



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS VII
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E SOCIAIS APLICADAS — CCEA
CURSO DE BACHARELADO EM COMPUTAÇÃO

LUCAS DE ARAÚJO SOARES

**ANÁLISE DA USABILIDADE DO *REDESIGN* DE UM APLICATIVO DIGITAL PARA
MELHORAR A COMUNICAÇÃO DE CRIANÇAS COM TRANSTORNO DO
ESPECTRO AUTISTA**

PATOS—PB

2024

LUCAS DE ARAÚJO SOARES

**ANÁLISE DA USABILIDADE DO *REDESIGN* DE UM APLICATIVO DIGITAL PARA
MELHORAR A COMUNICAÇÃO DE CRIANÇAS COM TRANSTORNO DO
ESPECTRO AUTISTA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Ciência da Computação da Universidade Estadual da Paraíba — Campus VII, em cumprimento à exigência para obtenção do grau de Bacharel em Ciência da Computação.

Orientador: Prof. Dr. Jucelio Soares dos Santos

PATOS-PB

2024

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

S676a Soares, Lucas de Araujo.
Análise da usabilidade do redesign de um aplicativo digital para melhorar a comunicação de crianças com Transtorno do Espectro Autista [manuscrito] / Lucas de Araujo Soares. - 2024.
92 p. : il. colorido.

Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Computação) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Exatas e Sociais Aplicadas, 2024.
"Orientação : Prof. Dr. Jucelio Soares dos Santos, Coordenação do Curso de Computação - CCEA. "
1. Análise comparativa. 2. Aplicativo educacional. 3. Intervenção digital. 4. Usabilidade. 5. TEA. I. Título
21. ed. CDD 005.12

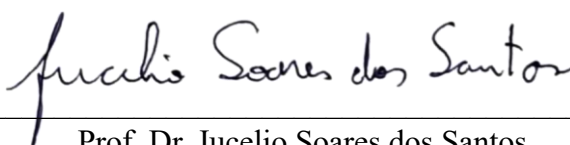
LUCAS DE ARAÚJO SOARES

**ANÁLISE DA USABILIDADE DO *REDESIGN* DE UM APLICATIVO DIGITAL
PARA MELHORAR A COMUNICAÇÃO DE CRIANÇAS COM TRANSTORNO DO
ESPECTRO AUTISTA**

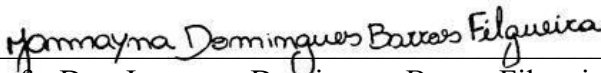
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Ciência da Computação da Universidade Estadual da Paraíba — Campus VII, em cumprimento à exigência para obtenção do grau de Bacharel em Ciência da Computação.

Aprovado em 26/06/2024.

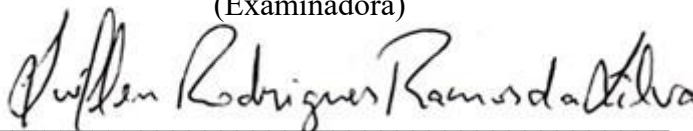
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Jucelio Soares dos Santos
(Orientador)



Profa. Dra. Jannayna Domingues Barros Filgueira
(Examinadora)



Prof. Dra. Suellen Rodrigues Ramos da Silva
(Examinadora)

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha profunda gratidão aos amigos incríveis que a vida acadêmica me proporcionou. Ao longo da nossa trajetória compartilhamos momentos únicos e trocamos experiências valiosas, que enriqueceram ainda mais esta etapa das nossas vidas.

Agradeço imensamente aos meus pais, que sempre estiveram ao meu lado, apoiando todas as minhas aspirações. Guiando-me com valiosas lições de amor, fraternidade e responsabilidade, nos momentos desafiadores eles sempre estavam presentes com um sorriso no rosto e um abraço caloroso.

Quero dedicar também algumas palavras especiais ao meu namorado, expressando a gratidão que sinto por ter um homem tão incrível ao meu lado. Sempre me fazendo acreditar de que sou capaz de realizar todos os meus sonhos.

Quero expressar minha profunda gratidão ao meu coordenador, orientador e amigo Prof. Dr. Jucelio Soares dos Santos, sua dedicação, atenção e apoio foram fundamentais para o sucesso deste trabalho. Em nossas conversas nos momentos de descanso entre uma orientação a outra ele sempre citava o meme “Vamos mostrar cultura pra esse povo” e hoje eu estou aqui para dizer que esta pesquisa não é constituída apenas de cultura, como também de inovação, educação inclusiva e acessibilidade.

Também quero agradecer à minha amiga Prof. Dra. Suéllen Rodrigues Ramos da Silva, suas orientações nas aulas de pesquisa aplicada a computação me fez entender que a escrita acadêmica não precisa ser um processo tão complicado e que as normas exigidas vem para facilitar a compreensão do nosso trabalho, sou grato por todos os puxões de orelhas em relação às minhas ansiedades de forma escrita e nesse agradecimento eu não tenho o do porque manter tal formalidade, pois quando falo de Suéllen eu vejo poesia que me foi passado através de toda sua sabedoria de forma tão generosa e essencial para o desenvolvimento deste trabalho.

Quero expressar minha sincera gratidão à Prof. Dra. Jannayna Domingues Barros Filgueira, que foi uma parte fundamental da minha jornada acadêmica. Sua paixão pelo ensino e sua dedicação aos alunos são inspiradoras.

“*Design* não é apenas o que se vê e o que se sente. *Design* é sobre como funciona”
(Jobs, 2003).

RESUMO

Este estudo investigou e avaliou três aplicativos educacionais destinados à alfabetização de crianças com Transtorno do Espectro Autista (TEA), entre 6 e 12 anos. Utilizando uma abordagem comparativa quantitativa e qualitativa, foram analisados os recursos de interface e usabilidade de cada aplicação por meio de um *survey* em duas fases. O *Leeloo* foi identificado como o aplicativo com menor desempenho, resultando no desenvolvimento de um protótipo de alta fidelidade baseado em sugestões de especialistas. O protótipo abordou problemas de navegação e elementos deficitários, recebendo *feedback* positivo dos participantes pela sua facilidade de uso, independentemente do nível de suporte das crianças com TEA. Concluiu-se que aplicativos de alfabetização desempenham um papel crucial no desenvolvimento desses usuários, e este estudo pode servir como modelo para a criação e avaliação de aplicativos similares em diferentes sistemas operacionais, adaptando-se às necessidades específicas do público-alvo.

Palavras-chaves: análise comparativa; aplicativos educacionais; intervenção digital; usabilidade; TEA.

