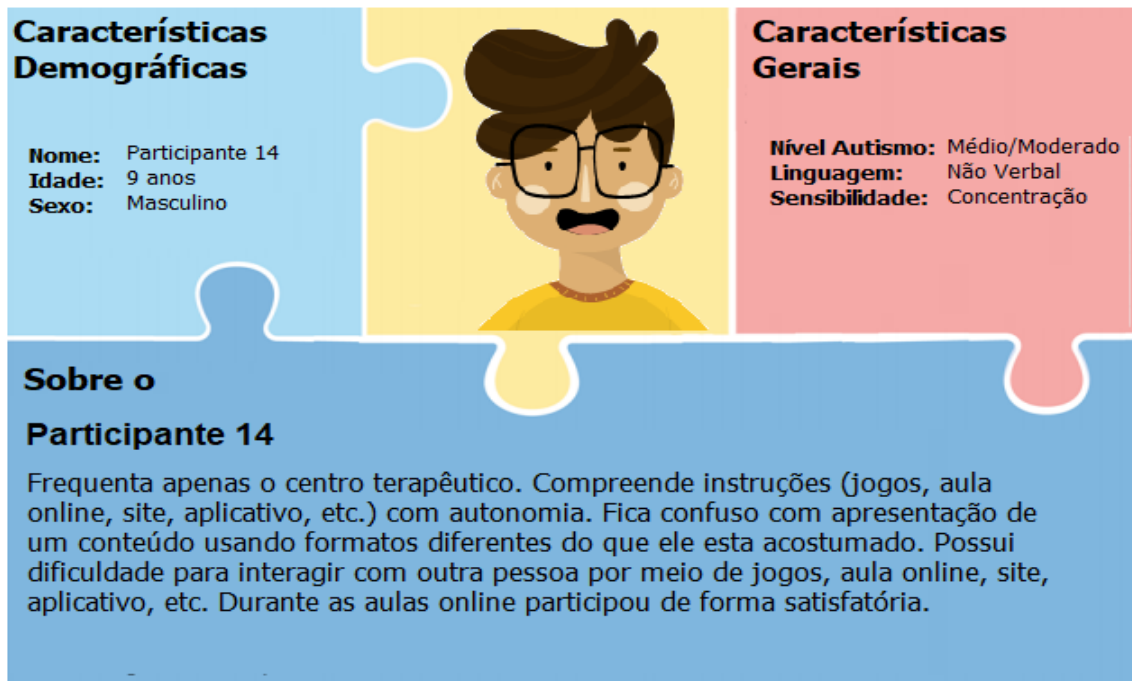
Fonte – Lóide Sheila dos Santos Moreira, 2021

Figura 29 – Modelo persona correspondente ao 13º participante.



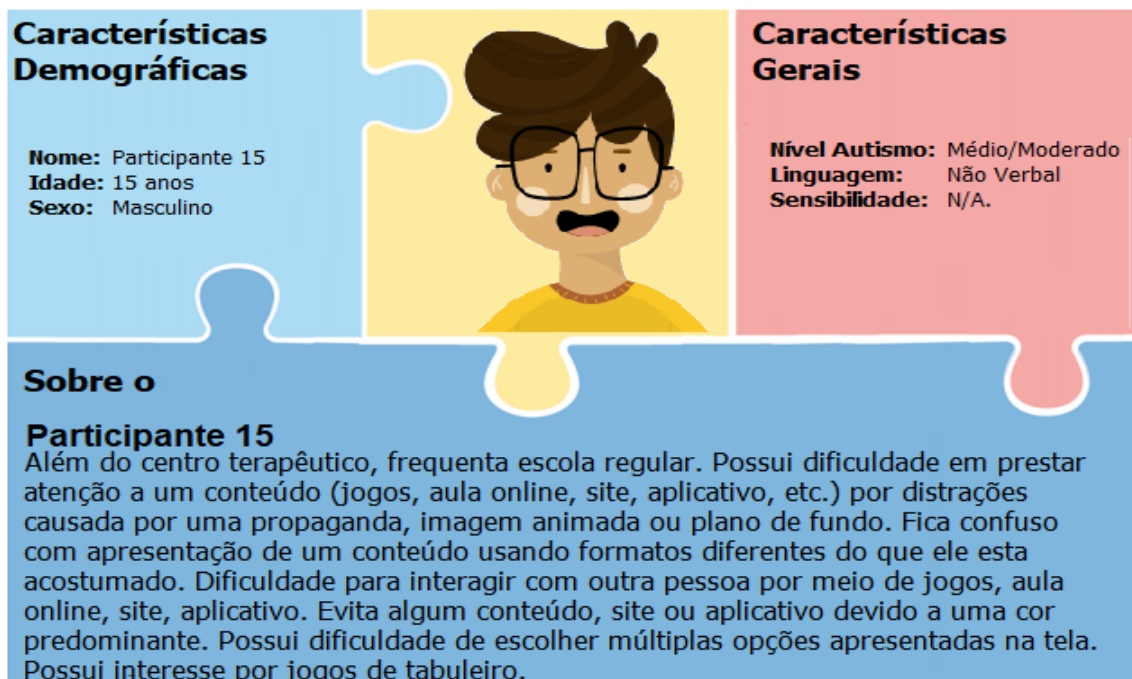
Fonte – Lóide Sheila dos Santos Moreira, 2021

Figura 30 – Modelo persona correspondente ao 14º participante.



Fonte – Lóide Sheila dos Santos Moreira, 2021

Figura 31 – Modelo persona correspondente ao 15º participante.



Fonte – Lóide Sheila dos Santos Moreira, 2021

Com a aplicação desta técnica, foi possível obter um entendimento inicial do perfil dos participantes.

### 4.3.2 Padrões Gof

Levando em consideração os conceitos apresentados no capítulo 2, os padrões Gof utilizados como base para concepção das diretrizes de projeto desta pesquisa foram associados ao ambiente do aplicativo ACA. Vale ressaltar que os padrões que apoiam as decisões de projeto e avaliação das IHCs do aplicativo ACA foram elaborados de forma que auxiliassem efetivamente na visualização e também na compreensão das informações apresentadas nas diretrizes geradas nesta pesquisa.

Assim, as diretrizes de projeto geradas seguem os formatos de *template Gang of Four* (GAMMA *et al.*, 1995) (GROUP, 2021) abaixo:

- Nome do padrão - O nome do padrão transmite a essência do padrão de forma sucinta. Um bom nome é vital, porque se tornará parte do vocabulário de *design*;
- Intenção - Uma declaração curta que responde às seguintes perguntas: “O que o padrão de *design* faz? Qual é a sua razão e intenção? Que questão ou problema de *design* específico ele aborda? ”;
- Motivação - Um cenário que ilustra um problema de *design* e como as estruturas de classe e objeto no padrão resolvem o problema. O cenário o ajudará a entender a descrição mais abstrata do padrão que se segue;
- Aplicabilidade - Uma situação aplicável: Quais são as situações em que o padrão de *design* pode ser aplicado? Quais são os exemplos de projetos ruins que o padrão pode resolver? Como você pode reconhecer essas situações? ;
- Implementação - De quais estratégias, dicas ou técnicas você deve estar ciente ao implementar o padrão? .

De acordo com o formato de padrão acima mencionado, as diretrizes foram elaboradas e o *design* da solução é enfatizado na próxima seção.

## 4.4 *Design da solução*

Para entender como um aplicativo para *tablet* ou celular pode apoiar em futuras melhorias e no desenvolvimento de novas intervenções que auxiliem nas habilidades sociais e de aprendizado de crianças e adolescentes com TEA, foi realizada a avaliação heurística do aplicativo ACA e conduzido um estudo exploratório em um centro terapêutico.

A avaliação heurística foi realizada por cinco avaliadores (os procedimentos solicitados estão na figura 47) e o estudo exploratório foi planejado em 15 sessões, ou seja: para os 15 participantes, foram formados três grupos contendo cinco pessoas. Como o aplicativo ACA possui cinco níveis, para cada grupo foram aplicadas cinco sessões terapêuticas relativas aos testes de usabilidade, totalizando as 15 sessões. Foi necessário a adaptação desse planejamento inicial correspondente aos testes de usabilidade devido aos impactos causados pela pandemia de coronavírus, sendo assim as sessões foram divididas em duas fases: presencial e modalidade *online*.

Conforme mencionado na seção anterior, o estudo foi conduzido aplicando-se a técnica de personas junto à psicóloga e aos responsáveis para o entendimento das necessidades dos sujeitos envolvidos. Foi observado como a usabilidade da tecnologia pode impactar no aprendizado e no desenvolvimento de habilidades sociais proposta conforme atual implementação do aplicativo ACA.

Assim, nesta seção é fornecido o *design* do estudo utilizado nesta pesquisa. Durante o *design* do estudo, foi avaliado como crianças com TEA verbais e não verbais respondiam e interagem às atividades propostas por meio de um protótipo de alta fidelidade disponibilizado para manipulação dos participantes em um estudo exploratório conduzido no Brasil.

As características do protótipo de alta fidelidade (denominado aplicativo ACA), dos testes de usabilidade com os participantes, assim como, da avaliação da usabilidade e da análise do conteúdo são especificados nos próximos tópicos.

#### 4.4.1 Aplicativo ACA

O aplicativo ACA é destinado ao apoio do vocabulário e alfabetização de crianças com transtorno do espectro autista. É composto por cinco níveis os quais fazem uso de dois tipos de emparelhamento: o emparelhamento simples e o emparelhamento multimodelo. O emparelhamento simples foi utilizado em todos os níveis do aplicativo, já o emparelhamento multimodelo foi utilizado apenas no segundo nível. Os dois tipos de modelos de emparelhamento foram utilizados, pois as tentativas com poucos estímulos são boas para ensinar coisas novas. Já as tentativas com vários estímulos são adequadas para reforçar alguma palavra ou imagem já aprendida (GOBBO *et al.*, 2019).

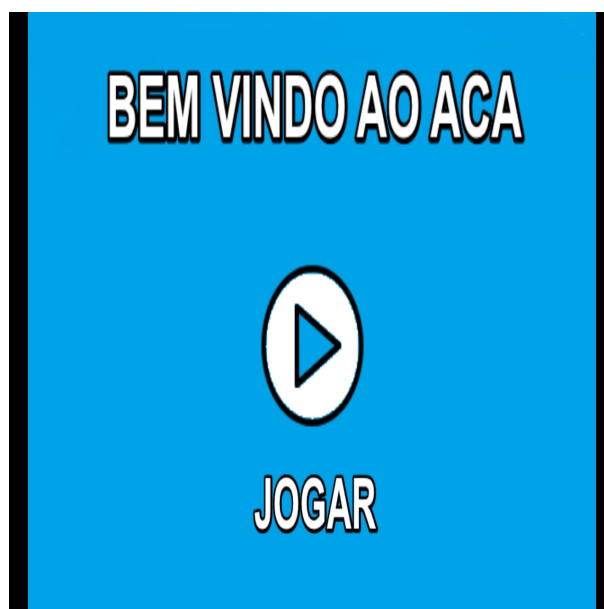


No decorrer desta seção, são demonstradas as telas do aplicativo para apoio no entendimento.

#### Apresentação do aplicativo ACA

Na tela de abertura, é apresentada a interface inicial do aplicativo para que o usuário possa acionar a opção “Jogar”, conforme apresentado na figura 32 e na tela seguinte, figura 33, é possível o acionamento da opção correspondente ao nível desejado.

Figura 32 – Interface de apresentação do aplicativo ACA.



Fonte – Gobbo *et al.* (2019)

Figura 33 – Interface dos níveis do aplicativo ACA.

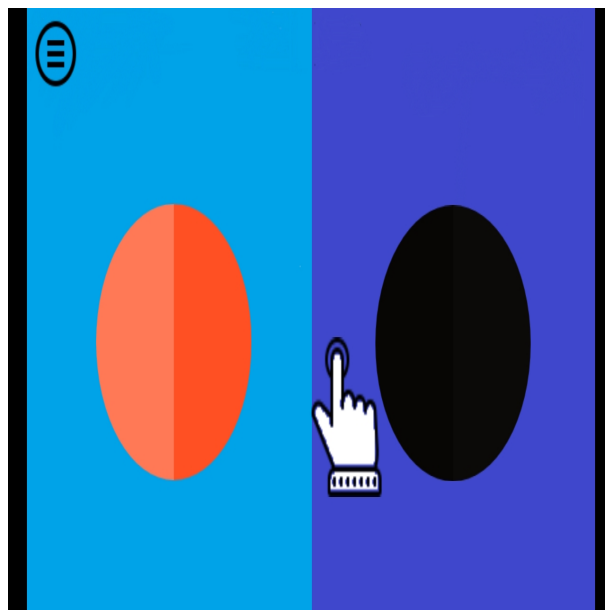


Fonte – Gobbo *et al.* (2019)

Nível 1 do aplicativo ACA composto por cinco fases

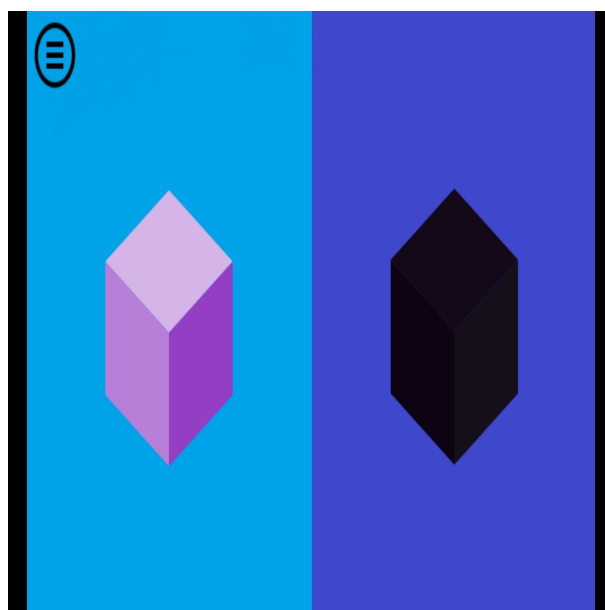
O primeiro nível é composto por cinco fases destinado ao ensino sensório motor na qual serão empilhadas formas geométricas. A figura geométrica que está do lado esquerdo da tela deve ser comparada e colocada no espaço em que ela se encaixaria, localizada no lado direito da tela. A sequência das figuras 34, 35, 36, 37 e 38 exibem as interfaces correspondentes ao primeiro nível do aplicativo ACA.

Figura 34 – Interface correspondente a fase 1 (nível 1) do aplicativo ACA.



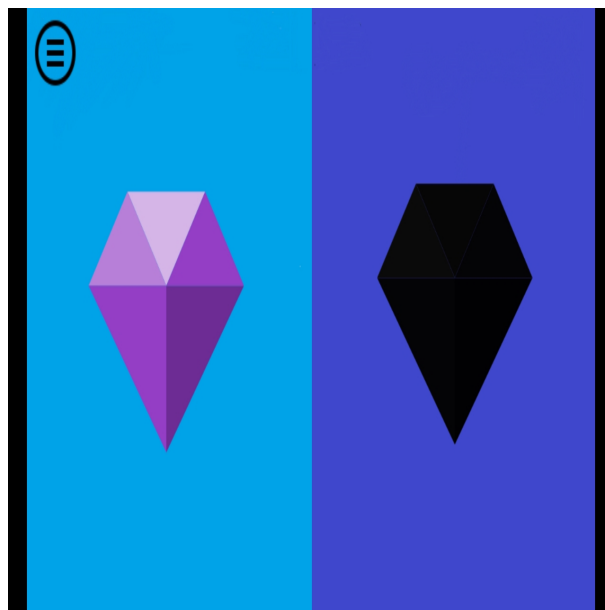
Fonte – Gobbo *et al.* (2019)

Figura 35 – Interface correspondente a fase 2 (nível 1) do aplicativo ACA.



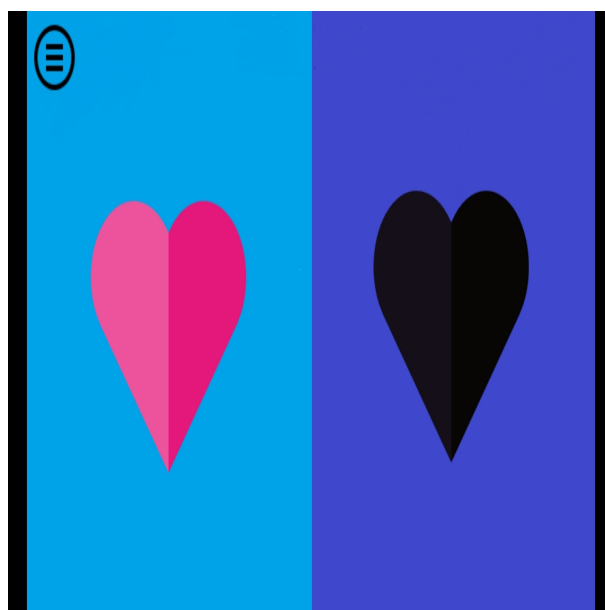
Fonte – Gobbo *et al.* (2019)

Figura 36 – Interface correspondente a fase 3 (nível 1) do aplicativo ACA.