ABSTRACT

This study investigated and evaluated three educational applications aimed at educating children with Autism Spectrum Disorder (ASD) between 6 and 12 years old. Using a quantitative and qualitative comparative approach, each application's interface and usability features were analyzed through a two-phase survey. Leeloo was identified as the lowest-performing app, resulting *in* the development of a high-fidelity prototype based on expert input. The prototype addressed navigation problems and deficient elements, receiving positive feedback from participants for its ease of use, regardless of the level of support for children with ASD. It was concluded that literacy applications play a crucial role *in* the development of these users, and this study can serve as a model for the creation and evaluation of similar applications on different operating systems, adapting to the target audience's specific needs.

Keywords: comparative analysis; educational applications; digital intervention; usability; ASD.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Logo do aplicativo Card Talk.....	38
Figura 2 - Algumas funcionalidades do Card Talk	39
Figura 3 - Logo do aplicativo Leeloo	39
Figura 4 - Algumas funcionalidades do Leeloo	40
Figura 5 - Logo do aplicativo Matraquinha	40
Figura 6 - Algumas funcionalidades do Matraquinha.....	41
Figura 7 - Teste t Student	46
Figura 8 - Função criar cartão do aplicativo Card Talk	48
Figura 9 - Tela principal do aplicativo Card Talk	49
Figura 10 - Erro da barra de rolagem da tela principal do aplicativo Card Talk	50
Figura 11 - Categoria dos cartões de sentimentos do aplicativo Card Talk	51
Figura 12 - Seção de idiomas do aplicativo Card Talk	51
Figura 13 - Tela principal do aplicativo Leeloo.....	52
Figura 14 - Categoria dos cartões de conversação do aplicativo Leeloo.....	53
Figura 15 - Campo de frases na tela principal do aplicativo Leeloo	53
Figura 16 - Frases prontas contidas no cartão ajuda do aplicativo Leeloo	54
Figura 17 - Categoria dos cartões de saudação do aplicativo Matraquinha.....	55
Figura 18 - Redesign do aplicativo Leeloo	60
Figura 19 - Tela principal: antes e depois do redesign nas categorias dos cartões do aplicativo Leeloo	61
Figura 20 - Scroll com categoria dos cartões.....	61
Figura 21 - Quadro de comunicação.....	62
Figura 22 - Versão anterior do ícone de perfil	62
Figura 23 - Resultados do teste t de Student.....	64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Média e desvio padrão (Sd) das métricas de usabilidade dos aplicativos.....	56
Tabela 2 - Média das métricas da usabilidade do aplicativo <i>Leelo</i> antes e depois do <i>redesign</i>	63

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Indicadores utilizados das dimensões da avaliação heurística	42
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANOVA	<i>Analysis of Variance</i>
APP	<i>Application</i>
CAA	Comunicação Aumentativa e Alternativa
DCU	<i>Design Centrado no Usuário</i>
DSM-5	<i>Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders — 5th edition</i>
iOS	<i>iphone Operating System</i>
NDD	<i>Neurodevelopmental Disorder</i>
PECS	<i>Picture Exchange Communication System</i>
pt-BR	português do Brasil
pt-PT	português de Portugal
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
TEA	Transtorno do Espectro Autista

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Contextualização do problema	14
1.2	Problema	15
1.3	Proposta de solução	16
1.4	Objetivos	16
1.5	Estrutura do trabalho	17
2	REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1	Transtorno do espectro autista	19
2.1.1	Dificuldades de comunicação e interação social	19
2.1.2	Padrões de comportamento repetitivos e restritos	20
2.1.3	Sensibilidades sensoriais atípicas	21
2.1.4	Desafios na comunicação verbal e não verbal	22
2.1.5	Heterogeneidade nas habilidades cognitivas	23
2.2	Tecnologias digitais na educação	24
2.3	Design de interfaces para indivíduos com TEA	25
2.3.1	Princípios de <i>design</i> inclusivo e adaptativo para pessoas com TEA	26
2.3.2	Estratégias para simplificação cognitiva e visualização de informações	27
2.3.3	Considerações ergonômicas e sensoriais no <i>design</i> de interfaces para crianças com TEA	28
2.4	Redesign de interfaces para crianças com TEA	29
2.4.1	Estratégias de <i>redesign</i> de interfaces visando a adaptação ao público com TEA	29
2.4.2	Abordagens de <i>design</i> centrado no usuário para garantir a eficácia das mudanças implementadas	31
2.5	Avaliação de ferramentas e usabilidade para crianças com TEA	32
2.5.1	Métodos de avaliação de usabilidade adaptados a crianças com TEA	32

2.5.2	Considerações éticas na condução de estudos envolvendo crianças com TEA...	33
3	SELEÇÃO DE APLICATIVOS PARA ALFABETIZAÇÃO DE CRIANÇAS COM TEA	36
3.1	Critério de seleção	36
3.2	Processo de seleção	37
3.3	Validação por especialista	37
3.4	Aplicações selecionadas	38
3.4.1	<i>Card Talk</i>	38
3.4.2	<i>Leelo</i>	39
3.4.3	<i>Matraquinha</i>	40
4	METODOLOGIA	42
4.1	Métricas	42
4.2	Seleção dos participantes	43
4.3	Execução da pesquisa	44
4.4	Análise dos dados	45
4.5	Ameaças à validade	47
5	ANÁLISE DA USABILIDADE DOS APLICATIVOS	48
5.1	Análise da usabilidade	48
5.1.1	Usabilidade do aplicativo <i>Card Talk</i>	48
5.1.2	Usabilidade do aplicativo <i>Leelo</i>	52
5.1.3	Usabilidade do aplicativo <i>Matraquinha</i>	54
5.2	Análise descritiva e estatística	55
6	ANÁLISE DO REDESIGN DO APLICATIVO LEELOO	59
6.1	<i>Redesign</i>	59
6.2	Análise descritiva e estatística	63
7	CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	65

REFERÊNCIAS	67
APÊNDICE A	77
APÊNDICE B	80
APÊNDICE C	83
APÊNDICE D	85
APÊNDICE E	87
APÊNDICE F	90

1 INTRODUÇÃO

Neste Capítulo, apresenta-se uma visão geral desta pesquisa, de modo a descrever a contextualização do problema, problema, proposta de solução e objetivos.

1.1 Contextualização do problema

A alfabetização é universalmente reconhecida como um marco no desenvolvimento de todas as crianças. Representa o ponto de partida para a aquisição de competências de leitura e escrita, possibilitando a comunicação, expressão e participação em processos educativos e sociais (Roser; Ortiz-Ospina, 2018). No entanto, ao observar as crianças diagnosticadas com Transtorno do Espectro Autista (TEA), surgem desafios únicos que exigem abordagens cuidadosamente adaptadas e personalizadas (Baker *et al.*, 2019).

O TEA é caracterizado por uma ampla gama de manifestações, muitas vezes acompanhadas por dificuldades de comunicação, interação social e padrões de comportamento rígidos e repetitivos. Essas crianças, capazes de desenvolver competências excepcionais, enfrentam frequentemente obstáculos consideráveis na alfabetização e na educação em geral (Grzadzinski *et al.*, 2021).

Nesse contexto, a tecnologia moderna desempenha um papel fundamental na criação de soluções educacionais inclusivas (Roberts-Yates; Silvera-Tawil, 2019). Os aplicativos móveis, em particular, têm potencial para serem ferramentas de aprendizagem valiosas para crianças com TEA. Podem melhorar a comunicação, facilitar o processo de alfabetização e estimular a interação social, oferecendo apoio personalizado e adaptado às necessidades específicas dessas crianças (Febriantini; Fitriati; Oktaviani, 2021). Um aspecto importante dessas ferramentas é a Comunicação Aumentativa e Alternativa (CAA), que pode ser essencial para crianças com TEA que têm dificuldades significativas na comunicação verbal.

A CAA engloba métodos de que ajudam ou substituem a fala ou escrita para indivíduos com deficiências nas áreas de comunicação. Ela pode incluir o uso de símbolos, imagens, gestos, dispositivos eletrônicos e outras formas de expressão que ampliam as capacidades comunicativas das crianças com TEA (Kolaski, 2020; Fazil; Qureshi; Tabassum, 2021).

Essa necessidade de personalização e adaptação destaca a importância crítica do *design* da interface e da usabilidade¹ nessas aplicações (Markopoulos; Read; Giannakos, 2021). Para serem eficazes, as interfaces dessas ferramentas devem ser cuidadosamente projetadas e refinadas para garantir que atendam às necessidades específicas do público com TEA. Usabilidade, acessibilidade e adaptabilidade são elementos fundamentais para garantir que essas aplicações cumpram o seu propósito educativo e melhorem a qualidade de vida das crianças com TEA (Putnam *et al.*, 2019).

Esta pesquisa busca abordar a intersecção entre tecnologia, comunicação e inclusão, identificando, analisando e otimizando aplicações voltadas à comunicação de crianças com TEA. A pesquisa busca melhorar a usabilidade dessas ferramentas, promovendo acessibilidade e personalização, para melhorar a comunicação, aprendizagem e interação dessas crianças em sua jornada de desenvolvimento.

1.2 Problema

O TEA é uma condição que abrange um amplo espectro de manifestações, mas comumente, as crianças diagnosticadas enfrentam desafios significativos quando se trata de comunicação (Baker *et al.*, 2019). As características peculiares desse transtorno, que podem incluir comportamentos repetitivos e dificuldades de comunicação e interação social, tornam o processo de ensino e aprendizagem ainda mais complexo para esse público (Cilia *et al.*, 2019; Putnam *et al.*, 2019).

A introdução de novas rotinas e métodos de ensino é frequentemente resistida por indivíduos com TEA, que tendem a se apegar a padrões rígidos e inflexíveis de pensamento, comportamento e ações (Grossi *et al.*, 2021). Para que as aplicações voltadas à comunicação sejam eficazes para crianças com TEA, devem abordar essa resistência à mudança e incorporar estratégias que facilitem uma transição suave (Condy; Scarpa; Friedman, 2019).

Além disso, as necessidades específicas do público autista exigem a implementação de recursos de reconhecimento de voz, que podem ser essenciais para a comunicação não verbal de crianças com TEA (Tripathi *et al.*, 2021). É também essencial melhorar as capacidades de comunicação da aplicação, permitindo que as crianças com TEA se expressem e compreendam os conteúdos de forma eficaz.

¹ Usabilidade é o termo que descreve a facilidade e eficácia com que os usuários interagem e lidam com uma ferramenta ou sistema (Nielsen; Budiu, 2013).

Para enfrentar essa complexidade, há necessidade de um design integrador capaz de desenvolver soluções que considerem as particularidades do TEA e permitam uma transição mais suave para essas ferramentas de aprendizagem. Como podemos criar estratégias de design de aplicações e métodos de ensino que sejam mais eficazes e adaptados às necessidades específicas das crianças com TEA? Essa é a questão crítica que esta pesquisa se propõe a abordar.

1.3 Proposta de solução

A pesquisa adota uma abordagem holística para enfrentar os complexos desafios relacionados à usabilidade e eficácia de aplicativos educacionais voltados para a comunicação não verbal de crianças autistas, especificamente *Card Talk*, *Leelo* e *Matraquinha*. Esses aplicativos foram projetados para fornecer uma plataforma de aprendizagem interativa e inclusiva para melhorar a comunicação, promover a alfabetização e incentivar a interação social de crianças autistas.

A metodologia proposta começa com uma análise aprofundada dessas ferramentas já implementadas. Essa análise abrange a avaliação dos recursos oferecidos por esses aplicativos, destacando a funcionalidade de reconhecimento de voz, comunicação e outros aspectos fundamentais para atender às necessidades únicas de crianças autistas.

Em seguida, a pesquisa incluiu uma avaliação abrangente, conduzida por especialistas em TEA, visando a usabilidade das ferramentas de crianças com TE. Essa avaliação compreenderá não só testes práticos, mas também entrevistas estruturadas e observações aprofundadas, a fim de recolher dados quantitativos e qualitativos. Essa abordagem multifacetada visa compreender plenamente as experiências das crianças com TEA e as suas interações com aplicações.

Um dos resultados mais significativos dessa etapa foi a identificação precisa das limitações específicas presentes nas ferramentas em questão e a identificação das áreas que necessitam de melhorias. Esta análise detalhada forneceu informações críticas que orientaram futuras modificações e desenvolvimento de ferramentas de aprendizagem. O objetivo final é melhorar significativamente a usabilidade, eficácia e adaptabilidade de um dos aplicativos *Matraquinha*, *Card Talk* e *Leelo* para atender melhor às necessidades de crianças autistas não verbais.