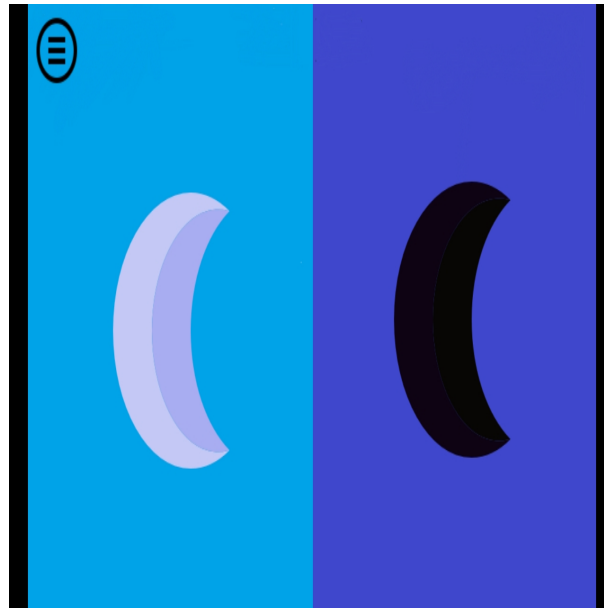
Fonte – Gobbo *et al.* (2019)

Figura 37 – Interface correspondente a fase 4 (nível 1) do aplicativo ACA.



Fonte – Gobbo *et al.* (2019)

Figura 38 – Interface correspondente a fase 5 (nível 1) do aplicativo ACA.



Fonte – Gobbo *et al.* (2019)

Nível 2 do aplicativo ACA composto por 55 Fases

O segundo nível é composto por 55 fases destinado ao ensino da nomeação de objetos através das imagens seguindo um método rudimentar de leitura, onde as crianças aprendem a nomear objetos antes de aprender a ler por meio de associação do som e da imagem. Primeiramente, a imagem que está do lado esquerdo da tela deve ser encaixada no lado direito da tela e o nome do objeto será verbalizado, conforme figura 39. Após, o nome do objeto que está no lado esquerdo da tela será verbalizado e deverá ser associado ao nome correspondente a imagem que está do lado direito da tela, o qual será verbalizado novamente. A próxima fase somente será habilitada após a imagem ser associada corretamente ao objeto até a finalização do nível. A observação pode ser feita por meio da figura 40.

Figura 39 – Interface correspondente a fase 1 (nível 2) do aplicativo ACA.

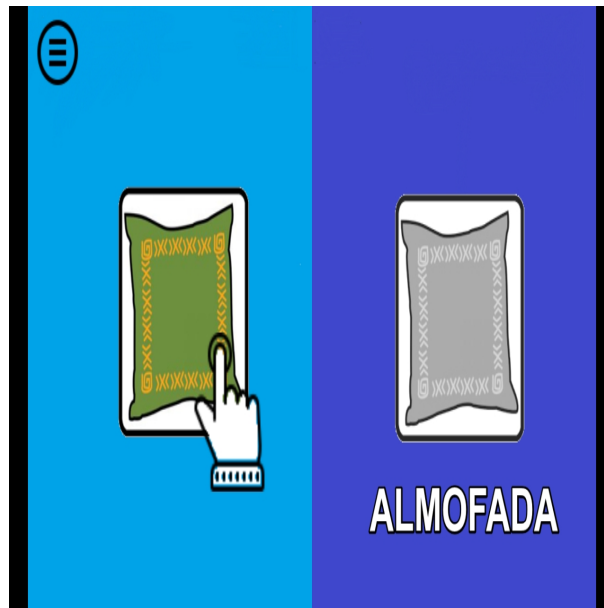
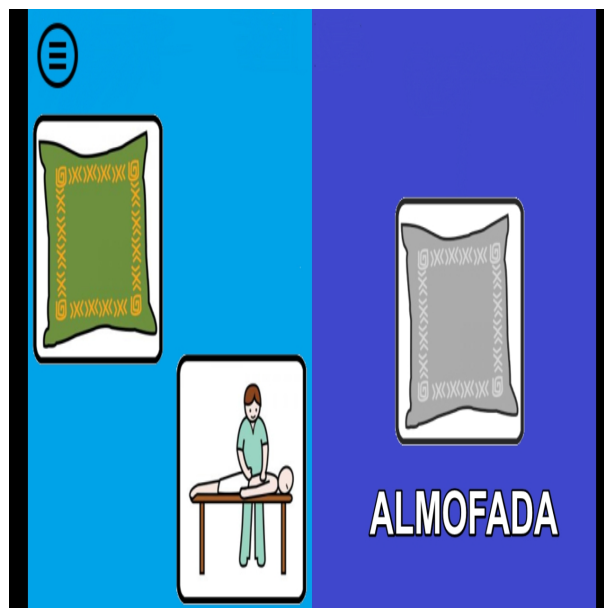
Fonte – Gobbo *et al.* (2019)

Figura 40 – Interface correspondente a fase 2 (nível 2) do aplicativo ACA.

Fonte – Gobbo *et al.* (2019)

Nível 3 do aplicativo ACA composto por 20 fases

O terceiro nível é composto por 20 fases destinado ao ensino das letras do alfabeto. Serão ensinadas as letras do alfabeto relacionando-as com as imagens. É esperado que a criança adquira consciência fonológica de cada letra. A intenção é dar significado às letras, relacionando-as aos objetos e não somente ensinadas aleatoriamente. A letra localizada no

lado inferior esquerdo da tela deve ser encaixada na palavra localizada no lado esquerdo da tela. A letra correspondente será verbalizada e em sequência o nome da imagem, conforme figura 41. Após, a letra correta localizada no lado inferior esquerdo da tela deve ser encaixada na palavra localizada no lado esquerdo da tela. Caso a alternativa seja a correta, tanto a letra quanto a palavra é verbalizada e a próxima tela é habilitada até a finalização da fase. Caso contrário, a letra correspondente é verbalizada e o sistema retorna para a tela anterior até que a alternativa correta seja escolhida. A observação pode ser feita por meio da figura 42.

Figura 41 – Interface correspondente a fase 1 (nível 3) do aplicativo ACA.



Fonte – Gobbo *et al.* (2019)

Figura 42 – Interface correspondente a fase 2 (nível 3) do aplicativo ACA.



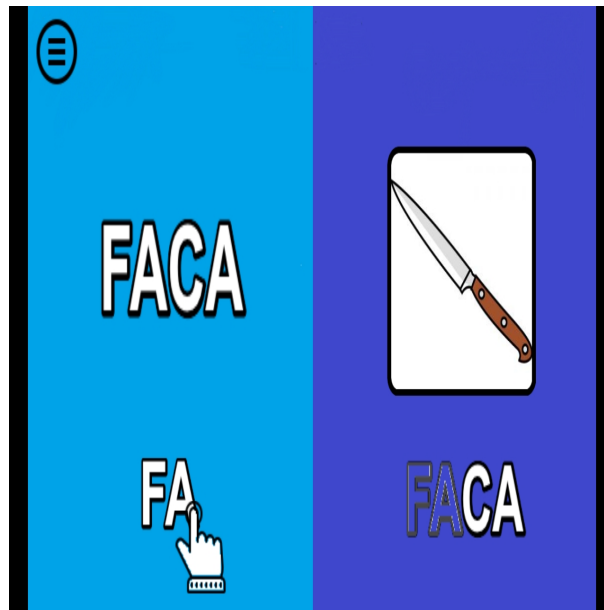
Fonte – Gobbo *et al.* (2019)

Nível 4 do aplicativo composto por 15 Fases

O quarto nível é composto por 15 fases destinado ao ensino das sílabas. Segue o mesmo padrão do terceiro nível, só que ao invés de preencher com a letra que está faltando, será com a sílaba. A sílaba localizada no lado inferior esquerdo da tela deve ser encaixada na palavra localizada no lado esquerdo da tela. A sílaba correspondente será verbalizada, conforme figura 43. Após, a sílaba correta localizada no lado inferior esquerdo da tela deve ser encaixada na palavra localizada no lado esquerdo da tela. Caso a alternativa seja a correta, tanto a sílaba quanto a palavra é verbalizada e a próxima tela é habilitada até a finalização da fase. Caso contrário, a sílaba correspondente é verbalizada e o sistema retorna para a tela anterior até que a alternativa correta seja escolhida. A observação pode ser feita por meio da figura 44.

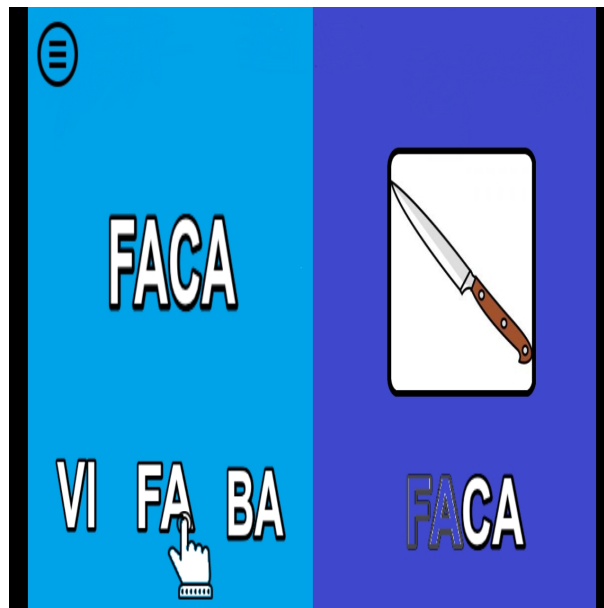


Figura 43 – Interface correspondente a fase 1 (nível 4) do aplicativo ACA.



Fonte – Gobbo *et al.* (2019)

Figura 44 – Interface correspondente a fase 2 (nível 4) do aplicativo ACA.



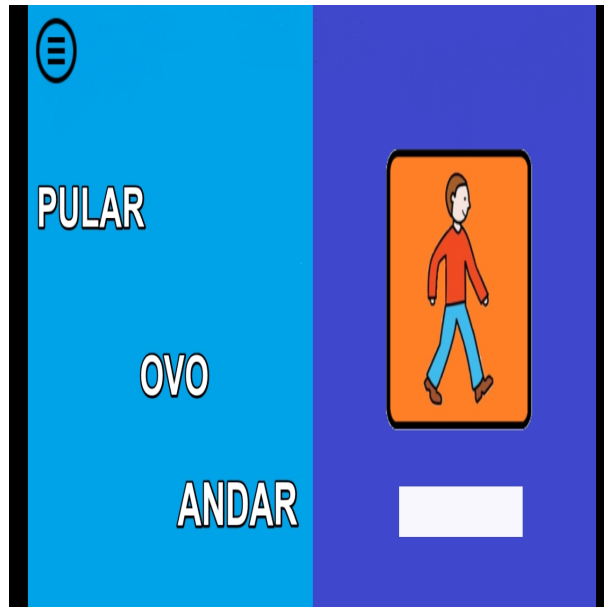
Fonte – Gobbo *et al.* (2019)

Nível 5 composto por 15 fases

O quinto nível é composto por 15 fases destinado a o ensino das palavras completas. Saber relacionar palavras impressas com figuras é o primeiro passo para se compreender o que lê. A palavra localizada no lado esquerdo da tela é verbalizada e deve ser associada a

imagem localizada no lado direito da tela. Estando correta, o usuário é direcionado para a próxima fase até a finalização do nível. A observação pode ser feita por meio da figura 45.

Figura 45 – Interface correspondente a fase 1 (nível 5) do aplicativo ACA.



Fonte – Gobbo *et al.* (2019)

Os testes de usabilidade realizados com os participantes são mencionados no próximo tópico.

#### 4.4.2 Testes de usabilidade com os participantes

O estudo de caso foi conduzido com 15 crianças e adolescentes com TEA (grau leve, médio/moderado e alto) com idades entre 5-14 anos, todos do sexo masculino (a ilustração do estudo de caso é apresentado na figura 46). Os participantes foram recrutados por meio do contato com um centro terapêutico em autismo localizado em São Paulo, Brasil. O experimento foi avaliado e aprovado pelo Comitê de Ética da Escola de Artes Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo e realizado por meio do consentimento dos pais/responsáveis pelos participantes.

Figura 46 – Participante interagindo com o aplicativo ACA durante a sessão terapêutica.



Fonte – Lôide Sheila dos Santos Moreira, 2021

Foi aplicado questionário à psicóloga especialista e aos responsáveis pelos participantes (pais) antes do experimento para coletar informações sobre o perfil, nível de autismo e condições de linguagem.

Com base na entrevista com os responsáveis, foi verificado que todos os participantes estão familiarizados com os dispositivos de computador, *notebook*, celular ou *tablet*. A maioria dos participantes utiliza estes dispositivos diariamente para assistir (vídeos, séries e animações) e realizar atividades escolares. Todos frequentam escola regular exceto um que frequenta escola de educação inclusiva e outro participante que frequenta apenas o centro terapêutico.

Os testes de usabilidade foram conduzidos em uma sala privativa (disponibilizada no estabelecimento do projeto PIPA), sob acompanhamento da pesquisadora principal e apoio da psicóloga. Um maior detalhamento dos testes pode ser obtido no capítulo 5 correspondente aos resultados, especificamente na seção 5.2.

#### 4.5 Avaliação da usabilidade e análise do conteúdo

De modo a contemplar a avaliação da usabilidade e examinar aspectos da experiência dos participantes durante os testes de usabilidade e manuseio do aplicativo ACA, a avaliação ocorreu de maneira formativa.

A coleta e obtenção dos dados ocorreram no mês de novembro do ano de 2020 e nos meses de fevereiro, março e abril do ano de 2021. Enfatizando novamente, foram formados três grupos compostos por cinco participantes para a aplicação da pesquisa, totalizando assim os 15 participantes. Inicialmente, os testes de usabilidade ocorreu em uma sala privativa dentro do centro terapêutico PIPA sob supervisão de psicóloga. Como o aplicativo ACA possui cinco níveis, foram planejadas cinco sessões para cada grupo de participantes. Para o processo de coleta e obtenção de dados houve morosidade devido à pandemia de COVID-19 e afastamento dos participantes das atividades do centro terapêutico durante um período da pesquisa. Com isso, dois grupos de participantes realizaram os testes de usabilidade do aplicativo ACA presencialmente, totalizando oito participantes e um grupo de participantes realizaram os testes em modalidade aula *online* por meio da “plataforma Zoom” e sob acompanhamento dos pais/responsáveis, totalizando três participantes. Durante a aplicação dos testes, houve desistência de quatro participantes. Em todas as sessões foram realizadas gravações de vídeo dos participantes obtidas por meio de uma câmera frontal para captura do comportamento do participante, a gravação da tela do celular/tablet por meio do aplicativo “DU Recorder” para captura da interação com o aplicativo e anotação em papel realizada pela pesquisadora principal.

Foram realizadas as análises dos vídeos e a leitura das anotações para a tabulação dos dados. A interpretação desses dados levantados é relatada no capítulo de resultados.

#### 4.6 Considerações inerentes ao capítulo

Este capítulo apresentou as atividades realizadas durante o desenvolvimento desta pesquisa, desde a condução da revisão sistemática apontando limitações e desafios para definição da proposta, até a compreensão do cenário, a especificação dos requisitos, a apresentação do protótipo de alta fidelidade, o *design* da solução, a avaliação da usabilidade e análise dos dados. Durante a aplicação dos testes de usabilidade o aplicativo se mostrou

eficaz e houve interesse por parte dos participantes. Vale enfatizar que os dois primeiros níveis do aplicativo ACA destinam-se às habilidades diárias e os três últimos níveis destinam-se à alfabetização. Devido a pesquisa abranger os três níveis de TEA (leve, médio/moderado e alto), grande parte dos participantes grau TEA alto e médio/moderado apenas concluíram as etapas do aplicativo correspondente as habilidades da vida diária. Todos os participantes com grau leve de TEA e alguns participantes com grau médio/moderado concluíram todos os níveis do aplicativo correspondente à alfabetização e habilidades diárias.

No capítulo 5, os resultados experimentais serão discutidos e detalhados.

## 5 Resultados e discussões

Com o objetivo de avaliar a experiência dos usuários por meio de testes de usabilidade com o aplicativo ACA e gerar as diretrizes de projeto para esta pesquisa, foram realizados dois experimentos distintos: Avaliação heurística do aplicativo ACA e Avaliação da usabilidade do aplicativo ACA com os participantes. Os resultados e discussões decorrentes de cada experimento serão descritos nos próximos tópicos.