1.4 Objetivos

O objetivo deste estudo é analisar a usabilidade do *redesign* de um aplicativo digital para melhorar a comunicação de crianças com idades entre 6 e 12 anos diagnosticadas com TEA. Para alcançar o objetivo geral desta pesquisa, foram necessários atingir os seguintes objetivos específicos:

- realizar uma revisão abrangente da literatura para embasar as etapas subsequentes do estudo, abordando definições e características do TEA, Tecnologias Digitais na Educação Inclusiva, *design* e *redesign* de interfaces para indivíduos com TEA e avaliação das ferramentas e usabilidade de crianças com TEA;
- identificar, analisar e selecionar três aplicativos disponíveis nas plataformas *Android* (*Google Play Store*) e *iOS* (*App Store*), voltados para a CAA de crianças com TEA. A seleção basear-se-á em critérios de relevância, eficácia no contexto do TEA, acessibilidade, e será validada por um especialista na área;
- desenvolver e aplicar um *survey* a profissionais que utilizam esses aplicativos, com o objetivo de avaliar a usabilidade das aplicações. Serão consideradas características como visibilidade do *status* do sistema, compatibilidade do sistema com o mundo real, controle do usuário e liberdade, consistência e padrões, prevenção de erros, reconhecimento ao invés de relembração, flexibilidade e eficiência de uso, estética e *design* minimalista, ajudar os usuários a reconhecer, diagnosticar e corrigir erros e *help* e documentação;
- propor, desenvolver e aplicar uma revisão detalhada da interface de um dos aplicativos identificados como tendo pior usabilidade na fase anterior. O foco estará na otimização da usabilidade, inclusão de recursos adaptados às necessidades de crianças com TEA, e na melhoria geral da experiência do usuário;
- comparar a versão revisada dos aplicativos com sua versão anterior, com base em comentários e observações dos profissionais que aplicaram as heurísticas propostas. O objetivo é evitar possíveis problemas de usabilidade e identificar as vantagens e limitações de cada versão.

1.5 Estrutura do trabalho

Este trabalho está estruturado em 7 (sete) capítulos distintos. No Capítulo 1, são apresentados o contexto técnico-científico, o problema de pesquisa, a proposta de solução, os

objetivos, a metodologia operacional e as questões de pesquisa. No Capítulo 2, são explorados temas relacionados ao TEA, incluindo sua aplicação na alfabetização, *design* de interfaces, tecnologias digitais na educação inclusiva, avaliação de ferramentas para crianças com TEA e o *redesign* de interfaces específicas para esse público. O Capítulo 3 detalha as aplicações selecionadas e os critérios utilizados para sua escolha. O Capítulo 4 descreve minuciosamente o estudo realizado com profissionais que utilizam os aplicativos revisados. No Capítulo 5, são discutidos os resultados das métricas de usabilidade obtidas por meio de um *survey* aplicado a especialistas que utilizaram os aplicativos *Card Talk*, *Leeloo* e *Matraquinha* no processo de alfabetização de crianças com TEA. O Capítulo 6 detalha a construção do protótipo de *redesign* em alta fidelidade do aplicativo *Leeloo*, com o objetivo de melhorar significativamente sua interface conforme recomendações de especialistas em educação para crianças com TEA. Por fim, o Capítulo 7 apresenta as considerações finais e sugestões para trabalhos futuros, seguidos pelas referências e apêndices utilizados ao longo da pesquisa.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo, apresenta-se o embasamento teórico a partir de várias áreas e trabalhos que se relacionam e que permitem caracterizar esta pesquisa.

2.1 Transtorno do espectro autista

O Transtorno do Espectro do Autismo (TEA) é uma condição neuropsiquiátrica que exerce um impacto multifacetado no desenvolvimento infantil (Hodges; Fealko; Soares, 2020). Conforme o Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais — Quinta Edição (DSM-5²), publicado pela renomada Associação Psiquiátrica Americana (Association *et al.*, 2014), o TEA é categorizado como um Transtorno do Neurodesenvolvimento (NDD³). Esta classificação enfatiza as raízes neurocognitivas subjacentes do TEA, uma vez que emerge de alterações neurológicas complexas no processo de desenvolvimento infantil (Grzadzinski *et al.*, 2021).

O TEA se manifesta de forma heterogênea, dando origem a uma gama diversificada de características que variam em intensidade e natureza entre os indivíduos afetados (Solmi *et al.*, 2022). Para obter uma compreensão abrangente desta condição, é importante examinar as suas características definidoras: dificuldades na comunicação e interação social, padrões de comportamento repetitivos e restritivos, sensibilidades sensoriais atípicas, desafios na comunicação verbal e não verbal e variações nas habilidades cognitivas (Wiggins *et al.*, 2020).

2.1.1 Dificuldades de comunicação e interação social

As crianças com TEA enfrentam barreiras que podem variar em intensidade, mas, em geral, estas dificuldades afetam profundamente a sua capacidade de se conectar com outras pessoas. Uma das áreas mais afetadas é a criação e manutenção de relacionamentos interpessoais. As crianças com TEA podem achar difícil iniciar amizades e desenvolver laços emocionais com colegas, familiares e outras pessoas em seu ambiente. Podem não compreender as nuances da interação social, como partilhar interesses, compreender as necessidades dos outros e demonstrar empatia (Lee *et al.*, 2022).

Interpretar as emoções dos outros é um desafio adicional. Crianças com TEA podem ter dificuldade em discernir expressões faciais, tom de voz e outras dicas não verbais que as pessoas

² *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders — 5th edition*

³ *Neurodevelopmental Disorder*

usam para comunicar suas emoções. Isso pode levar a mal-entendidos e à incapacidade de identificar quando alguém está triste, feliz, zangado ou em outros estados emocionais (Tripathi *et al.*, 2021; Rosello *et al.*, 2020).

Além de enfrentarem obstáculos na interpretação das emoções dos outros, as crianças com TEA podem ter dificuldade em expressar as suas próprias emoções de forma adequada. Isso pode se manifestar de várias maneiras, desde reações emocionais desproporcionais a situações específicas até dificuldade em comunicar sentimentos de forma clara (Rosello *et al.*, 2020).

2.1.2 Padrões de comportamento repetitivos e restritos

Crianças com TEA geralmente apresentam padrões de comportamento repetitivos, o que é uma característica marcante desse transtorno. Esses padrões podem incluir a repetição de movimentos estereotipados, como balançar as mãos, bater palmas ou girar objetos. Esses comportamentos repetitivos podem parecer incomuns para os observadores, mas para a criança com TEA, muitas vezes servem como uma forma de autorregulação ou uma forma de lidar com a ansiedade e o estresse (Grossi *et al.*, 2021).