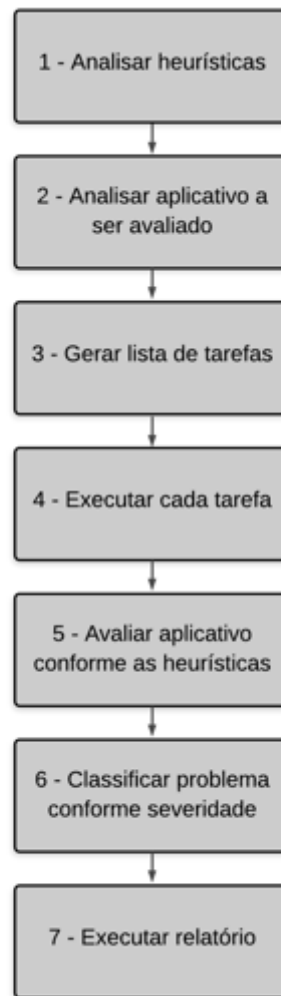
### 5.1 Avaliação heurística do aplicativo ACA

Inicialmente, foi realizada a avaliação heurística que consistiu em elaborar uma estratégia antes de iniciar a avaliação do *software*/aplicativo. Tal estratégia abrangeu uma lista de atividades (tarefas) que foram direcionadas aos avaliadores.

Assim, para esta pesquisa, foi realizada a avaliação do aplicativo ACA proposto por [Gobbo et al. \(2019\)](#). Levando em consideração a importância da experiência do avaliador e a inviabilidade de execução por apenas uma pessoa, um total de cinco avaliadores realizaram as inspeções. A estrutura e definição da estratégia de avaliação foi elaborada com apoio do trabalho de [Nielsen e Mack \(1994\)](#). Devido as heurísticas de [Nielsen e Mack \(1994\)](#) não se adequarem ao contexto TEA por serem mais antigas e tal contexto ser mais pesquisado e abordado nos últimos anos, foi buscado como apoio o estudo de [Khowaja e Salim \(2015\)](#), que aborda 15 heurísticas destinadas ao uso de *software* por pessoas com autismo.

Dada a importância da familiarização dos especialistas tanto com as heurísticas quanto com o aplicativo avaliado, foi solicitado aos avaliadores a execução dos procedimentos ilustrados na figura 47.

Figura 47 – Procedimento sugerido aos especialistas para execução da avaliação heurística.



Fonte – Lóide Sheila dos Santos Moreira, 2020

No primeiro procedimento foram disponibilizados os principais conceitos sobre avaliação heurística e uma breve lista mencionada na tabela 10 do “Apêndice B” desta documentação. No segundo procedimento foi disponibilizado o aplicativo sugerido por (GOBBO *et al.*, 2019) e foi elaborado um manual contendo a ilustração das telas e as instruções de uso do aplicativo para possível familiarização dos avaliadores. No terceiro e quarto procedimentos foi providenciado um documento para auxiliar na realização da avaliação de forma a explicar mecanismos necessários para que fossem criadas e executadas as tarefas. Para tanto, foi solicitada a descrição da avaliação/problema de usabilidade diagnosticado após navegação entre as telas do aplicativo. Dando sequência, no quinto procedimento, foi solicitado a descrição da numeração correspondente à heurística levantada sendo que um problema pode ser classificado em mais de um item (conforme tabela 10 do

“Apêndice B” deste documento). No sexto procedimento orientou-se a atribuição do grau de severidade apresentado no quadro 1.

Quadro 1 – Grau de severidade da heurística

ID	Título	Descrição
0	Sem Importância	Não afeta a operação da interface.
1	Cosmético	Não há necessidade imediata de solução.
2	Simple	Problema de baixa prioridade (pode ser reparado).
3	Grave	Problema de alta prioridade (deve ser reparado).
4	Catastrófico	Muito Grave (deve ser reparado de qualquer forma).

Fonte – Adaptado de Nielsen e Mack (1994).

No sétimo procedimento, o pesquisador responsável por conduzir a execução da inspeção heurística finalizou a avaliação preenchendo o relatório com os dados fornecidos pelos avaliadores (“Apêndice C” deste documento), o qual foram citados 45 problemas de usabilidade.

O quadro 2 apresenta a quantidade de vezes que uma heurística foi violada, ressaltando que um problema observado por um ou mais avaliadores pode violar mais de uma única heurística.

Quadro 2 – Total de violações em cada heurística.

ID	Heurística	Total
1	Visibilidade do status do sistema	10
2	Compatibilidade entre sistema e mundo real	2
3	Controle e liberdade para o usuário	8
4	Consistência e padrões	13
5	Prevenção de erros	7
6	Reconhecimento em lugar de lembrança	8
7	Flexibilidade e eficiência de uso	12
8	Projeto minimalista e estético	1
9	Auxiliar os usuários a reconhecer, diagnosticar e recuperar erros	7
10	Ajuda e Documentação	10
11	Personalização dos itens da tela	4
12	Interface do usuário/protótipos do sistema	10
13	Capacidade de resposta do sistema	10
14	Acompanhe o desempenho das atividades do usuário e repita a atividade	2
15	Uso de multimodalidades para comunicação	1

Fonte – Lóide Sheila dos Santos Moreia, 2020.



Em observação ao quadro 2, as qualidades de usabilidade levantadas foram referentes ao uso de dispositivos e recursos multimídia disponibilizados por meio de imagens, animação e áudio durante a manipulação do aplicativo.

Como sugestões de mudanças e novas funcionalidades, foram levantadas as principais informações que estão apresentadas no quadro 3.

Quadro 3 – Sugestão de melhorias e funcionalidades para o aplicativo.

Sugestão mudança	Nova funcionalidade
S001 - Notificar versão do aplicativo.	F001 - Interface constando imagem para recomendar a inicialização do aplicativo.
S002 - Incentivo para estimulação das crianças através de premiação (troféu ao término de cada nível).	F002 - Interface ( <i>pop-up</i> ) constando auxílio e orientação para cada nível do aplicativo com apoio de áudio.
S003 - Após a conclusão de qualquer nível, redirecionamento do usuário para "Tela de Seleção de Nível".	F003 - Interface constando quantidade de fases para cada nível e porcentagem de execução do nível.
S004 - Armazenamento de dados em sessão para todos os níveis caso haja desistência do aplicativo por parte do usuário. Com isso, não seria necessário repetir todas as fases de um nível em específico.	F004 - Interface constando o <i>help</i> do sistema.
S005 - Armazenamento do histórico de dados de uso do sistema pelo usuário.	-
S006 - Destaque ícone de retorno ao menu.	-
S007 - Personalização de tela em termos de cores e tamanho de letras.	-
S008 - Disponibilização na quantidade de fases de cada nível.	-
S009 - Disponibilização de retorno (voltar) de nível.	-
S010 - Apresentação das letras correspondente ao alfabeto na ordem padrão alfabética.	-
S011 - Alteração das imagens para levantar e sentar no sistema em geral devido a similaridade.	-
S012 - Destacar desempenho do jogador ao longo do aplicativo.	-
S013 - Tratamento de erros por meio de mensagens.	-
S014 - Corrigir duplicidade de áudio referente à imagem correspondente ao nível 2.	-
S015 - Diminuir quantidade de fases do aplicativo.	-
S016 - Ao término de todos níveis, apresentar um placar de pontuações passadas e atuais e uma opção para reiniciar o aplicativo.	-

Assim, a avaliação heurística do aplicativo ACA foi realizada para que estas informações sejam associadas aos resultados do estudo exploratório realizado com os participantes por meio dos testes de usabilidade a ser mencionado na próxima seção.

## 5.2 Avaliação da usabilidade do aplicativo ACA com os participantes

Conforme mencionado anteriormente, para o estudo da usabilidade do aplicativo ACA foram submetidos aos testes de usabilidade um total de 15 crianças e adolescentes com TEA verbais e não verbais, grau de autismo leve, médio/moderado e alto.

Após a obtenção do consentimento dos pais/responsáveis, inicialmente para cada criança e adolescente foram agendadas 5 sessões com duração de 40 minutos com intuito de concluir os cinco níveis do aplicativo ACA. Cada sessão envolveu uma interação triádica entre a criança, o pesquisador e o especialista/psicólogo responsável. Os pais/responsáveis auxiliaram respondendo questionários para entendimento e verificação do perfil de cada participante.

A criança/adolescente sentou-se em frente a uma mesa na qual a câmera foi posicionada frontalmente de forma a gravar seu comportamento. Também foi disponibilizado um *tablet* com o aplicativo ACA e o *software* DU Recorder instalados para gravação da tela e análise posterior da manipulação do aplicativo pelo participante (Figura 48).

Figura 48 – Aplicativo ACA: Participante durante os testes de usabilidade.



Fonte – Lóide Sheila dos Santos Moreira, 2021

A pesquisadora principal sentou-se ao lado da criança/adolescente com o *tablet* e obteve apoio da psicóloga especialista que ficava em uma sala separada durante as sessões.

Quando apresentados ao aplicativo ACA, todos os participantes de grau leve se adaptaram ao aplicativo ACA instalado no *tablet* sem nenhuma dificuldade, os participantes de grau intermediário se adaptaram ao aplicativo ACA porém foi observado que o tempo de dispersão com o ambiente externo foi grande e os participantes de grau alto levaram algum tempo extra para se sentirem confortáveis ao manusear o aplicativo. Durante as sessões de familiarização correspondente ao nível 1, todos os participantes exploraram o aplicativo arrastando o objeto selecionado à figura correspondente sem dificuldades. Eles mostraram vários interesses específicos do autismo ao aplicativo (por exemplo, colocar os olhos muito perto do *tablet*), e recursos de maquinário (por exemplo, dispersão com a câmera frontal). Durante as sessões do aplicativo, os três participantes de grau leve estavam envolvidos na realização das atividades relacionadas ao aplicativo e concluíram todos os cinco níveis do aplicativo correspondente à habilidades diárias, assim como, alfabetização e apesar dos cinco níveis serem longos e cansativos por conter muitas telas correspondente as fases, os participantes concluirão sem dispersar. Dois participantes de grau médio/moderado realizaram todos os cinco níveis do aplicativo correspondente à habilidades diárias e alfabetização, sendo que um participante grau TEA médio/moderado (mesmo com alto índice de dispersão) concluiu todos os níveis e o outro participante grau TEA médio/moderado, apesar de realizar as cinco sessões e passar pelos cinco níveis, desistiu e não conseguiu realizar todas as fases dispersando com frequência elevada.

Referente aos demais, três participantes de grau médio/moderado e três participantes de grau alto conseguiram apenas realizar o nível 1 e o nível 2 do aplicativo ACA correspondente à habilidades da vida diária e todos os seis participantes não concluirão todas as fases do aplicativo. Os participantes de grau alto em algumas sessões estavam focados e em outras sessões houve dispersão com o ambiente externo o que levava à eles se levantarem da cadeira e levou-se mais tempo para auxiliá-los a voltar a atenção para o aplicativo, já os participantes de grau intermediário permaneceram sentados porém com grande dispersão com a câmera frontal ou outros conteúdos contidos no *tablet*. Apresentamos os principais resultados do experimento nos próximos tópicos.

### 5.2.1 Tempo de uso do aplicativo: TEA grau leve e médio/moderado

Conforme mencionado anteriormente e tendo em vista que apenas dois grupos da nossa amostra (grau leve e grau médio/moderado) concluirão todos os cinco níveis do aplicativo, esta amostra formada por cinco participantes foi separada e por meio de análise unicaldal (assumindo a hipótese de que o tempo de uso do aplicativo para o grupo de participantes com grau TEA leve é menor que o tempo de uso de aplicativo para o grupo de participantes com grau TEA médio/moderado), o teste T de Student foi utilizado para analisarmos o tempo de uso no aplicativo (em segundos) conforme os cinco níveis contidos no aplicativo ACA (TEAM, 2021) (FOX; WEISBERG, 2020).

Com isso, foi verificado que para variável N4 (Nível 4 do aplicativo ACA) houve diferença estatisticamente significativa no tempo de uso do aplicativo entre os grupos de participantes com TEA grau leve e médio/moderado, como ilustrado na tabela 1.

Tabela 1 – Teste T de Amostras Independentes: TEA grau leve e médio/moderado

		Estatística	df	p
Tempo de uso do aplicativo: N1 (s)	Student's t	-0.0865	3.00	0.532
Tempo de uso do aplicativo: N2 (s)	Student's t	2.0941	3.00	0.064
Tempo de uso do aplicativo: N3 (s)	Student's t	4.1030	3.00	0.013
Tempo de uso do aplicativo: N4 (s)	Student's t	19.7784	3.00	< 0.001
Tempo de uso do aplicativo: N5 (s)	Student's t	2.4003 <sup>1</sup>	3.00	0.048

*Observação.*  $H_\alpha \mu_{Mdio/Moderado} > \mu_{Leve}$ .

<sup>1</sup> O teste de Levene é significativo ( $p < 0.05$ ), sugerindo uma violação da suposição de variâncias iguais.

Para verificar em qual grupo houve tempo de uso maior ou menor conforme a diferença significativa citada acima, o descritivo dos grupos encontra-se na tabela 2 apresentando que o tempo de uso para os participantes de grau TEA leve foi menor se comparado aos participantes de grau TEA médio/moderado.

Tabela 2 – Descritivos do Grupo: TEA grau leve e médio/moderado

	Grupo	N	Média	Mediana	DP	EP
Tempo de uso do aplicativo: N1 (s)	Médio/Moderado	2	56.5	56.5	7.78	5.50
	Leve	3	59.7	33.0	48.8	28.2
Tempo de uso do aplicativo: N2 (s)	Médio/Moderado	2	582.5	582.5	219.91	155.50
	Leve	3	285.7	265.0	109.5	63.2
Tempo de uso do aplicativo: N3 (s)	Médio/Moderado	2	1032.0	1032.0	181.02	128.00
	Leve	3	546.3	515.0	94.0	54.3
Tempo de uso do aplicativo: N4 (s)	Médio/Moderado	2	1058.5	1058.5	60.10	42.50
	Leve	3	318.7	315.0	26.7	15.4
Tempo de uso do aplicativo: N5 (s)	Médio/Moderado	2	276.0	276.0	182.43	129.00
	Leve	3	40.3	51.0	26.7	15.4

Para análise da homogenidade dos dados, utilizou-se o teste Levene e com isso verificou-se a homogenidade entre os grupos leve e médio/moderado de participantes com TEA, porém houve violação da hipótese no N5 (nível 5 do aplicativo) conforme ilustrado na tabela 3.

Tabela 3 – Teste de Homogeneidade de Variâncias (Levene's): TEA grau leve e médio/moderado

	F	df	df2	p
Tempo de uso do aplicativo: N1 (s)	6.94	1	3	0.078
Tempo de uso do aplicativo: N2 (s)	3.99	1	3	0.140
Tempo de uso do aplicativo: N3 (s)	4.28	1	3	0.130
Tempo de uso do aplicativo: N4 (s)	5.66	1	3	0.098
Tempo de uso do aplicativo: N5 (s)	219.74	1	3	< 0.001

*Observação.* Um baixo valor de p sugere uma violação da hipótese de variações iguais.

Assim, verificou-se que a frequência de tempo de uso do aplicativo entre os participantes é normalmente distribuída de acordo com o teste de normalidade Shapiro-Wilk ilustrado na tabela 4.