Outra característica significativa é o desenvolvimento de interesses restritos em temas específicos. Crianças com TEA tendem a concentrar-se intensamente em áreas específicas de interesse, muitas vezes de forma obsessiva. Esses interesses variam amplamente, desde veículos, números ou horários até tópicos altamente especializados, como astronomia, dinossauros ou mapas. Esses focos intensos podem dominar o tempo e a atenção da criança, muitas vezes às custas de outras atividades e interações sociais (Tian; Gao; Yang, 2022; McKinnon *et al.*, 2019; Condy; Scarpa; Friedman, 2019).

Embora estes comportamentos repetitivos e interesses restritos possam parecer incomuns ou perturbadores para os outros, é essencial reconhecer que, para a criança com TEA, muitas vezes proporcionam conforto e segurança. Estas atividades repetitivas e interesses específicos podem ser uma fonte de previsibilidade e controle num mundo que muitas vezes parece caótico e desafiador para estas crianças. Compreender a função destes comportamentos pode ajudar a criar ambientes de apoio que respeitem as necessidades individuais das crianças com TEA (Condy; Scarpa; Friedman, 2019).

Ao lidar com estes padrões de comportamento repetitivos e interesses restritos, é importante adotar uma abordagem terapêutica e educacional que considere as necessidades da criança. Terapeutas ocupacionais, fonoaudiólogos e programas de intervenção precoce podem

ajudar a melhorar as habilidades de comunicação, permitindo que essas crianças participem de forma mais eficaz nas interações sociais (Brierley *et al.*, 2021).

2.1.3 Sensibilidades sensoriais atípicas

Outra característica distintiva do TEA é a presença de sensibilidades sensoriais atípicas. Indivíduos com TEA frequentemente apresentam sensibilidades sensoriais incomuns, variando de hipersensibilidade (sensibilidade excessiva) a hipossensibilidade (sensibilidade reduzida) a uma ampla gama de estímulos sensoriais, como luz, som, texturas e sabores. Essas sensibilidades sensoriais podem afetar significativamente o ambiente em que a criança com TEA se sente confortável e como ela vivencia o mundo ao seu redor (Neufeld *et al.*, 2021; Glod; Riby; Rodgers, 2020).

A hipersensibilidade é uma característica comum em muitas pessoas com TEA. Isso significa que eles são suscetíveis a estímulos sensoriais, como ruídos altos, luzes fortes, texturas ásperas ou sabores intensos. Essa hipersensibilidade pode levar a reações emocionais intensas, desconforto ou até mesmo agitação diante desses estímulos. Como resultado, os indivíduos com TEA podem evitar ou reagir negativamente a ambientes, ou situações que a maioria das pessoas tolera sem problemas (Morimoto *et al.*, 2021).

Por outro lado, a hipossensibilidade envolve sensibilidade reduzida a estímulos sensoriais. Isto significa que algumas crianças com TEA podem não responder ou reagir de forma atípica a estímulos sensoriais que normalmente desencadeiam uma resposta em outras. Isso pode levar à busca de sensações mais intensas, como movimentos corporais repetitivos ou colocação frequente de objetos na boca. Estas hipossensibilidades podem afetar a segurança e o bem-estar da criança, exigindo supervisão adicional (Dellapiazza *et al.*, 2020).

Estas sensibilidades sensoriais atípicas podem ter um impacto significativo nas atividades diárias de crianças com TEA (Dellapiazza *et al.*, 2020; Glod; Riby; Rodgers, 2020). Por exemplo, a hipersensibilidade ao ruído pode dificultar frequentar ambientes barulhentos, como escolas ou centros comerciais (Leeuwen *et al.*, 2019; Neufeld *et al.*, 2021). A hipersensibilidade às texturas dos alimentos pode limitar a variedade de alimentos que a criança está disposta a comer. Além disso, a hipossensibilidade pode tornar o ambiente físico mais perigoso, pois a criança pode ignorar certos perigos (Morimoto *et al.*, 2021).

Para ajudar as crianças com TEA a gerir estas sensibilidades sensoriais, são frequentemente utilizadas estratégias de gestão. Isso pode incluir a adaptação do ambiente, como o uso de fones de ouvido com cancelamento de ruído para lidar com a hipersensibilidade sonora

ou a introdução gradual de estímulos sensoriais para aumentar a tolerância. Os terapeutas ocupacionais desempenham frequentemente um papel importante na avaliação e desenvolvimento de estratégias de gestão adequadas (Neufeld *et al.*, 2021).

É importante lembrar que as sensibilidades sensoriais variam amplamente de pessoa para pessoa com TEA. Portanto, uma abordagem individualizada é essencial para compreender e atender às necessidades específicas de cada criança. Compreender e gerir estas sensibilidades sensoriais pode melhorar significativamente a qualidade de vida dos indivíduos com TEA, permitindo-lhes participar de forma mais ativa e confortável no mundo que os rodeia (Leeuwen *et al.*, 2019; Dellapiazza *et al.*, 2020).

2.1.4 Desafios na comunicação verbal e não verbal

A comunicação representa um desafio substancial para muitos indivíduos com TEA. É importante ressaltar que a manifestação do TEA pode variar muito de pessoa para pessoa. Alguns indivíduos com TEA podem ser não verbais, o que significa que não utilizam a linguagem oral ou têm dificuldade em desenvolver essa habilidade. Outros podem precisar de ajuda para usar a linguagem de forma funcional, incluindo dificuldades em expressar as suas necessidades e pensamentos de forma clara e compreensível (Kolaski, 2020).

Para muitos indivíduos com TEA, compreender gestos e expressões faciais pode ser uma tarefa complexa. Podem ter dificuldade em interpretar o significado de gestos simples, como apontar ou acenar, e identificar as emoções transmitidas pelas expressões faciais dos outros. Isto pode levar a situações em que podem não compreender o que os outros estão a tentar comunicar por pistas não verbais (Farhan *et al.*, 2021; Febriantini; Fitriati; Oktaviani, 2021).

A capacidade de iniciar ou manter conversas é um dos desafios mais marcantes para indivíduos com TEA. Eles podem precisar aprender como iniciar uma conversa ou podem se concentrar em áreas específicas de interesse, dificultando a comunicação bidirecional. Além disso, podem precisar de ajuda para compreender as nuances da conversa, como a troca de turnos e a leitura de pistas sociais, o que pode prejudicar a qualidade das interações sociais (Febriantini; Fitriati; Oktaviani, 2021).