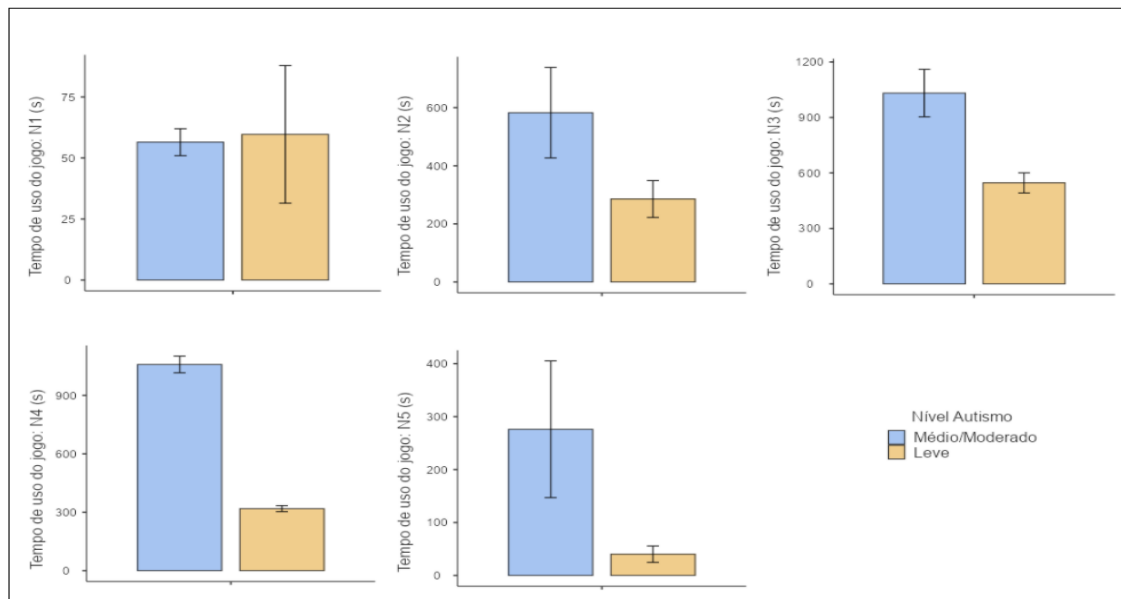
Tabela 4 – Teste de normalidade (Shapiro-Wilk): TEA grau leve e médio/moderado

	W	p
Tempo de uso do aplicativo: N1 (s)	0.874	0.281
Tempo de uso do aplicativo: N2 (s)	0.926	0.571
Tempo de uso do aplicativo: N3 (s)	0.904	0.435
Tempo de uso do aplicativo: N4 (s)	0.953	0.759
Tempo de uso do aplicativo: N5 (s)	0.971	0.880

*Observação.* Um valor de p baixo sugere uma violação da suposição de normalidade.

A análise gráfica entre os grupos comparativos pode ser verificado na figura 49.

Figura 49 – Tempo médio de uso entre os grupos de participantes grau TEA leve e médio/moderado conforme os níveis do aplicativo.



Fonte – Lóide Sheila dos Santos Moreira, 2021

Assim, a análise do tempo de uso para a amostra de participantes com grau TEA alto e médio/moderado constam no próximo tópico.

### 5.2.2 Tempo de uso do aplicativo: TEA grau alto e médio/moderado

Considerando que apenas dois grupos formado por seis participantes (grau alto e grau médio/moderado) concluíram apenas os dois primeiros níveis do aplicativo, foi assumido a hipótese de que o tempo de uso do aplicativo para o grupo de participantes com grau TEA alto é maior que o tempo de uso de aplicativo para o grupo de participantes com grau TEA médio/moderado. Assim, o teste T de Student foi utilizado para analisarmos o tempo de uso no aplicativo (em segundos) conforme os dois níveis realizados por esses participantes. A ilustração destes dados pode ser verificada na tabela 5 sendo que não houve diferença estatisticamente significativa no tempo de uso do aplicativo entre os grupos de participantes (TEAM, 2021) (FOX; WEISBERG, 2020).

Tabela 5 – Teste T de Amostras Independentes: TEA grau alto e médio/moderado

		Estatística	df	p
Tempo de Uso (Segundos) - Nível 1	Student's t	1.520	4.00	0.898
Tempo de Uso (Segundos) - Nível 2	Student's t	0.997	4.00	0.812

*Observação.*  $H_a \mu_{Alto} < \mu_{Mdio/Moderado}$ .

O descritivo dos grupos encontra-se na tabela 6 sendo que o maior tempo de uso do aplicativo para um participante de grau médio/moderado foi maior se comparado aos demais participantes.

Tabela 6 – Descritivos do Grupo: TEA grau alto e médio/moderado

	Grupo	N	Média	Mediana	SD	SE
Tempo de Uso (Segundos) - Nível 1	Alto	2	130	130	56.6	40.0
	Médio/Moderado	4	76.3	86.5	34.0	17.0
Tempo de Uso (Segundos) - Nível 2	Alto	2	897	897	538.1	380.5
	Médio/Moderado	4	528.3	459.0	382.2	191.1

Foi efetuado a análise da homogeneidade entre os grupos alto e médio/moderado de participantes com TEA como ilustrado na figura 7.

Tabela 7 – Teste de Homogeneidade de Variâncias (Levene's): TEA grau alto e médio/moderado

	F	df	df2	p
Tempo de Uso (Segundos) - Nível 1	1.211	1	4	0.333
Tempo de Uso (Segundos) - Nível 2	0.515	1	4	0.513

*Observações.* Um valor de p baixo sugere uma violação da suposição de variâncias iguais.

Conforme a tabela 8, foi verificado que os dados possuem distribuição normal.

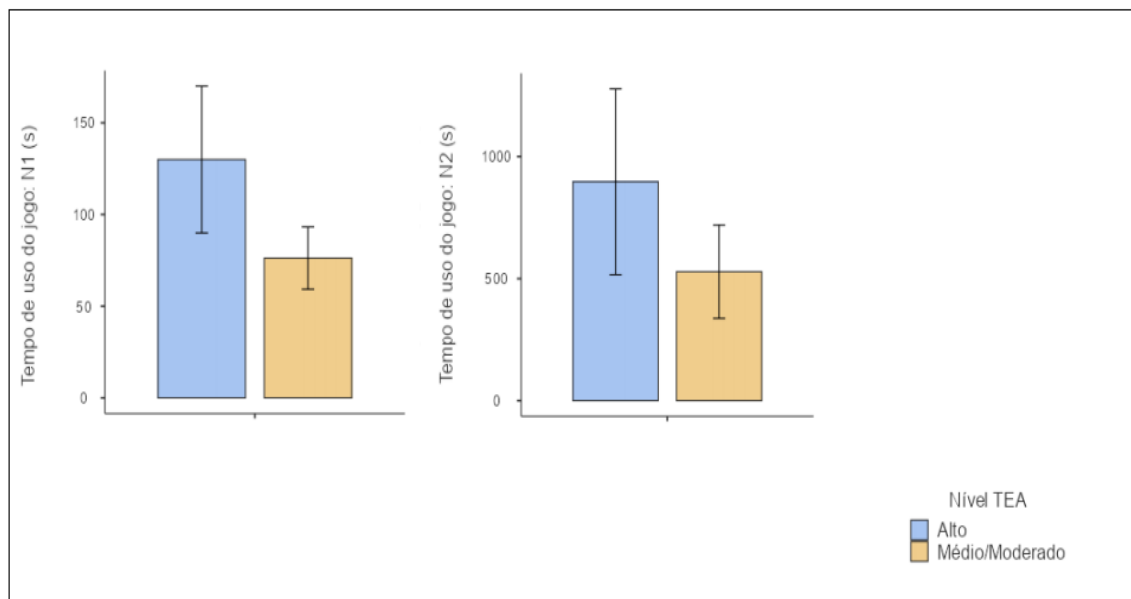
Tabela 8 – Teste de normalidade (Shapiro-Wilk): TEA grau alto e médio/moderado

	W	p
Tempo de Uso (Segundos) - Nível 1	0.888	0.309
Tempo de Uso (Segundos) - Nível 2	0.844	0.141

*Observações.* Um valor de p baixo sugere uma violação da suposição de normalidade.

O tempo médio de uso do aplicativo entre os grupos de participantes grau alto e médio/alto pode ser apresentado na análise gráfica da figura 50.

Figura 50 – Tempo médio de uso entre os grupos de participantes grau TEA alto e médio/moderado conforme os níveis do aplicativo.



Fonte – Lóide Sheila dos Santos Moreira, 2021

No próximo tópico são relatadas as considerações deste capítulo.

### 5.3 Considerações inerentes ao capítulo

Neste capítulo, foram abordados os resultados da avaliação heurística e os resultados da avaliação com os participantes durante os testes “*in loco*”.

Por meio da avaliação heurística foram analisadas as inspeções feitas pelos especialistas e fornecidas uma série de melhorias, assim como, novas sugestões de desenvolvimento para o aplicativo educacional ACA. Já com os insumos obtidos durante os testes de usabilidade com os participantes, foram analisados o tempo de uso do aplicativo ACA conforme seus níveis por meio do teste T de Student tanto para os grupos que concluíram todos os cinco níveis do aplicativo correspondente às habilidades de vida diária e alfabetização (grau TEA leve e médio/moderado), quanto para os grupos que concluíram apenas os dois primeiros níveis do aplicativo correspondente às habilidades de vida diária (grau TEA alto e médio/moderado).

Com isso, pode-se observar que todos os participantes de grau leve conseguiram concluir os cinco níveis do aplicativo sem dificuldades ou dispersões, a maioria dos participantes de grau médio/moderado possuíam dispersões para outros conteúdos do celular/*tablet* e concluíram dois níveis correspondentes as habilidades de vida diária com a intervenção



e apoio da pesquisadora principal e da psicóloga (no mesmo índice de dispersão dois participantes de grau médio/moderado concluíram todos os níveis do aplicativo) e os participantes de grau alto concluíram (também com apoio) o nível 1 do aplicativo considerada a atividade mais básica e ao realizar o nível 2 do aplicativo, não conseguiram concluir todas as fases. Em suma, pode-se verificar diferença estatisticamente significativa no tempo de uso do aplicativo entre os grupos de participantes com TEA grau leve e médio/moderado de TEA, indicando tempo de uso do aplicativo menor para participantes de grau leve.

Assim, no próximo capítulo pode-se comparar os resultados da avaliação heurística com os testes de usabilidade e na sequência foram elaboradas as diretrizes de projeto.

## 6 Diretrizes de projeto

Neste capítulo, são relatadas as diretrizes de projeto geradas seguindo o *template* GoF e de acordo como os insumos obtidos por meio da comparação dos resultados da avaliação heurística com os testes de usabilidade.

### 6.1 Recomendações

Por meio dessa base comparativa, um total de quatro diretrizes foram elaboradas sendo recomendadas a seguir.

#### 1 - Diretriz correspondente a dispersões para conteúdos externos

A primeira diretriz esta associada à dispersões para conteúdos externos e é apresentada abaixo:

- **Nome do padrão:** Dispersões para conteúdos de dispositivos externos ao aplicativo.
- **Intenção:** Diminuir índice de dispersão.
- **Motivação:** As crianças/adolescentes com autismo, principalmente de grau médio/moderado, possuem alto nível de dispersão para outros conteúdos do dispositivo (*youtube*, fotos, aplicativos, etc.).
- **Aplicabilidade:** Essa diretriz indica que os aplicativos direcionados a esse público no quesito aprendizagem devem conter parâmetros para fixação da tela do aplicativo impedindo que o usuário saia da tela, de modo que seja aumentada a concentração e diminuído o índice de distração.
- **Implementação:** Analisando os dados do teste de usabilidade e associando com as informações da avaliação heurística realizada, para sanar este problema recomenda-se a parametrização, armazenamento de sessão e histórico de log ao desenvolver aplicativos/sistemas para este público conforme itens 15, 14 e 30 recomendados heurísticamente na tabela 11.

## 2 - Diretriz correspondente a estruturação dos níveis do aplicativo

A segunda diretriz esta associada a estruturação dos níveis do aplicativo e é apresentada abaixo:

- **Nome do padrão:** Estruturação das telas do aplicativo.
- **Intenção:** Estruturar e diminuir as fases do aplicativo.
- **Motivação:** Considerando os participantes que realizaram todas as etapas do aplicativo e a diferença estatisticamente significativa no tempo de uso do aplicativo em relação as crianças/adolescentes de grau leve se comparados as crianças/adolescentes de grau médio/moderado, os participantes com autismo, principalmente grau leve, são geralmente considerados pensadores, focados e aprendizes altamente visuais.
- **Aplicabilidade:** Essa diretriz indica que os aplicativos direcionados ao público de grau TEA leve no quesito aprendizagem podem conter conteúdo mais desafiador e devem conter em seus níveis de aplicativo um número reduzido e adequado de telas impedindo que o usuário sinta-se entediado. Neste caso estimulações como premiações e aumento considerável no grau de dificuldade dos níveis são indicadas.
- **Implementação:** Analisando os dados dos testes de usabilidade e associando com as informações da avaliação heurística realizada, para sanar este problema recomenda-se a limitação do número de fases do aplicativo, incentivos auditivos aos usuários (não somente mencionar a descrição dos objetos), premiações entre as fases, percentagem de conclusão e desempenho do usuário e o desenvolvimento de novas fases aumentando assim o desafio para este público de grau TEA leve conforme itens 4 a 13, 18, 23 e 40 recomendados heurísticamente na tabela 11.

## 3 - Diretriz correspondente a repetição das fases contidas nos níveis do aplicativo

A terceira diretriz esta associada a repetição das fases contidas nos níveis do aplicativo e é apresentada abaixo:

- **Nome do padrão:** Repetição das fases do aplicativo.
- **Intenção:** Em decorrência das atividades executadas durante os testes de usabilidade neste experimento, as crianças/adolescentes com autismo grau alto, leve e médio/moderado tenderam a se envolver em atividades repetitivas e um participante

apresentou ecolalia durante as orientações de áudio do aplicativo. Esse comportamento é característico do participante, mas inicialmente o mesmo mostrou-se introspectivo e apresentou a ecolalia no momento que estava bem inteirado com o manuseio e atividades propostas pelo aplicativo. Este aspecto foi considerado positivo embasando-se no momento o qual a ecolalia foi apresentada, porém essa característica não possui classificador pois é um comportamento esperado de determinadas pessoas com TEA.

- **Motivação:** Crianças/adolescentes com autismo geralmente se identificam com repetições e podem se envolver em atividades repetitivas.
- **Aplicabilidade:** Essa diretriz indica que os aplicativos direcionados ao público grau de autismo alto, leve e médio/moderado no quesito aprendizagem podem conter conteúdo mais flexíveis em seus níveis de aplicativo possibilitando que o usuário repita as atividades propostas. Neste caso estimulações como flexibilização e parametrização de telas são indicadas.
- **Implementação:** Analisando os dados do teste de usabilidade e associando com as informações da avaliação heurística realizada, para sanar este problema recomenda-se possibilitar o retorno (voltar as telas) referente às fases/níveis do aplicativo, a apresentação da transição entre as fases, ou seja, ao passar de fase recomendar ao usuário por meio de apresentação visual para que não haja confusão durante o manuseio do aplicativo, permitir que os usuários recomecem o aplicativo quando necessário por meio do armazenamento das fases em sessão, orientar os terapeutas a auxiliá-los com aplicativo durante as repetições por meio de disponibilização de tutorial inteligente conforme itens 17, 19, 31 e 32 recomendados heurísticamente na tabela 11.

#### 4 - Diretriz correspondente a estimulações verbais nas fases contidas nos níveis do aplicativo

A quarta diretriz esta associada a estimulações verbais nas fases contidas nos níveis do aplicativo e é apresentada abaixo:

- **Nome do padrão:** Estimulação verbal nas fases do aplicativo.
- **Intenção:** Em decorrência das atividades executadas durante os testes de usabilidade, neste experimento foi observado que os participantes especificamente com autismo

grau leve e médio/moderado foram fortemente movidos por estímulos verbais da pesquisadora e da psicóloga. Assim, o ideal seria implementar esse recurso a aplicativos e observar o comportamento da criança/adolescente ao estímulo verbal após a tecnologia de áudio implementada.

- **Motivação:** Crianças/adolescentes com autismo grau leve e médio/moderado, assim como as crianças neurotípicas, são movidas pelo apoio de estímulos verbais externos.
- **Aplicabilidade:** Essa diretriz indica que os aplicativos direcionados ao público grau de autismo leve e médio/moderado no quesito aprendizagem podem conter conteúdo com estímulos verbais nas atividades propostas. Neste caso estimulações de áudio são indicadas.
- **Implementação:** Analisando os dados do teste de usabilidade e associando com as informações da avaliação heurística realizada, para sanar este problema recomenda-se permitir reforços com estímulos de recursos auditivos adequados e orientações conforme itens 5, 22 e 24 recomendados heurísticamente na tabela 11.

## 6.2 Considerações inerentes ao capítulo

As diretrizes de projeto apoiam um projeto de IHC por recomendarem soluções para problemas práticos comuns. O principal desafio deste estudo foi elaborar tais diretrizes para um público com características específicas os quais podemos destacar a não verbalização ou não reciprocidade quanto as dificuldades ou indicações de melhorias ao uso de um aplicativo educacional. Para sanar tal desafio, foi fundamental as atividades de análise do cenário, *design*, avaliação e aplicação de técnicas para entendimento dos anseios e necessidades desse público que se enquadra dentro do perfil espectro autista. Tais atividades possibilitaram a recomendação de quatro diretrizes de projeto específicas para essa população conforme os resultados de observações realizadas durante os testes de usabilidade e avaliação heurística do aplicativo ACA. No próximo capítulo são apresentadas as considerações finais da dissertação.

## 7 Considerações finais

Neste estudo, foi apresentada uma pesquisa com o propósito de propor diretrizes de projeto a partir da comparação de resultados da avaliação de usabilidade, por inspeção e por observação, de um aplicativo educacional (ACA), considerando pessoas com TEA como público-alvo.