Para facilitar a comunicação eficaz em indivíduos com TEA, muitas vezes são necessárias estratégias de comunicação alternativas. Uma abordagem comum são os sistemas de CAA. Esses sistemas incluem painéis de comunicação com símbolos, aplicativos de comunicação em *tablets* e dispositivos eletrônicos que auxiliam os indivíduos a expressar suas necessidades e

pensamentos. A CAA possibilita a formação dos indivíduos a comunicar de eficazmente e a superar barreiras linguísticas e sociais (Kolaski, 2020; Fazil; Qureshi; Tabassum, 2021).

É essencial reconhecer que as estratégias de comunicação alternativa devem ser personalizadas para atender às necessidades individuais de cada pessoa com TEA. O que funciona para um indivíduo pode não ser adequado para outro. Portanto, a avaliação e orientação de profissionais de saúde, fonoaudiólogos e educadores são essenciais para determinar as estratégias mais adequadas para cada caso (Fazil; Qureshi; Tabassum, 2021).

2.1.5 Heterogeneidade nas habilidades cognitivas

As habilidades cognitivas de indivíduos com TEA podem variar consideravelmente. Alguns demonstram um funcionamento intelectual médio ou mesmo acima da média, enquanto outros enfrentam dificuldades de aprendizagem significativas e desafios de desenvolvimento em competências cognitivas. Essa ampla gama de habilidades cognitivas é uma característica distintiva do TEA (Chen *et al.*, 2019b; Hudac *et al.*, 2020).

Alguns indivíduos com TEA apresentam habilidades cognitivas médias ou até acima da média. Eles podem ter áreas específicas de talento, como matemática, música ou ciências. Estes indivíduos demonstram frequentemente um elevado grau de competência em determinadas áreas, mesmo que ainda enfrentem desafios nas competências sociais e de comunicação (Wolfers *et al.*, 2019).

Por outro lado, muitos indivíduos com TEA apresentam dificuldades significativas de aprendizagem e dificuldades no desenvolvimento de habilidades cognitivas. Isto pode manifestar-se como necessidade de ajuda para adquirir novas informações, seguir instruções complexas ou adaptar-se às mudanças ambientais. Estas deficiências podem tornar o processo educativo mais desafiante e exigir estratégias de ensino individualizadas (Paulais *et al.*, 2019).

Devido à diversidade de habilidades cognitivas dentro do TEA, é essencial adotar abordagens individualizadas e adaptadas para atender às necessidades específicas de cada criança. Não existe uma abordagem única, dadas as diferenças significativas no funcionamento cognitivo. Os profissionais de saúde, educadores e terapeutas devem avaliar cuidadosamente as capacidades de cada criança e criar planos de intervenção personalizados (Chen *et al.*, 2019b).

É essencial não só reconhecer áreas em que um indivíduo com TEA pode enfrentar dificuldades, mas também identificar e reforçar as suas competências e talentos. Isso pode ajudar a melhorar a qualidade de vida e aumentar a autoestima. As abordagens de ensino centradas nos

pontos fortes individuais e na superação de desafios são muitas vezes mais eficazes (Mottron; Bzdok, 2020).

2.2 Tecnologias digitais na educação

A integração de tecnologias digitais na educação inclusiva proporciona oportunidades de aprendizado equitativas para todos os alunos, incluindo aqueles com TEA (Melo *et al.*, 2022). E podem ser usadas de diversas maneiras para promover a inclusão e o desenvolvimento educacional de crianças com TEA.

Desempenhando um papel fundamental no ensino inclusivo para crianças com TEA, oferecendo uma série de benefícios que podem ser explorados mais detalhadamente. As tecnologias digitais podem ser adaptadas para atender às necessidades individuais de cada criança com TEA. O ensino pode ser personalizado conforme o nível de desenvolvimento, habilidades e preferências de aprendizado de cada criança. Por meio de aplicativos educacionais, jogos interativos e programas de ensino, os educadores e terapeutas podem criar experiências de aprendizado sob medida, tornando o processo educacional mais eficaz e envolvente (Roberts-Yates; Silvera-Tawil, 2019).

A natureza interativa dessas tecnologias é particularmente benéfica para crianças com TEA. Muitas vezes se beneficiam de estímulos visuais e interações diretas, e as tecnologias digitais oferecem uma ampla gama de recursos multimídia, como vídeos, imagens, animações e jogos, que podem tornar o aprendizado mais envolvente. Esses elementos visuais e interativos ajudam a simplificar conceitos complexos, tornando-os mais acessíveis e compreensíveis (Mitsea; Drigas; Skianis, 2022).

Por sua vez, a comunicação é uma área central em que as tecnologias digitais desempenham um papel importante para crianças com TEA. Muitas crianças com TEA enfrentam desafios na comunicação verbal e não verbal. Nesse sentido, as tecnologias digitais oferecem uma variedade de ferramentas de CAA que auxiliam na expressão de pensamentos, sentimentos e necessidades. *Softwares* e aplicativos de CAA possibilitam a comunicação por meio de símbolos, imagens, texto e voz sintetizada, proporcionando uma maneira eficaz de se expressar (Ntalindwa *et al.*, 2019).

O uso de tecnologias digitais no ensino inclusivo para crianças com TEA também pode facilitar sua inclusão em ambientes educacionais tradicionais. Com o suporte das tecnologias, as crianças com TEA podem participar de aulas regulares, interagir com colegas e professores

de forma mais eficaz e aproveitar oportunidades de aprendizado em um ambiente inclusivo (Glumbic'; ĐordĀevic'; Brojc'ĭn, 2022).

É importante reconhecer que, embora as tecnologias digitais ofereçam muitos benefícios, também apresentam desafios e considerações éticas. Incluindo a necessidade de garantir que a tecnologia seja usada de maneira apropriada e que as crianças com TEA sejam supervisionadas de perto. Além disso, é importante avaliar constantemente o progresso e as necessidades individuais das crianças para garantir que as tecnologias sejam eficazes e estejam atendendo às metas de aprendizado (Sharma; Giannakos, 2021).

As tecnologias digitais no ensino inclusivo de crianças com TEA permitem a personalização do ensino, oferece aprendizado interativo, facilita a comunicação e promove a inclusão em ambientes educacionais mais amplos. No entanto, é essencial abordar o uso de tecnologias com responsabilidade, considerando as necessidades e limitações individuais das crianças com TEA (Glumbic'; ĐordĀevic'; Brojc'ĭn, 2022; Mitsea; Drigas; Skianis, 2022; Melo *et al.*, 2022).