Inicialmente, foi necessário realizar um levantamento bibliográfico para o embasamento teórico da pesquisa. Parte desta documentação levantada serviu como apoio para um melhor entendimento sobre o autismo, para elaboração do capítulo de introdução, assim como para elaboração do capítulo de conceitos fundamentais. Por meio do levantamento obtido e de documentações provenientes de orientação, foi possível elaborar o capítulo referente ao levantamento bibliográfico e dar início ao desenvolvimento da revisão sistemática da literatura (RSL).

Foram identificadas lacunas associadas à limitação de estudos sobre a usabilidade de tecnologias móveis na área de educação destinadas a pessoas com deficiência, ausência de diretrizes de projeto bem estabelecidas para aplicativos direcionados à pessoas com TEA, necessidade de estudos comparativos abrangendo princípios de *design* confiáveis, desafios com a avaliação da tecnologia associadas a natureza do autismo em diferentes faixas etárias (ausência de estudos), tamanhos pequenos de amostras (não sendo um problema para participantes com deficiência pois cada caso é único) e durações limitadas de estudo. Com intenção de preenchê-las, a RSL foi elaborada como intuito de identificar e analisar os métodos e técnicas existentes para definir diretrizes de usabilidade de tecnologia assistiva para pessoas com TEA. Como resultado obtido durante a elaboração da revisão sistemática, poucos estudos utilizaram o método de *design* centrado no humano. Assim, utilizamos este método em nossa pesquisa e foi elaborado o capítulo de metodologia da pesquisa. Para tanto, vale salientar na acessibilidade a importância de evitar o risco de comprometer o foco no usuário proposto pelas teorias de *design* centrado no humano ao generalizar os usuários com deficiência como vítimas incapazes de resolver seus próprios problemas e conferir um papel paterno ao *designer* (LIMA; ALMEIDA, 2016). Também, podemos ressaltar a importância ao escrever textos técnicos que promovam o empoderamento de pessoas com deficiência como um passo importante para a inclusão social de pessoas com necessidades e condições diversas (LIMA; LEITE; ALMEIDA, 2017).

Como foco principal a metodologia buscou apresentar um estudo exploratório seguindo o método de *design* centrado no humano obedecendo as fases de planejamento; avaliação pelo comitê de ética; avaliação heurística do aplicativo; compreensão do cenário, mapeamento do escopo; execução da proposta; e análise e comparação dos resultados dos métodos de avaliação por inspeção e por observação. Deste modo foi feita a elaboração das diretrizes de projeto.

No início da pesquisa “*in-loco*”, foi aplicado um formulário direcionado a especialista e aos responsáveis pelos participantes do projeto PIPA. Por meio da aplicação da técnica de Personas, foi realizada a compreensão e especificação do contexto de uso. Com isso, foi possível identificar e caracterizar o perfil dos usuários, elaborar as fases de mapeamento do escopo e realizar ciclicamente as demais fases do processo proposto na pesquisa ilustrado na figura 12.

Como resultado de pesquisa, por meio de avaliação heurística realizada por cinco avaliadores, pôde-se levantar insumos como sugestões de mudanças e novas funcionalidades para o aplicativo ACA (Aprendendo com Comunicação Alternativa), um aplicativo educacional destinado ao apoio na alfabetização e atividades rotineiras de crianças com Transtorno do Espectro Autista (TEA). A partir desses insumos, foi realizada uma comparação e entre a avaliação heurística e os testes de usabilidade aplicados na pesquisa “*in loco*” que ocorreu no Projeto de Integração Pró-Autista (PIPA). Assim, um total de quatro diretrizes de projeto foram recomendadas.

### 7.1 Contribuição

Além da contribuição acadêmica, com esta pesquisa é esperada a contribuição social de fornecer tratamentos terapêuticos interventivos e não invasivos por meio de aplicativos que seguem padrões de *design* e usabilidade para atender as necessidades de pessoas com diagnóstico de TEA.

Como contribuição tecnológica, espera-se fornecer o desenvolvimento e melhorias de novas tecnologias que atendam a população portadora de TEA e auxilie projetistas e desenvolvedores por intermédio das diretrizes estabelecidas.

## 7.2 Limitações

O principal objetivo desse trabalho foi propor diretrizes para o desenvolvimento e melhorias de novos projetos sistêmicos (no caso aplicativos educacionais) específicos para o público com TEA. Assim, com apoio da avaliação heurística e dos testes de usabilidade conseqüentemente foi realizada a observação do manuseio do aplicativo ACA. Houve limitação nos resultados e no número de diretrizes recomendadas. Devido ao período pandêmico (Covid-19) por qual esta pesquisa passou, houve desistência dos participantes e várias interrupções entre as sessões realizadas como o afastamento dos participantes das atividades oferecidas pelo centro terapêutico estabelecido por órgãos governamentais em diversos momentos. Com isso foi sugerida a aplicação da pesquisa em modalidade encontro *online* com os responsáveis pelas crianças e adolescentes, o qual inicialmente ocorria presencialmente. Alguns responsáveis acompanharam os participantes sem dificuldades e outros relataram dificuldades em fazer o acompanhamento durante os encontros *online*. Podemos considerar que as atividades realizadas presencialmente pela pesquisadora principal junto à psicóloga foram mais produtivas e que o cenário pandêmico limitou os resultados obtidos durante o estudo.

## 7.3 Trabalhos Futuros

Considerando que poucos estudos abordaram sobre prêmios ou recompensas durante as atividades do aplicativo, sugerimos como trabalhos futuros a assimilação desse parâmetro a uma futura proposta de solução tecnológica.

Também podemos recomendar que no decorrer do desenvolvimento de novos projetos ou melhorias de aplicativos sejam armazenadas informações sobre o tempo de uso do aplicativo, quantidade de erros e acertos durante a execução das fases, semelhante a sugestão de implementação da diretriz correspondente à estruturação dos níveis do aplicativo. Dessa forma, essas informações poderiam ser enviadas a uma base de dados específica e com isso seria possível disponibilizar o aplicativo para terapeutas de diversos centros especializados em TEA para que de forma autônoma fossem realizadas as sessões com os usuários ampliando a amostra para o tratamento dos dados e resultados.

Foi observado que ao manipular o nível 1 do aplicativo ACA com o apoio de estímulos verbais os participantes com TEA grau alto conseguiram concluir o nível, com



isso recomenda-se como trabalho futuro que atividades associadas ao nível 1 do aplicativo ACA (acrescentado de áudio de apoio/motivacional) seja desenvolvido e oferecido a esse público em específico. Ainda para este perfil de participante, conforme verificado em outra pesquisa levantada (BAI; BLACKWELL; COULOURIS, 2015), crianças e adolescentes com grau alto de TEA identificam-se com brincadeiras de veículos e nestes casos a tecnologia imersiva proporcionaria uma visão lúdica com esse tema e talvez o público com este grau de TEA ficariam mais envolvidos com o ambiente.

Finalizando, sugere-se pesquisas longitudinais com foco em autismo.

## Referências

- ALI, M. R.; RAZAVI, S. Z.; LANGEVIN, R.; MAMUN, A. A.; KANE, B.; RAWASSIZADEH, R.; SCHUBERT, L. K.; HOQUE, E. A virtual conversational agent for teens with autism spectrum disorder: Experimental results and design lessons. In: *Proceedings of the 20th ACM International Conference on Intelligent Virtual Agents*. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2020. p. 1–8. Citado 3 vezes nas páginas 50, 52 e 112.
- ARSHAD, M. B.; SARWAR, M. F.; ZAIDI, M. F.; SHAHID, S. East: Early autism screening tool for preschoolers. In: *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. [S.l.]: Association for Computing Machinery, 2020. p. 1–14. Citado 2 vezes nas páginas 50 e 112.
- BAI, Z.; BLACKWELL, A. F.; COULOURIS, G. Using augmented reality to elicit pretend play for children with autism. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, v. 21, n. 5, p. 598–610, 2015. Citado 6 vezes nas páginas 20, 21, 49, 51, 104 e 112.
- BERNARDINI, S.; PORAYSKA-POMSTA, K.; SMITH, T. J. Echoes: An intelligent serious game for fostering social communication in children with autism. *Information Sciences*, v. 264, p. 41–60, 2014. Citado na página 19.
- 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: *Proceedings of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. [S.l.]: ACM, 2016. p. 4872–4883. Citado 2 vezes nas páginas 49 e 112.
- BOYD, L. E.; RINGLAND, K. E.; HAIMSON, O. L.; FERNANDEZ, H.; BISTARKEY, M.; HAYES, G. R. Evaluating a collaborative ipad game’s impact on social relationships for children with autism spectrum disorder. *ACM Trans. Access. Comput.*, Association for Computing Machinery, v. 7, n. 1, 2015. Citado 4 vezes nas páginas 36, 49, 51 e 112.
- BOZGEYIKLI, L.; BOZGEYIKLI, E.; RAIJ, A.; ALQASEMI, R.; KATKOORI, S.; DUBEY, R. Vocational rehabilitation of individuals with autism spectrum disorder with virtual reality. *ACM Trans. Access. Comput.*, Association for Computing Machinery, v. 10, n. 2, p. 1–25, 2017. Citado 4 vezes nas páginas 35, 49, 51 e 112.
- BOZGEYIKLI, L. L.; BOZGEYIKLI, E.; KATKOORI, S.; RAIJ, A.; ALQASEMI, R. Effects of virtual reality properties on user experience of individuals with autism. *ACM Trans. Access. Comput.*, v. 11, n. 4, p. 22:1–22:27, 2018. Citado 5 vezes nas páginas 20, 21, 23, 50 e 112.
- BRASIL. *LEI Nº 12.764, DE 27 DE DEZEMBRO DE 2012. Institui a Política Nacional de Proteção dos Direitos da Pessoa com Transtorno do Espectro Autista; e altera o § 3º do art. 98 da Lei nº 8.112, de 11 de dezembro de 1990*. 2012. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2012/Lei/L12764.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12764.htm)>. Citado na página 19.
- BRASIL. *LEI Nº 13.146, DE 6 DE JULHO DE 2015. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência)*. 2015. Disponível em:

<[http://www.planalto.gov.br/CCIVIL\\_03/\\_Ato2015-2018/2015/Lei/L13146.htm](http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/_Ato2015-2018/2015/Lei/L13146.htm)>. Citado 3 vezes nas páginas 19, 35 e 36.

BRAZ, P.; RAPOSO, A.; SOUZA, C. S. de. Uso de design probes no design de tecnologias para terapeutas de crianças com autismo. In: *Proceedings of the 13th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*. [S.l.]: Sociedade Brasileira de Computação, 2014. p. 140—149. Citado 2 vezes nas páginas 51 e 112.

CANO, S.; PALTA, A.; POSSO, F.; nORY, V. M. PeñeTowards designing a serious game for literacy in children with moderate cognitive disability. In: *Proceedings of the XVIII International Conference on Human Computer Interaction*. [S.l.]: Association for Computing Machinery, 2017. p. 1–5. Citado 4 vezes nas páginas 50, 51, 52 e 112.

CASTRO, T.; CASTRO, A.; LIMA, D.; BJORN, P. Model playground for autistic children: Teaching social skills through tangible collaboration. In: *2017 IEEE 17th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)*. [S.l.]: 2017, 2017. p. 441–445. Citado 2 vezes nas páginas 49 e 112.

CEP, C. de Ética em P. *Cômite de Ética de Pesquisa em seres Humanos EACH*. 2020. Disponível em: <<http://www5.each.usp.br/apresentacao-cep/>>. Citado na página 56.

CHEIRAN, J. F. P.; PIMENTA, M. S. "eu também quero jogar!": Reavaliando as práticas e diretrizes de acessibilidade em jogos. In: *Proceedings of the 10th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems and the 5th Latin American Conference on Human-Computer Interaction*. [S.l.]: Brazilian Computer Society, 2011. p. 289—297. Citado 2 vezes nas páginas 50 e 112.

COLETI, T. A. *Um ambiente de avaliação da usabilidade de software apoiado por técnicas de processamento de imagens e reconhecimento de fala*. São Paulo, Brasil: [s.n.], 2013. Citado na página 27.

COLETI, T. A.; MORANDINI, M.; NUNES, F. de Lourdes dos S. Ergosv: An environment to support usability evaluation using face and speech recognition. In: *Human-Computer Interaction. Theories, Methods, and Tools*. [S.l.]: Springer International Publishing, 2014. p. 554–564. Citado 2 vezes nas páginas 30 e 32.

CONSTANTIN, A.; HOURCADE, J. P. Toward a technology-based tool to support idea generation during participatory design with children with autism spectrum disorders. In: *Proceedings of the 20th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*. [S.l.]: Association for Computing Machinery, 2018. p. 385—387. Citado 3 vezes nas páginas 50, 51 e 112.

COOK, A. M. The future of assistive technologies: A time of promise and apprehension. In: *Proceedings of the 12th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*. [S.l.]: ACM, 2010. p. 1–2. Citado na página 19.

DIX, A.; FINLAY, J. E.; ABOWD, G. D.; BEALE, R. *Human-Computer Interaction (3rd Edition)*. [S.l.]: Prentice-Hall, Inc., 2003. Citado 3 vezes nas páginas 31, 32 e 33.

ESCOBEDO, L.; NGUYEN, D. H.; BOYD, L.; HIRANO, S.; RANGEL, A.; GARCIA-ROSAS, D.; TENTORI, M.; HAYES, G. Mosoco: A mobile assistive tool to support children with autism practicing social skills in real-life situations. In: *Proceedings of the*

- SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. [S.l.]: ACM, 2012. p. 2589–2598. Citado na página 21.
- FAKHOURY, M. Autistic spectrum disorders: A review of clinical features, theories and diagnosis. *International Journal of Developmental Neuroscience*, v. 43, p. 70–77, 2015. Citado na página 19.
- FAN, M.; ANTLE, A. N.; HOSKYN, M.; NEUSTAEDTER, C.; CRAMER, E. S. Why tangibility matters: A design case study of at-risk children learning to read and spell. In: . [S.l.]: ACM, 2017. p. 1805–1816. Citado 2 vezes nas páginas 50 e 112.
- FOX, J.; WEISBERG, S. *car: Companion to Applied Regression*. 2020. <<https://cran.r-project.org/package=car>>. R package. Citado 2 vezes nas páginas 91 e 93.
- GAMMA, E.; HELM, R.; JOHNSON, R. E.; VLISSIDES, J. *Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software*. [S.l.]: Addison-Wesley, 1995. Citado 3 vezes nas páginas 22, 34 e 70.
- GIBSON, R. C.; BOUAMRANE, M.-M.; DUNLOP, M. Design requirements for a digital aid to support adults with mild learning disabilities during clinical consultations: Qualitative study with experts. *JMIR Rehabil Assist Technol*, v. 6, n. 1, p. e10449, 2019. Citado 2 vezes nas páginas 49 e 112.
- GOBBO, M.; BARBOSA, C.; MORANDINI, M.; MAFORT, F. Aplicativo para ganho de vocabulário e auxílio na alfabetização destinado às crianças com transtorno do espectro autista. *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE)*, v. 30, n. 1, 2019. Citado 21 vezes nas páginas 20, 23, 36, 37, 38, 39, 40, 52, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 85 e 86.
- GROUP, N. N. *How to Conduct a Heuristic Evaluation*. 1994. Disponível em: <<https://www.nngroup.com/articles>>. Citado 2 vezes nas páginas 29 e 30.
- GROUP, T. H. *Ganf of Four Template*. 2021. Disponível em: <<https://hillside.net/index.php/gang-of-four-template>>. Citado na página 70.
- HAYES, G. R.; HIRANO, S.; MARCU, G.; MONIBI, M.; NGUYEN, D. H.; YEGANYAN, M. Interactive visual supports for children with autism. *Personal and Ubiquitous Computing*, v. 14, n. 7, p. 663–680, 2010. Citado 4 vezes nas páginas 49, 50, 52 e 112.
- HELANDER, M. G.; LANDAUER, T. K.; PRABHU, P. V. *Handbook of Human-Computer Interaction*. 2nd. ed. [S.l.]: Elsevier Science Inc., 1997. Citado na página 19.
- HIRANO, S. H.; YEGANYAN, M. T.; MARCU, G.; NGUYEN, D. H.; BOYD, L. A.; HAYES, G. R. vsked: Evaluation of a system to support classroom activities for children with autism. In: *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. [S.l.]: ACM, 2010. p. 1633–1642. Citado na página 112.
- HOLTZBLATT, K.; BEYER, H. *Contextual Design, Second Edition: Design for Life*. 2nd. ed. [S.l.]: Morgan Kaufmann Publishers Inc., 2017. Citado na página 25.
- HONG, H.; KIM, J. G.; ABOWD, G. D.; ARRIAGA, R. I. Designing a social network to support the independence of young adults with autism. In: *Proceedings of the ACM 2012 Conference on Computer Supported Cooperative Work*. [S.l.]: Association for Computing Machinery, 2012. p. 627–636. Citado 3 vezes nas páginas 50, 51 e 112.