O uso de tecnologias digitais é uma ferramenta valiosa no apoio a crianças com TEA, oferecendo vantagens notáveis no ensino e tratamento. Essas tecnologias podem ser adaptadas para atender às necessidades específicas de cada criança, permitindo a personalização do ensino. Aplicativos e *softwares* são projetados para promover interações sociais e melhorar as habilidades de comunicação, enquanto a natureza interativa e visual torna o ambiente de aprendizado mais atraente, aumentando o engajamento e a motivação para aprender (Goosen, 2023).

O uso de tecnologias digitais no apoio a crianças com TEA enfrenta desafios, incluindo a necessidade de garantir acessibilidade e adequação às necessidades individuais, como ajustes sensoriais e motores. Além disso, é importante integrar as tecnologias como parte de uma abordagem educacional mais ampla, evitando que substituam outras formas de ensino e terapia, mas sim complementando-as para assegurar uma educação completa e equilibrada (Ghanouni *et al.*, 2020).

2.3 Design de interfaces para indivíduos com TEA

O *design* de interfaces para indivíduos com TEA é uma área que busca tornar a tecnologia mais acessível e utilizável para essa população (Ismail; Ramli; Rozzani, 2021). Nesta seção, exploraremos os princípios de *design* inclusivo e adaptativo, estratégias para simplificação

cognitiva e visualização de informações, bem como as considerações ergonômicas e sensoriais necessárias para criar interfaces amigáveis para crianças com TEA.

2.3.1 Princípios de *design* inclusivo e adaptativo para pessoas com TEA

O *design* inclusivo visa criar interfaces que sejam acessíveis a uma ampla gama de usuários, incluindo aqueles com TEA. Alguns princípios importantes contêm: simplicidade, *feedback* claro, personalização e consistência (Fage *et al.*, 2019).

No contexto do *design* inclusivo para TEA, a simplicidade é fundamental (Fage *et al.*, 2019). Interfaces de *software*, *sites* e aplicativos devem ser projetados com uma abordagem minimalista (Johnson, 2020). Elementos visuais não devem ser excessivamente complexos, cores e *layouts* devem ser claros e intuitivos (Bühler; Hemmert; Hurtienne, 2020). Reduz a sobrecarga sensorial e cognitiva para pessoas com TEA, permitindo que elas se concentrem mais facilmente nas informações e tarefas essenciais (Pastor-Cerezuela *et al.*, 2020).

Fornecer *feedback* claro é uma prática no *design* inclusivo (Burgstahler; Cory, 2010). Para pessoas com TEA, a compreensão do *feedback* imediato é essencial (Turnock; Langley; Jones, 2022). Desta forma, as interfaces devem comunicar de maneira simples e direta, o que inclui indicadores visuais, como mudanças de cor, ícones intuitivos ou mensagens de texto concisas que informam o que aconteceu após uma ação.

A personalização é um dos princípios mais importantes no *design* inclusivo para TEA (Mostafa, 2021). As interfaces devem permitir que os usuários ajustem as configurações de acordo com suas preferências e necessidades individuais (Loitsch *et al.*, 2017). Afetando a capacidade de alterar o tamanho da fonte, o contraste, a quantidade de informações exibidas, ou até mesmo a opção de desativar recursos que possam ser distrativos. A personalização capacita os indivíduos com TEA a adaptar a interface de acordo com suas preferências, tornando a experiência de uso mais confortável e acessível.

Manter a consistência na organização e no *design* dos elementos ao longo da interface evita confusão (Tidwell, 2010). Para pessoas com TEA, a familiaridade com a disposição dos elementos e como as informações são apresentadas pode ser reconfortante e facilitar a navegação (Benton *et al.*, 2012). Evitar mudanças abruptas no *layout*, cores e ícones ajuda a criar uma experiência mais previsível e menos perturbadora.

O *design* inclusivo visa garantir que as interfaces sejam acessíveis a uma ampla gama de usuários, incluindo aqueles com TEA (Clarkson *et al.*, 2013). A adoção de princípios como simplicidade, *feedback* claro, personalização e consistência pode fazer uma grande diferença

na experiência de uso e na acessibilidade para pessoas com TEA, tornando a interação com tecnologia mais amigável e eficaz.

2.3.2 Estratégias para simplificação cognitiva e visualização de informações

Indivíduos com TEA podem se beneficiar de estratégias que simplifiquem a cognição e a visualização de informações. Utilizando pictogramas⁴, textos claros e diretos, *feedback*, CAA e suporte de comunicação (Barbu *et al.*, 2015; Fannan, 2017).

Incorporar pictogramas e símbolos visuais é uma técnica eficaz para ajudar pessoas com TEA a compreender informações (Barros *et al.*, 2014). Esses elementos visuais podem representar conceitos, objetos, ações e emoções, tornando a comunicação mais acessível e compreensível. Sistemas de comunicação alternativos, como o *Picture Exchange Communication System* (PECS), são comumente empregados para auxiliar na expressão de desejos e necessidades (Corbett; Prelock, 2021).

A comunicação com indivíduos com TEA deve ser uma linguagem simples e direta (Beutel *et al.*, 2021). Evitar metáforas, figuras de linguagem complexas ou linguagem ambígua que possam criar confusão, compreender e transmitir informações de forma eficaz através da utilização de texto claro e direto (Morrison-Smith; Ruiz, 2020).

O *feedback* visual desempenha um papel essencial no apoio à navegação e compreensão das informações (Rutherford *et al.*, 2020). Dicas visuais, como setas e ícones, podem ser usadas para orientar os usuários com TEA sobre como navegar na interface de um aplicativo ou compreender um conjunto de instruções. Essas dicas visuais ajudam a organizar e estruturar o ambiente, tornando-o mais previsível e compreensível (Banker *et al.*, 2021).

Nos casos mais graves de TEA, quando a fala verbal é extremamente limitada ou inexistente, a CAA pode ser uma opção essencial (Putnam *et al.*, 2019). Dispositivos eletrônicos, aplicativos de comunicação ou quadros ajudam as pessoas com TEA a se expressarem de forma mais eficaz, construindo frases e compartilhando pensamentos e desejos.

Além das estratégias de apoio à comunicação, o treino de competências sociais desempenha um papel fundamental no desenvolvimento das competências interpessoais dos indivíduos com TEA (Moody; Laugeson, 2020). Essas atividades incluem o ensino de regras sociais, a interpretação de emoções e a prática da interação social por meio de abordagens estruturadas e repetitivas (Bamicha; Drigas, 2022).