- HULL, D.; PETTIFER, S.; KELL, D. Defrosting the digital library: Bibliographic tools for the next generation web. *PLoS computational biology*, v. 4, p. e1000204, 2008. Citado na página 43.
- ISO, I. O. for S. *ISO 9241-11: Ergonomic Requirements for Office Work with Visual Display Terminals*. 1998. Citado na página 18.
- ISO, I. O. for S. *ISO 9241-210: Ergonomics of human-system interaction*. 2011. Citado 3 vezes nas páginas 9, 25 e 54.
- ISO/IEC, I. O. for S. *ISO/IEC 9126. Software engineering – Product quality*. 1991. Citado 2 vezes nas páginas 18 e 25.
- ISO/IEC, I. O. for S. *ISO/IEC 25010. Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — System and software quality models*. 2011. Citado na página 18.
- KHOWAJA, K.; SALIM, S. S. Heuristics to evaluate interactive systems for children with autism spectrum disorder (asd). *PLOS ONE*, Public Library of Science, v. 10, n. 7, p. 1–27, 2015. Citado 3 vezes nas páginas 55, 85 e 115.
- KITCHENHAM, B. *Procedures for Performing Systematic Reviews. Joint Technical Report, TR/SE-0401 and NICTA 0400011T.1, Keele University*. 2004. Citado na página 38.
- LI, J.; DAVISON, D.; ALCORN, A.; WILLIAMS, A.; DIMITRIJEVIC, S. B.; PETROVIC, S.; CHEVALIER, P.; SCHADENBERG, B.; AINGER, E.; PELLICANO, L.; EVERS, V. Non-participatory user-centered design of accessible teacher-teleoperated robot and tablets for minimally verbal autistic children. In: *Proceedings of the 13th ACM International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments*. [S.l.]: Association for Computing Machinery, 2020. p. 1–9. Citado 3 vezes nas páginas 50, 52 e 112.
- LIMA, B. A. V.; ALMEIDA, L. D. A. *The Tyrants, Heroes and Victims Narrative in Accessibility Tracks Papers of the Brazilian Symposium on Human Factors in Computer Systems*. [S.l.]: Association for Computing Machinery, 2016. 1–10 p. Citado na página 101.
- LIMA, B. A. V.; LEITE, P. da S.; ALMEIDA, L. D. A. Writing towards promoting the empowerment of persons with disabilities in digital inclusion texts. In: *Proceedings of the XVI Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*. [S.l.]: Association for Computing Machinery, 2017. p. 1–10. Citado na página 101.
- MAGATON, H. C.; BIM, S. A. The use of educational applications by children with autistic spectrum disorder: A case of study. In: *Proceedings of the XVI Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*. [S.l.]: Association for Computing Machinery, 2017. Citado 2 vezes nas páginas 49 e 112.
- MALINVERNI, L.; MORA-GUIARD, J.; PADILLO, V.; VALERO, L.; HERVÁS, A.; PARES, N. An inclusive design approach for developing video games for children with autism spectrum disorder. *Computers in Human Behavior*, v. 71, p. 535 – 549, 2017. Citado 2 vezes nas páginas 51 e 112.

- MELO, A.; SANTOS, J.; RIVERO, L.; BARRETO, R. Searching for preferences of autistic children to support the design of user interfaces. In: *Proceedings of the XVI Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*. [S.l.]: Association for Computing Machinery, 2017. p. 1–10. Citado 4 vezes nas páginas 33, 50, 51 e 112.
- MELO, A. H. d. S.; RIVERO, L.; SANTOS, J. S. d.; BARRETO, R. d. S. Personaut: A personas model for people with autism spectrum disorder. In: *Proceedings of the 19th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*. [S.l.]: Association for Computing Machinery, 2020. p. 1–6. Citado 5 vezes nas páginas 33, 50, 61, 62 e 112.
- MINTZ, J.; BRANCH, C.; MARCH, C.; LERMAN, S. Key factors mediating the use of a mobile technology tool designed to develop social and life skills in children with autistic spectrum disorders. *Computers & Education*, v. 58, n. 1, p. 53–62, 2012. Citado 3 vezes nas páginas 24, 50 e 112.
- NIELSEN, J. *Usability Engineering*. 1nd. ed. [S.l.]: Morgan Kaufmann Publishers Inc., 1993. Citado 4 vezes nas páginas 18, 26, 28 e 30.
- NIELSEN, J.; LANDAUER, T. K. A mathematical model of the finding of usability problems. In: *Proceedings of the INTERACT '93 and CHI '93 Conference on Human Factors in Computing Systems*. [S.l.]: Association for Computing Machinery, 1993. p. 206—213. Citado 2 vezes nas páginas 28 e 29.
- NIELSEN, J.; MACK, R. L. *Usability Inspection Methods*. [S.l.]: John Wiley and Sons, Inc., 1994. Citado 5 vezes nas páginas 27, 28, 85, 87 e 115.
- NIELSEN, J.; MOLICH, R. Heuristic evaluation of user interfaces. In: *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. [S.l.]: Association for Computing Machinery, 1990. p. 249—256. Citado na página 28.
- NORMAN, D. *The design of everyday things: Revised and expanded edition*. [S.l.]: New York : Basic Books, 2013. Citado na página 26.
- PARK, J. H.; ABIRACHED, B.; ZHANG, Y. A framework for designing assistive technologies for teaching children with asds emotions. In: *CHI '12 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*. [S.l.]: ACM, 2012. p. 2423–2428. Citado 5 vezes nas páginas 19, 20, 36, 50 e 112.
- PIPA, P. de I. P.-A. *História*. 2020. Disponível em: <<http://www.enkyo.org.br/unidades/historia-c347-c347/>>. Citado na página 56.
- RADU, I.; MACINTYRE, B.; LOURENCO, S. Comparing children's crosshair and finger interactions in handheld augmented reality: Relationships between usability and child development. In: *Proceedings of the The 15th International Conference on Interaction Design and Children*. [S.l.]: ACM, 2016. p. 288–298. Citado 3 vezes nas páginas 20, 50 e 112.
- SHARMIN, M.; HOSSAIN, M. M.; SAHA, A.; DAS, M.; MAXWELL, M.; AHMED, S. From research to practice: Informing the design of autism support smart technology. In: *Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. [S.l.]: Association for Computing Machinery, 2018. p. 1—16. Citado 4 vezes nas páginas 21, 39, 40 e 53.

SILVA, G. F. M.; SALGADO, L. C. de C.; RAPOSO, A. B. Metáforas de perspectivas culturais na (re) definição de padrões de colaboração de um jogo de multi-toque para usuários com autismo. In: *Proceedings of the 12th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*. [S.l.]: Brazilian Computer Society, 2013. p. 112—121. Citado na página 21.

SOYSA, A. I.; MAHMUD, A. A. Assessing tablet applications focused on social interactions: What functionalities do sri lankan practitioners want for children with asd? In: *Proceedings of the 30th Australian Conference on Computer-Human Interaction*. [S.l.]: Association for Computing Machinery, 2018. p. 32—41. Citado 3 vezes nas páginas 50, 51 e 112.

TAN, J. L.; GOH, D. H.-L.; ANG, R. P.; HUAN, V. S. Child-centered interaction in the design of a game for social skills intervention. *Comput. Entertain.*, ACM, v. 9, n. 1, p. 2:1–2:17, 2011. Citado 2 vezes nas páginas 49 e 112.

TEAM, R. C. *R: A Language and environment for statistical computing*. 2021. <<https://cran.r-project.org>>. Version 4.0, Computer software. Citado 2 vezes nas páginas 91 e 93.

VALENTE, E. C. *Padrões de interação e usabilidade*. Campinas, Brasil: [s.n.], 2004. Citado na página 35.

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*, v. 55, p. 310–321, 2016. Citado 3 vezes nas páginas 49, 51 e 112.

WELCH, K. C.; LAHIRI, U.; WARREN, Z.; SARKAR, N. An approach to the design of socially acceptable robots for children with autism spectrum disorders. *International Journal of Social Robotics*, v. 2, n. 4, p. 391–403, 2010. Citado 3 vezes nas páginas 19, 50 e 112.

WHO, W. H. O. *ICD-11 : International Statistical Classification of Diseases: 11th revision*. 2019. Disponível em: <<https://icd.who.int/en/>>. Citado na página 19.

WONG-VILLACRES, M.; EHSAN, U.; SOLOMON, A.; BUIL, M. P.; DISALVO, B. Design guidelines for parent-school technologies to support the ecology of parental engagement. In: *Proceedings of the 2017 Conference on Interaction Design and Children*. [S.l.]: ACM, 2017. p. 73–83. Citado 2 vezes nas páginas 49 e 112.

YENI, S.; CAGILTAY, K.; KARASU, N. Usability investigation of an educational mobile application for individuals with intellectual disabilities. *Universal Access in the Information Society*, 2019. Citado 5 vezes nas páginas 21, 23, 30, 49 e 112.

ÖZCAN, B.; CALIGIORE, D.; SPERATI, V.; MORETTA, T.; BALDASSARRE, G. Transitional wearable companions: A novel concept of soft interactive social robots to improve social skills in children with autism spectrum disorder. *International Journal of Social Robotics*, v. 8, n. 4, p. 471–481, 2016. Citado 2 vezes nas páginas 50 e 112.

# Apêndices



## Apêndice A – Sumarização da revisão sistemática

Tabela 9 – Apresentação de artigos levantados e critérios de inclusão aplicados.

Referência	CI	CQ	Status
Arshad <i>et al.</i> (2020)	CI1 e CI3	-	Aceito
Bai, Blackwell e Coulouris (2015)	CI1 e CI3	-	Aceito
Boyd <i>et al.</i> (2016)	CI1 e CI3	-	Aceito
Boyd <i>et al.</i> (2015)	CI1 e CI3	-	Aceito
Bozgeyikli <i>et al.</i> (2018)	CI1 e CI3	-	Aceito
Bozgeyikli <i>et al.</i> (2017)	CI1 e CI3	-	Aceito
Cano <i>et al.</i> (2017)	CI2 e CI3	-	Aceito
Castro <i>et al.</i> (2017)	CI1 e CI3	-	Aceito
Constantin e Hourcade (2018)	CI1 e CI3	-	Aceito
Fan <i>et al.</i> (2017)	CI2 e CI3	-	Aceito
Gibson, Bouamrane e Dunlop (2019)	CI2 e CI3	-	Aceito
Hayes <i>et al.</i> (2010)	CI1 e CI3	-	Aceito
Hirano <i>et al.</i> (2010)	CI1 e CI3	-	Aceito
Hong <i>et al.</i> (2012)	CI1 e CI3	-	Aceito
Malinverni <i>et al.</i> (2017)	CI1 e CI3	-	Aceito
Melo <i>et al.</i> (2017)	CI1 e CI3	-	Aceito
Mintz <i>et al.</i> (2012)	CI1 e CI3	-	Aceito
Özcan <i>et al.</i> (2016)	CI1 e CI3	-	Aceito
Park, Abirached e Zhang (2012)	CI1 e CI3	-	Aceito
Radu, MacIntyre e Lourenco (2016)	CI2 e CI3	-	Aceito
Soysa e Mahmud (2018)	CI1 e CI3	-	Aceito
Tan <i>et al.</i> (2011)	CI2 e CI3	-	Aceito
Wang <i>et al.</i> (2016)	CI1 e CI3	-	Aceito
Welch <i>et al.</i> (2010)	CI1 e CI3	-	Aceito
Wong-Villacres <i>et al.</i> (2017)	CI2 e CI3	-	Aceito
Yeni, Cagiltay e Karasu (2019)	CI2 e CI3	-	Aceito
Magaton e Bim (2017)	CI1 e CI3	CQ1	Aceito
Cheiran e Pimenta (2011)	CI2 e CI3	CQ1	Aceito
Braz, Raposo e Souza (2014)	CI1 e CI3	CQ1	Aceito
Melo <i>et al.</i> (2020)	CI2 e CI3	CQ1	Aceito
Li <i>et al.</i> (2020)	CI1 e CI3	-	Aceito
Ali <i>et al.</i> (2020)	CI1 e CI3	-	Aceito

Fonte – Lóide Sheila dos Santos Moreira, 2020

## Apêndice B – Avaliação heurística

Tabela 10 – Apresentação sucinta das heurísticas.

ID	Título	Descrição
1	Visibilidade do status do sistema	O sistema deve sempre manter os usuários informados sobre o que está acontecendo através de <i>feedback</i> apropriado, em um tempo razoável.
2	Compatibilidade entre sistema e mundo real	O sistema deve utilizar a linguagem do usuário (palavras, frases e conceitos familiares para ele, ao invés de termos específicos de sistemas) e seguir convenções do mundo real, fazendo com que a informação apareça em uma ordem lógica e natural.
3	Controle e liberdade para o usuário	Os usuários frequentemente escolhem as funções do sistema por engano, neste caso oferecer “saída de emergência” claramente definida para sair do estado não desejado sem ter que percorrer um longo diálogo e suporte a <i>Undo</i> (Desfazer) e <i>Redo</i> (Refazer).
4	Consistência e padrões	O sistema deve usar linguagem clara e consistente para que os usuários não precisem questionar se palavras, situações ou ações diferentes significam a mesma coisa. Siga as convenções da plataforma no design para obter consistência.
5	Prevenção de erros	Melhor do que boas mensagens de erro, é um <i>design</i> cuidadoso, evitando que um problema ocorra em primeira instância. Elimine condições propensas a erros ou verifique-as e apresente aos usuários uma opção de confirmação antes que eles se comprometam com a ação. Se os usuários selecionarem opções erradas, o sistema deverá fornecer opções alternativas para sua escolha.

6	Reconhecimento em lugar de lembrança	Tornar objetos, ações, opções visíveis e coerentes (o usuário não deve ter que lembrar informações de uma parte do diálogo para outra). Instruções para o uso do sistema devem estar visíveis ou facilmente acessíveis.
7	Flexibilidade e eficiência de uso	O sistema deve ser adequado tanto para usuários inexperientes quanto para usuários experientes. A ineficiência nas tarefas pode reduzir a eficácia do usuário e causar-lhes frustração.
8	Projeto minimalista e estético	Os diálogos não devem conter informações irrelevantes ou raramente necessárias. Cada unidade extra de informação em um diálogo compete com unidades relevantes e diminui sua visibilidade relativa.
9	Auxiliar os usuários a reconhecer, diagnosticar e recuperar erros	Mensagens de erro devem ser expressas em linguagem natural (sem códigos), indicando precisamente o erro e sugerindo uma solução.
10	Ajuda e Documentação	Mesmo em sistemas simples e/ou fáceis de usar é necessário fornecer informações de uso por meio de documentação. Tais informações devem ser fáceis de encontrar, centradas na tarefa do usuário, listar passos concretos a serem seguidos e não ser muito grandes. A ajuda deve estar facilmente acessível e <i>on-line</i> .
11	Personalização dos itens da tela	O sistema deve permitir a personalização dos itens da tela com base nas necessidades, habilidades e preferências de cada criança. Os itens da tela devem ser grandes o suficiente para as crianças lerem e interagirem. Também deve permitir que eles alterem várias configurações de plano de fundo do sistema, fonte, cor, tamanho da tela e outras.

12	Interface do usuário/protótipos do sistema	A alteração nas telas da interface do usuário do sistema deve ocorrer passo a passo, pois as crianças com TEA não serão capazes de lidar com as mudanças repentinas ou drasticamente realizadas.
13	Capacidade de resposta do sistema	Cada ação executada por crianças com autismo (por exemplo, clique e selecione) não deve ter morosidade, pois as crianças com autismo têm um menor tempo de atenção, geralmente esquecem rapidamente e podem facilmente ficar frustradas.
14	Acompanhe o desempenho das atividades do usuário e repita a atividade	O sistema deve manter um histórico de todas as atividades realizadas pelo usuário, tempo gasto, respostas fornecidas, resultados e outras. Eles devem ter permissão para visualizar seu desempenho por um período de tempo e podem retornar a qualquer uma das atividades passadas para repeti-lo.
15	Uso de multimodalidades para comunicação	Os usuários devem ter a opção de usar dispositivos diferentes para fornecer entrada ao sistema. A comunicação entre os usuários e o sistema deve ocorrer por meio de multimídia (texto, áudio digitalizado, imagens, animação, vídeo e outros).

Fonte – Adaptado de [Nielsen e Mack \(1994\)](#) e [Khowaja e Salim \(2015\)](#)

## Apêndice C – Relatório da avaliação heurística

Tabela 11 – Problemas de usabilidade apontados pelos avaliadores.

ID	Título	Heurística(s) Violada(s)	Severidade
1	<b>Tela inicial (Carregamento do aplicativo):</b> Deveria haver alguma imagem para o usuário aguardar o carregamento da tela durante a inicialização do aplicativo (atualmente há apenas o valor correspondente à porcentagem carregada).	1	1
2	<b>Tela de boas vindas:</b> Deveria haver alguma informação referente à versão do aplicativo que está sendo executado.	6	2
3	<b>Tela de seleção de nível:</b> Deveria haver algum ícone que direciona-se o usuário à um modal com orientações e auxílio no entendimento de cada nível do aplicativo, de forma didática e com auxílio de áudio.	10	3
4	<b>Tela de seleção de nível:</b> Deveria haver alguma informação referente à quantidade de fases correspondente a cada nível, assim como, a porcentagem realizada em cada nível.	1	2
5	<b>Telas correspondentes ao nível 1:</b> Após a conclusão de cada fase, deveria haver algum tipo de incentivo para estimulação das crianças para a próxima fase e ao final do nível, apresentar a premiação (um troféu, por exemplo, indicando o término do nível).	4, 13	3

6	<b>Telas correspondentes ao nível 1 (após a conclusão):</b> Após o usuário concluir o nível 1 do aplicativo, o mesmo deveria ser redirecionado para a “Tela de Seleção de Nível”. Atualmente, o usuário está sendo direcionado diretamente para o nível 2 não sendo informado sobre isso e assim consecutivamente até o término de todos os níveis (dessa maneira fica cansativo para as crianças e não há orientação adequada sobre qual nível está sendo executado).	7, 13	4
7	<b>Telas correspondentes ao nível 2:</b> Após a conclusão de cada fase, deveria haver algum tipo de incentivo para estimulação das crianças para a próxima fase e ao final do nível, apresentar a premiação (um troféu, por exemplo, indicando o término do nível).	4, 13	3
8	<b>Telas correspondentes ao nível 2 (após a conclusão):</b> Após o usuário concluir o nível 2 do aplicativo, o mesmo deveria ser redirecionado para a “Tela de Seleção de Nível”. Atualmente, o usuário está sendo direcionado diretamente para o nível 3 não sendo informado sobre isso e assim consecutivamente até o término de todos os níveis (dessa maneira fica cansativo para as crianças e não há orientação adequada sobre qual nível está sendo executado).	7, 13	4
9	<b>Telas correspondentes ao nível 3:</b> Após a conclusão de cada fase, deveria haver algum tipo de incentivo para estimulação das crianças para a próxima fase e ao final do nível, apresentar a premiação (um troféu, por exemplo, indicando o término do nível).	4, 13	3

10	<b>Telas correspondentes ao nível 3 (após a conclusão):</b> Após o usuário concluir o nível 3 do aplicativo, o mesmo deveria ser redirecionado para a “Tela de Seleção de Nível”. Atualmente, o usuário está sendo direcionado diretamente para o nível 4 não sendo informado sobre isso e assim consecutivamente até o término de todos os níveis (dessa maneira fica cansativo para as crianças e não há orientação adequada sobre qual nível está sendo executado).	7, 13	4
11	<b>Telas correspondentes ao nível 4:</b> Após a conclusão de cada fase, deveria haver algum tipo de incentivo para estimulação das crianças para a próxima fase e ao final do nível, apresentar a premiação (um troféu, por exemplo, indicando o término do nível).	4, 13	3
12	<b>Telas correspondentes ao nível 4 (após a conclusão):</b> Após o usuário concluir o nível 4 do aplicativo, o mesmo deveria ser redirecionado para a “Tela de Seleção de Nível”. Atualmente, o usuário está sendo direcionado diretamente para o nível 5 não sendo informado sobre isso e assim consecutivamente até o término do nível (dessa maneira fica cansativo para as crianças e não há orientação adequada sobre qual nível está sendo executado).	7, 13	4
13	<b>Telas correspondentes ao nível 5:</b> Após a conclusão de cada fase, deveria haver algum tipo de incentivo para estimulação das crianças para a próxima fase e ao final do nível, apresentar a premiação (um troféu, por exemplo, indicando o término do nível).	4, 13	3

14	<b>Armazenamento de dados em sessão (para todos os níveis):</b> Durante a manipulação de um nível, poderia haver o armazenamento dos dados em sessão caso o usuário desistisse do aplicativo (há níveis que possuem muitas fases, podendo se tornar exaustivo). Com isso, ao retomar ao aplicativo, o usuário não precisaria repetir todas as fases de um nível em específico.	7	4
15	<b>Histórico de dados (sistema em geral):</b> Poderia haver armazenamento de histórico do uso do sistema pelo usuário.	14	2
16	<b>Ícone correspondente ao menu (disposto nas telas de todos os níveis):</b> Poderia haver maior destaque no ícone que oferece acesso de retorno ao menu (em termos de cores, etc).	6 e 8	2
17	<b>Sistema em geral:</b> Não se pode personalizar as telas, modificando cores e tamanhos de letras.	10, 5, 1 e 14	3
18	<b>Níveis em geral:</b> Deveria ter disponível a quantidade de fases de cada nível.	1	3
19	<b>Níveis em geral:</b> Não há como voltar um nível.	3	3
20	<b>Sistema em geral:</b> A apresentação do alfabeto deveria ser “na ordem alfabética”.	2 e 7	2
21	<b>Sistema em geral:</b> Seria interessante uma opção de menu para apresentação das funcionalidades do aplicativo. Um botão “jogar” poderia ser bem útil	4, 5, 1 e 9	2
22	<b>Pronúncia do áudio no aplicativo:</b> Existe uma demora para o sistema pronunciar o nome das palavras.	1, 5 e 13	3
23	<b>Fases do aplicativo:</b> Apresentar alguma informação quando se mudar de fase.	1 e 5	3
24	<b>Sistema em geral:</b> Não há um help explicando as regras do aplicativo	9 e 10	4



25	<b>Imagens apresentadas nas fases:</b> Ícones apresentados para levantar e sentar são muito similares.	4	2
26	<b>Sistema em geral:</b> O desempenho do jogador ao longo do tempo é pouco destacado.	13	2
27	<b>Sistema em geral:</b> Não são apresentadas mensagens de erro quando ocorrem.	5 e 9	4
28	<b>Telas correspondentes aos níveis 3 e 4:</b> Não existe um botão para voltar, apenas o botão de menu. Caso uma pessoa que esteja no nível 3 ou 4 e queira mudar a letra que escolheu terá que ir ao menu inicial novamente e não apenas voltar e escolher outra letra.	3	1
29	<b>Telas correspondentes ao empilhamento de objetos:</b> Não existe uma instrução clara, apenas uma mão deslizando que sinaliza como fazer.	6	2
30	<b>Sistema em geral:</b> Não há opção de parametrizar o sistema.	11	2
31	<b>Transição entre as fases:</b> Ao passar de fase, apresentar ao usuário para que não haja confusão durante o manuseio.	1	2

32	<p><b>Sistema em geral:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Permitir que os usuários recomecem o aplicativo quando necessário.</li> <li>- Deveria haver a possibilidade de um tutorial para ensinar os usuários no manuseio do aplicativo.</li> <li>- Deveria haver meios de auxiliar os usuários caso resolvessem alguma questão incorreta, dando dica ou mostrando a solução correta.</li> <li>- A documentação deveria ser mais organizado e explicativo.</li> <li>- A interface de usuário deveria ser melhorada, com cores mais claras, textos melhores, entre outros.</li> <li>- Interessante o sistema possuir o histórico de tempo gasto e quantidade passadas de cada fase.</li> <li>- Deveria possuir armazenamento das fases.</li> </ul>	1, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11 e 13.	4
32	<p><b>Tela inicial (carregamento):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Deveria haver uma interface de carregamento do aplicativo.</li> <li>- A porcentagem deve ser maior e melhor estruturada.</li> </ul>	1	1
33	<p><b>Tela de boas vindas:</b> No sistema, é interessante colocar a versão atual do aplicativo, um tutorial de como jogar o aplicativo, um botão para mostrar pontuações e alguma informação da empresa ou desenvolvedor do produto como meio de contato caso ocorra algum problema com o aplicativo.</p>	6	2
34	<p><b>Tela de seleção de nível:</b> Deveria haver um ícone com o tutorial caso o usuário não tenha visto ainda e um botão de voltar para a tela inicial.</p>	9	1

35	<p><b>Telas correspondentes ao nível 1:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Deveria haver uma tela mostrando os erros do aplicativo com dicas de solução e a pontuação do nível realizado, através de estrelas, troféu ou qualquer outro elemento que possa incentivar os usuários a jogar no aplicativo.</li> <li>- Seria interessante uma palavra embaixo de cada desenho, mostrando o seu significado.</li> </ul>	4, 6, 9, 10 e 12	4
36	<p><b>Telas correspondentes ao nível 1 (após a conclusão):</b> Após a conclusão deveria haver um <i>feedback</i> mostrando seus resultados e melhorias, bem como sua pontuação e um botão para avançar.</p>	3, 7 e 12	3
37	<p><b>Telas correspondentes ao nível 2:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- O segundo exercício da fase 2 consta um erro, onde quando selecionado o ícone errado “massageador” e arrastado, é repetido duas vezes a palavra correta, seja que nos demais repete somente 1 única vez.</li> <li>- Deveria haver uma tela mostrando os erros do aplicativo com dicas de solução e a pontuação do nível realizado, através de estrelas, troféu ou qualquer outro elemento que possa incentivar os usuários a jogar no aplicativo.</li> <li>- No sistema, a quantidade de níveis deveria ser menor, se tornando menos exaustivos para os usuários.</li> </ul>	4, 5, 6, 9, 10 e 12	4
38	<p><b>Telas correspondentes ao nível 2 (após a conclusão):</b> Deveria haver uma tela mostrando os resultados, pontuação e um botão para avançar a fase ou retornar na seleção de nível.</p>	3, 7 e 12	3

39	<p><b>Telas correspondentes a seleção de fase do nível 3 e nível 4:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- O sistema deve utilizar a linguagem natural do alfabeto nos ícones, o qual está fora de ordem e pode atrapalhar o aprendizado das crianças autistas.</li> <li>- Deveria haver a opção de voltar para a tela inicial.</li> </ul>	2 e 3	2
40	<p><b>Telas correspondentes ao nível 3:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A quantidade de fases deveria ser menor, tornando o aplicativo menos exaustivo.</li> <li>- Deveria haver uma tela mostrando os erros do aplicativo com dicas de solução e a pontuação do nível realizado, através de estrelas, troféu ou qualquer outro elemento que possa incentivar os usuários a jogar no aplicativo.</li> </ul>	4, 6, 9, 10 e 12	4
41	<p><b>Telas correspondentes ao nível 3 (após a conclusão):</b> Deveria haver uma tela mostrando os resultados, pontuação e um botão para avançar a fase ou retornar na seleção de nível.</p>	3, 7 e 12	3
42	<p><b>Telas correspondentes ao nível 4:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Deveria haver uma tela mostrando os erros do aplicativo com dicas de solução e a pontuação do nível realizado, através de estrelas, troféu ou qualquer outro elemento que possa incentivar os usuários a jogar no aplicativo.</li> <li>- No sistema, a quantidade de níveis deveria ser menor, se tornando menos exaustivos para os usuários.</li> </ul>	4, 6, 9, 10 e 12	4
43	<p><b>Telas correspondentes ao nível 4 (após a conclusão):</b> Deveria haver uma tela mostrando os resultados, pontuação e um botão para avançar a fase ou retornar na seleção de nível.</p>	3, 7, 12	3

44	<b>Telas correspondentes ao nível 5:</b> - A quantidade de fases deveria ser menor, tornando o aplicativo menos exaustivo. - Deveria haver uma tela mostrando os erros do aplicativo com dicas de solução e a pontuação do nível realizado, através de estrelas, troféu ou qualquer outro elemento que possa incentivar os usuários a jogar no aplicativo.	4, 6, 9, 10 e 12	4
45	<b>Telas correspondentes ao nível 5 (após a conclusão):</b> - Deveria haver uma tela mostrando os resultados, pontuação e um botão para avançar a fase ou retornar na seleção de nível. - Ao final de todas as fases, deveria mostrar o placar de pontuação passadas e a atual, como modo de comparação e ter a opção de recomeçar tudo novamente.	3, 7 e 12	3

Fonte – Lóide Sheila dos Santos Moreira, 2020.

## Apêndice D – Termo de consentimento livre e esclarecido

Convidamos o (a) Sr.(a) a participar como voluntário (a) na pesquisa com o título: “Diretrizes de projeto e avaliação de usabilidade em ambiente de tecnologia assistiva para pessoas com transtorno do espectro autista”, sob responsabilidade da pesquisadora Lóide Sheila dos Santos Moreira (estudante de mestrado em Sistemas da Informação pela Escola de Artes Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo) e perante orientação do professor Dr. Marcelo Morandini. Essa pesquisa tem como objetivos avaliar a usabilidade e compreender os requisitos de interação de crianças com transtorno do espectro autista (TEA) empregando-se um ambiente de aplicativo o qual abrange atividades da vida diária e alfabetização, considerando o grau de dependência leve a moderado. O motivo que nos leva à esta pesquisa é a definição de diretrizes de usabilidade para o apoio no desenvolvimento de futuras tecnologias destinada à pessoas com diagnóstico de TEA. Para tanto, serão realizados testes de usabilidade por meio de observação, estudo empírico com os usuários e questionário/entrevistas com os responsáveis podendo ser adquiridas imagens durante as sessões por meio de gravações de vídeo e anotações manuais referentes ao uso do aplicativo pelo participante os quais serão mantidos sigilo de identidade. Os testes serão realizados no Projeto de Integração Pró-Autista (PIPA), durante o intervalo entre as aulas, em sala privativa disponibilizada pela própria instituição. Esta pesquisa seguirá a Resolução CNS 466/2012, relacionada à Pesquisa com Seres Humanos, respeitando o direito do participante a:

1. Ter liberdade de participar ou deixar de participar do estudo, sem que isso lhe traga algum prejuízo risco;
2. Manter o seu nome em sigilo absoluto em todas as fases da pesquisa, sendo que o que disser não lhe resultará em qualquer dano à sua integridade;
3. Interromper a participação na pesquisa caso se sinta incomodado (a) com a mesma;
4. Responder as questões levantadas pela pesquisadora caso seja solicitado (a) para uma entrevista, onde será marcado um local em sala privativa disponibilizada pela própria instituição, no horário e na data em que possa se sentir mais confortável;
5. Garantia de receber uma resposta a alguma dúvida durante ou após a entrevista e de compensação de prejuízos caso haja algum dano comprovado e identificado ao participante durante a pesquisa.

Esclareço-lhe que o tempo estimado de participação será de 20 a 30 minutos por sessão e que há o risco mínimo do participante não interagir com o aplicativo proposto devido a desconforto ou desinteresse particular. Neste caso, a sessão será interrompida e será prestado o suporte necessário ao participante por meio de encaminhamento ao seu assistente responsável dentro da instituição. A colaboração com a participação nesta pesquisa servirá como apoio para elaboração de diretrizes de usabilidade cujo intuito é auxiliar pesquisadores (as) no desenvolvimento de futuras intervenções tecnológicas que auxiliem nas necessidades de pessoas com TEA. Para tanto, solicitamos autorização para divulgação dos resultados dessa pesquisa, incluindo informações prestadas pelos participantes, para possível divulgação em eventos e/ou artigos científicos. Informo ainda que não haverá ressarcimento financeiro aos participantes desta pesquisa e que não haverá nenhum tipo de pagamento ou gratificação financeira aos mesmos. Este Termo de Consentimento será emitido em duas vias, sendo que uma via ficará em poder do pesquisador e a outra em poder do participante. Deixo e-mail para contato: lsmoreira@usp.br e o endereço do CEP-EACH-USP no rodapé <sup>1</sup> deste impresso, para que possa obter mais esclarecimentos ou informações sobre o estudo e sua participação.

Grato (a) pela atenção,

---

Assinatura do(a) participante

Assinatura do pesquisador(a)

Declaro que, após convenientemente esclarecido pela pesquisadora e ter entendido o que me foi explicado, consinto em participar do presente Projeto de Pesquisa.

São Paulo, \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ .

---

Assinatura do participante da pesquisa(ou responsável legal)

---

<sup>1</sup> Identificação do CEP-EACH-USP: Endereço: Av. Arlindo Bétio, 1000 – Ermelino Matarazzo – CEP: 03828-00005508-000 – São Paulo – SP - Telefone: 3091-1046 - e-mail: cep-each@usp.br

## Apêndice E – Termo de assentimento livre e esclarecido

Você está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa “Diretrizes de projeto e avaliação de usabilidade em ambiente de tecnologia assistiva para pessoas com transtorno do espectro autista” sob responsabilidade da pesquisadora Lóide Sheila dos Santos Moreira (estudante de mestrado em Sistemas da Informação pela Escola de Artes Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo) e perante orientação do professor Dr. Marcelo Morandini. Caso concorde em participar da pesquisa, você deverá assinar este termo de assentimento e seu representante legal assinará previamente o termo de consentimento livre e esclarecido. A presente pesquisa tem como objetivos avaliar a usabilidade e compreender os requisitos de interação de crianças com transtorno do espectro autista (TEA) empregando-se um ambiente de aplicativo o qual abrange atividades da vida diária e alfabetização, considerando o grau de dependência leve a moderado. O motivo que nos leva à esta pesquisa é a definição de diretrizes de usabilidade para o apoio no desenvolvimento de futuras tecnologias destinada à pessoas com diagnóstico de TEA. Para tanto, serão realizados testes de usabilidade por meio de observação, estudo empírico com os usuários e questionário/entrevistas com os responsáveis podendo ser adquiridas imagens durante as sessões por meio de gravações de vídeo e anotações manuais referentes ao uso do aplicativo pelo participante os quais serão mantidos sigilo de identidade. Os testes serão realizados no Projeto de Integração Pró-Autista (PIPA), durante o intervalo entre as aulas, em sala privativa disponibilizada pela própria instituição. Para participar desta pesquisa, o seu responsável deverá autorizar e assinar um termo de consentimento e há um risco mínimo da não interação com o aplicativo proposto devido a desconforto ou desinteresse particular. Caso isto ocorra, informe ao pesquisador para que a sessão seja interrompida e lhe seja prestado o suporte necessário por meio de encaminhamento ao seu assistente responsável dentro da instituição. Não haverá ressarcimento financeiro e nenhum tipo de pagamento ou gratificação financeira pela participação na pesquisa. Os benefícios esperados com a pesquisa será contribuir para o desenvolvimento de diretrizes que auxiliem no desenvolvimento de novas tecnologias que apoiem o público com diagnóstico de TEA. O seu responsável será esclarecido(a) em qualquer aspecto que desejar e estará livre para consentir sua participação ou não. O responsável poderá retirar o consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária,



quaisquer dúvidas serão esclarecidas e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido(a) pelo pesquisador. Os resultados estarão à sua disposição quando finalizada. Haverá compensação caso haja algum dano ou prejuízo comprovado e identificado a sua pessoa. Este termo de assentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada pelo pesquisador responsável, e a outra será fornecida ao seu responsável. Em caso de dúvidas com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, deixo e-mail para contato: lsmoreira@usp.br – Lóide Sheila dos Santos Moreira e o endereço do CEP-EACH-USP no rodapé <sup>1</sup> deste impresso, para que possa obter mais esclarecimentos ou informações sobre a pesquisa e sua participação.

Eu (nome completo do menor), fui informado(a) dos objetivos da presente pesquisa de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações, e o meu responsável poderá modificar a decisão de participar se assim o desejar. Tendo termo de consentimento do meu responsável já assinado, declaro que concordo em participar dessa pesquisa. Recebi uma cópia deste termo assentimento e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

São Paulo, \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ .

---

Assinatura do(a) participante

---

Assinatura do(a) pesquisador(a)

---

<sup>1</sup> Identificação do CEP-EACH-USP: Endereço: Av. Arlindo Bétio, 1000 – Ermelino Matarazzo – CEP: 03828-00005508-000 – São Paulo – SP - Telefone: 3091-1046 - e-mail: cep-each@usp.br

**Apêndice F – Questionário responsáveis**

1. Qual o nível de interesse ou atenção ao aplicativo?  
Muito bom ( ) Bom ( ) Pouco ( ) Muito Pouco ( )
2. Qual o nível de cooperativismo?  
Muito bom ( ) Bom ( ) Pouco ( ) Muito Pouco ( )
3. Qual o nível de satisfação e envolvimento com o aplicativo?  
Frequente ( ) Às vezes ( ) Raramente ( ) Nunca ( )

**Apêndice G – Questionário participantes**

1. Qual sua habilidade com o uso de *tablets* ou celulares?  
 Muito Bom  Bom  Pouco  Não tenho
2. Qual o hábito de uso do aplicativo?  
 Diária  Frequente  Pouco  Não possuo
3. O que você achou do aplicativo?  
 Não muito bom  Bom  Muito bom  Excelente
4. Se sentiu confortável com o aplicativo?  
 Sim  Não
5. Houve dificuldades?  
 Sim  Pouco  Não
6. Em quais níveis?  
 1  2  3  4 ou  5

Muito obrigada pela sua participação!

## Apêndice H – Pesquisa de caracterização dos participantes

### Fase 1 : Pesquisa para caracterização dos participantes do projeto PIPA

Inicialmente, agradecemos a colaboração.

Abaixo, constam as informações sobre o formulário:

Título do projeto de mestrado: Diretrizes de projeto e avaliação de usabilidade em ambiente de tecnologia assistiva para indivíduos com transtorno do espectro autista.

Fase 1 : Pesquisa para caracterização dos participantes do projeto PIPA

Entrevista com especialista para levantar as características dos participantes antecedendo a fase de manipulação com o aplicativo proposto.

Especialista: Renata | Projeto PIPA

Pesquisadora principal: Lóide | EACH/USP

PS: Todos os dados do formulário serão mantidos sob sigilo.

Projeto Nº CAAE (PB | Comitê Ética em Pesquisa): 302392200.00005390

Em qual faixa etária se enquadra o participante? \*

	0 - 4		5 - 9	10 - 14	15 - 19
Participante 01	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>
Participante 02	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>
Participante 03	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>
Participante 04	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>		<input type="radio"/>
Participante 05	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>		<input type="radio"/>
Participante 06	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>
Participante 07	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>		<input type="radio"/>
Participante 08	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>
Participante 09	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>		<input type="radio"/>
Participante 10	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>
Participante 11	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>		<input type="radio"/>
Participante 12	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>
Participante 13	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>		<input type="radio"/>
Participante 14	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>
Participante 15	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>		<input type="radio"/>

O participante é alfabetizado? \*

	Sim	Não
Participante 01	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Participante 02	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Participante 03	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Participante 04	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Participante 05	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Participante 06	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Participante 07	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Participante 08	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Participante 09	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Participante 10	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Participante 11	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Participante 12	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Participante 13	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Participante 14	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Participante 15	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>

Características pessoais

Em qual tipo de autismo o participante se enquadra? \*

	Transtorno Autista	Síndrome de Asperger	Outro
Participante 01	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Participante 02	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Participante 03	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Participante 04	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Participante 05	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Participante 06	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Participante 07	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Participante 08	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Participante 09	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Participante 10	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Participante 11	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Participante 12	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Participante 13	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Participante 14	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Participante 15	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Em qual nível de autismo o participante se enquadra? \*

	Nível 1 (Leve)	Nível 2 (Médio)	Nível 3 (Grave)
Participante 01	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Participante 02	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Participante 03	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Participante 04	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Participante 05	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Participante 06	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Participante 07	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Participante 08	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Participante 09	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Participante 10	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Participante 11	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Participante 12	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Participante 13	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Participante 14	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Participante 15	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



O participante possui experiência com algum tipo de ferramenta tecnológica ou habilidades no uso de tecnologias o qual tenha observado? \*

Sim

Não

Participante 01

Participante 02

Participante 03

Participante 04

Participante 05

Participante 06

Participante 07

Participante 08

Participante 09

Participante 10

Participante 11

Participante 12

Participante 13

Participante 14

Participante 15

Caso a pergunta anterior tenha resposta positiva, qual tecnologia o participante mais utiliza?

	Celular	Computador	Tablet
Participante 01	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Participante 02	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Participante 03	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Participante 04	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Participante 05	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Participante 06	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Participante 07	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Participante 08	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Participante 09	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Participante 10	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Participante 11	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Participante 12	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Participante 13	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Participante 14	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Participante 15	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>

Características físicas

O participante possui alguma limitação física (visão, audição, locomoção, etc.) ? \*

	Sim	Não
Participante 01	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Participante 02	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Participante 03	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Participante 04	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Participante 05	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Participante 06	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Participante 07	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Participante 08	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Participante 09	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Participante 10	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Participante 11	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Participante 12	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Participante 13	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Participante 14	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Participante 15	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>

# Anexos

## Anexo A – Parecer do comitê de ética em pesquisa

USP - ESCOLA DE ARTES,  
CIÊNCIAS E HUMANIDADES  
DA UNIVERSIDADE DE SÃO  
PAULO - EACH/USP



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Diretrizes de projeto e avaliação de usabilidade em ambiente de tecnologia assistiva para indivíduos com transtorno do espectro autista

**Pesquisador:** LOIDE SHEILA DOS SANTOS MOREIRA

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 30239220.0.0000.5390

**Instituição Proponente:** UNIVERSIDADE DE SAO PAULO

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 4.024.443

#### Apresentação do Projeto:

A usabilidade pode ser definida como a capacidade que um sistema interativo oferece a seus usuários para a execução de tarefas dentro de um contexto específico com eficácia, eficiência e satisfação de uso, avaliando a facilidade do manuseio de uma interface durante o processo de design. O transtorno do espectro autista (TEA) é caracterizado por fenótipos comportamentais complexos e déficits nas funções sociais e cognitivas no qual há dificuldade em adquirir habilidades expressivas e de comunicação. Atualmente, não há cura para o autismo, mas há amplas intervenções para facilitar o aprendizado e o desenvolvimento que podem amenizar a gravidade dos sintomas. Ao longo dos anos, tecnologias assistivas são desenvolvidas com intuito de auxiliar pessoas que sofrem de deficiências cognitivas, particularmente indivíduos com autismo. Intervenções tecnológicas como apoio em processos terapêuticos proporcionam conforto a esses indivíduos, especificamente o emprego de jogos pode se caracterizar como uma atividade relevante. Um dos desafios para designers e desenvolvedores de jogos é projetar IHCs que atendam pessoas com perfil espectro autista em habilidades sociais, comunicativas ou comportamentais e avaliar a usabilidade desse público é um desafio ainda maior que envolve aspectos importantes no contexto psico e sociológico dos usuários. O objetivo deste trabalho será compreender os requisitos de interação de indivíduos com TEA por meio da aplicação de um ambiente de jogo o qual abrange alfabetização e atividades básicas da vida diária com foco nas

**Endereço:** Av. Arlindo Béttio, nº 1000

**Bairro:** Ermelino Matarazzo

**CEP:** 03.828-000

**UF:** SP **Município:** SAO PAULO

**Telefone:** (11)3091-1046

**E-mail:** cep-each@usp.br

USP - ESCOLA DE ARTES,  
CIÊNCIAS E HUMANIDADES  
DA UNIVERSIDADE DE SÃO  
PAULO - EACH/USP



Continuação do Parecer: 4.024.443

interfaces humano-computador. Como amostra de pesquisa, um total de 15 participantes com diagnóstico de TEA serão observados durante a manipulação do jogo para possível avaliação e definição das diretrizes de usabilidade. De acordo com as diretrizes levantadas, será possível o desenvolvimento de novas intervenções que utilizem a tecnologia de realidade aumentada.

**Objetivo da Pesquisa:**

O objetivo dessa pesquisa será compreender os requisitos de interação, aptidões e dificuldades de indivíduos com TEA, considerando o grau de dependência leve a moderado, por meio da aplicação de um ambiente de jogo o qual abrange alfabetização e atividades básicas da vida diária. Assim, será possível avaliar e definir diretrizes de usabilidade.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Riscos:

Há o risco do participante não interagir com o jogo proposto devido a desconforto ou desinteresse particular, neste caso a sessão será interrompida e lhe será prestado o suporte necessário.

Benefícios:

Como benefícios, espera-se que o desenvolvimento de intervenções tecnológicas forneçam apoio a pessoas com diagnóstico de TEA no processo de aprendizado e em tratamentos terapêuticos.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Projeto de Mestrado do Programa Sistemas da Informação EACH/USP cuja pesquisa é exploratória de gênero prático e natureza aplicada que tem como foco a definição de diretrizes de usabilidade, a compreensão das necessidades e a avaliação de uso dos indivíduos portadores de autismo. A avaliação da abordagem será de condição somativa, ou seja, será avaliado o quão os indivíduos com TEA foram capazes de atingir as metas de usabilidade. Conforme consentimentos éticos serão realizados testes de usabilidade por meio de observação, estudo empírico com os usuários e questionário/entrevistas com os responsáveis. Após a análise dos dados e conforme materiais obtidos, serão elaboradas as diretrizes de design. O modelo proposto, será definido com apoio do processo de design centrado no usuário com base na norma ISO 9241-210 (ISO, 2011). A coleta de dados para esse estudo pretende incluir 15 crianças com diagnóstico de TEA. Todos frequentam um centro terapêutico para pessoas com autismo nomeado "Projeto de Integração Pró-Autista" (PIPA), localizado na região norte de São Paulo (Brasil). A técnica observacional será utilizada para analisar a capacidade de manipulação com a intervenção. A duração total das

**Endereço:** Av. Arlindo Béttio, nº 1000

**Bairro:** Ermelino Matarazzo

**CEP:** 03.828-000

**UF:** SP **Município:** SAO PAULO

**Telefone:** (11)3091-1046

**E-mail:** cep-each@usp.br

USP - ESCOLA DE ARTES,  
CIÊNCIAS E HUMANIDADES  
DA UNIVERSIDADE DE SÃO  
PAULO - EACH/USP



Continuação do Parecer: 4.024.443

sessões estarão no intervalo de 20 à 30 minutos. Cada sessão será realizada com duas crianças, cada uma utilizando um tablet com o jogo proposto (composto por cinco níveis e executado na plataforma android). Ao início de cada nível, será instruído o uso do jogo para familiarização e após será verificada a interação. Pretende-se adquirir a imagem das crianças por meio de gravação de vídeo demonstrando a interação com o jogo. Assistentes da instituição poderão ser consultados como facilitadores na amostra da pesquisa durante as sessões. Serão realizadas anotações sobre a disposição e as ações das crianças durante a realização do estudo e utilizado um software de edição de vídeo para editar e sincronizar as gravações. Após a análise do conteúdo e conforme materiais obtidos, serão elaboradas as diretrizes de design para o desenvolvimento de uma nova abordagem tecnológica que utilize realidade aumentada.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

O pesquisador apresentou o TCLE, TA e Carta de Autorização da Beneficência Nipo-brasileira de São Paulo.

Atendeu as readequações do Parecer anterior

**Recomendações:**

Não há recomendações.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Não há pendências.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1513385.pdf	21/04/2020 22:33:38		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Modelo_TermoAssentimento_PIPA.pdf	21/04/2020 22:32:26	LOIDE SHEILA DOS SANTOS MOREIRA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Modelo_TCLE_PIPA.pdf	21/04/2020 22:31:27	LOIDE SHEILA DOS SANTOS MOREIRA	Aceito
Projeto Detalhado	Projeto_Pesquisa_LoideMoreira.pdf	21/04/2020	LOIDE SHEILA DOS	Aceito

**Endereço:** Av. Arlindo Béttio, nº 1000

**Bairro:** Ermelino Matarazzo

**CEP:** 03.828-000

**UF:** SP **Município:** SAO PAULO

**Telefone:** (11)3091-1046

**E-mail:** cep-each@usp.br

USP - ESCOLA DE ARTES,  
CIÊNCIAS E HUMANIDADES  
DA UNIVERSIDADE DE SÃO  
PAULO - EACH/USP



Continuação do Parecer: 4.024.443

/ Brochura Investigador	Projeto_Pesquisa_LoideMoreira.pdf	20:05:02	SANTOS MOREIRA	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_Rosto.pdf	04/03/2020 15:38:37	LOIDE SHEILA DOS SANTOS MOREIRA	Aceito
Outros	Questionario_Responsaveis.pdf	24/02/2020 15:20:15	LOIDE SHEILA DOS SANTOS MOREIRA	Aceito
Outros	Questionario_Participantes.pdf	24/02/2020 15:19:45	LOIDE SHEILA DOS SANTOS MOREIRA	Aceito
Outros	Autorizacao_Coparticipante.pdf	19/02/2020 15:42:49	LOIDE SHEILA DOS SANTOS MOREIRA	Aceito
Outros	Carta_Protocolo.pdf	19/02/2020 15:36:23	LOIDE SHEILA DOS SANTOS MOREIRA	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

SAO PAULO, 13 de Maio de 2020

---

**Assinado por:**

**Beatriz Aparecida Ozello Gutierrez  
(Coordenador(a))**

**Endereço:** Av. Arlindo Béttio, nº 1000

**Bairro:** Ermelino Matarazzo

**CEP:** 03.828-000

**UF:** SP **Município:** SAO PAULO

**Telefone:** (11)3091-1046

**E-mail:** cep-each@usp.br