⁴ Pictograma ou pictógrafo é um símbolo que representa um objeto ou conceito por meio de desenhos figurativos.

Além das estratégias individuais, é vital criar um ambiente sensível às necessidades das pessoas com TEA. Atividades como minimizar estímulos sensoriais excessivos, promover previsibilidade e fornecer recursos de apoio como profissionais de saúde e terapeutas especializados compõem essas ações (Reis; Bargão, 2020).

A aplicação de estratégias que simplifiquem a cognição e a visualização da informação e o suporte adequado são cruciais para melhorar a comunicação e a interação social dos indivíduos com TEA. Essas abordagens visam criar um ambiente mais inclusivo e facilitar a participação ativa dessas pessoas na sociedade.

2.3.3 Considerações ergonômicas e sensoriais no *design* de interfaces para crianças com TEA

As interfaces amigáveis para crianças com TEA considera suas necessidades ergonômicas e sensoriais, tais como: *feedback tátil*, acessibilidade, redução de estímulos sensoriais e princípios de *design* inclusivo e de simplificação cognitiva (Estes; Beverly; Castillo, 2020).

Ao projetar interfaces para crianças com TEA, especialmente aquelas com deficiência motora, é essencial garantir a acessibilidade (Estes; Beverly; Castillo, 2020). A adaptação dos controles de toque, como tamanho do botão, sensibilidade ao toque e *layout* da tela, pode tornar a interação mais acessível (Menges; Kumar; Staab, 2019). Permitindo que crianças com habilidades motoras variadas usem a interface de maneira mais eficaz. Além disso, métodos de entrada alternativos, como dispositivos adaptativos, incluindo *joysticks* ou teclados personalizados, podem beneficiar crianças com necessidades específicas (Braun; Wölfel, 2022).

A acessibilidade é fundamental ao projetar interfaces para crianças com TEA, especialmente aquelas com deficiência motora (Raymaker *et al.*, 2019). A adaptação dos controles de toque, como tamanho do botão, sensibilidade ao toque e *layout* da tela, pode tornar a interação mais acessível. Isso permite que crianças com habilidades motoras variadas usem a interface de maneira mais eficaz. Além disso, métodos de entrada alternativos, como o uso de dispositivos adaptativos, como *joysticks* ou teclados personalizados, podem beneficiar crianças com necessidades específicas (Tentori; Escobedo; Balderas, 2015).

Muitas crianças com TEA são sensíveis a estímulos sensoriais, como luzes fortes, sons altos e elementos visuais complexos (Nair *et al.*, 2022). Ao projetar interfaces, o *design* deve considerar o ambiente sensorial da criança e reduzir elementos visuais ou sonoros que distraem e que podem causar desconforto ou sobrecarga sensorial. De tal forma que, pode incluir a opção de

personalizar o ambiente da interface, como ajustar o brilho da tela, desativar efeitos sonoros ou até mesmo escolher uma paleta de cores suave e discreta (Rezae *et al.*, 2020). A personalização desses elementos permite que os pais ou responsáveis adaptem a interface conforme as preferências e necessidades das crianças.

Ao criar interfaces para crianças com TEA, é essencial adotar princípios de *design* inclusivo e simplificação cognitiva (Pradeep, 2023). A interface deve ser compreensível e acessível a crianças com diferentes capacidades cognitivas. Esse processo é essencial para organizar as informações de forma lógica, utilizando ícones e imagens claras, linguagem simples e direta e minimizando elementos desnecessários. O objetivo é tornar a interface intuitiva e fácil de usar, promovendo a independência da criança na interação com a tecnologia.

Projetar interfaces para crianças com TEA requer uma abordagem cuidadosa e inclusiva. Ao considerar as necessidades ergonômicas e sensoriais, adotando princípios de *design* inclusivo e de simplificação cognitiva, podemos criar interfaces mais acessíveis e amigáveis que vão ao encontro das necessidades individuais destas crianças, facilitando a sua interação com a tecnologia e promovendo o seu desenvolvimento. Estas práticas não só beneficiam as crianças com TEA, mas também contribuem para a criação de um ambiente digital mais inclusivo e acessível para todos (Raymaker *et al.*, 2019).

2.4 Redesign de interfaces para crianças com TEA

Nesta seção, exploraremos o processo de redesenho de interfaces de aplicativos, jogos ou outras ferramentas digitais, com o intuito de adaptá-las e melhor atender às necessidades particulares das crianças com TEA. Esse redirecionamento visa proporcionar uma experiência mais inclusiva, acessível e personalizada para esse público específico. Ao abordar estratégias e considerações específicas, buscamos otimizar a usabilidade e a interação, promovendo um ambiente digital, eficaz e apropriado para o desenvolvimento cognitivo e social das crianças com TEA.

2.4.1 Estratégias de *redesign* de interfaces visando a adaptação ao público com TEA

Ao redesenhar interfaces para crianças com TEA, é fundamental adotar estratégias que simplifiquem a usabilidade e tornem a experiência mais acessível. Na busca por melhorar a usabilidade de interfaces para crianças com TEA, diversas estratégias importantes são imperativas (Moreno *et al.*, 2023).

Em primeiro lugar, a simplificação da interface é fundamental, envolvendo a redução da complexidade do menu, a minimização de elementos que distraem e a clarificação geral da estrutura, visando evitar a sobrecarga de informações e manter um *layout* organizado (Kumar *et al.*, 2012). Além disso, o uso de cores e imagens adequadas é essencial, considerando as sensibilidades visuais das crianças com TEA. Recomenda-se optar por cores suaves e imagens não superestimulantes, considerando cuidadosamente as paletas de cores mais atraentes e menos aversivas para essa população. Selecionar imagens relevantes e facilmente compreensíveis torna a comunicação eficaz com as crianças (Irish, 2019).

A iconografia clara e consistente desempenha um papel fundamental na facilitação da interação. Os ícones e símbolos devem ser simples, transparentes e consistentes em toda a interface. A utilização de pictogramas ou ícones amplamente reconhecidos pode ser benéfica, garantindo sua fácil identificação e associação com as ações pretendidas (Brusilovsky, 2022).

Fornecer *feedback* visual e auditivo claro ajuda as crianças a compreender a relação entre suas ações e a resposta da interface (Pontis, 2022). Incorporar dicas visuais e auditivas quando uma ação é executada ou ocorre uma mudança de estado aumenta a compreensão. Além disso, oferecer opções de personalização é outra estratégia importante, permitindo que os pais ou responsáveis ajustem as configurações da interface com base nas necessidades individuais da criança. O que pode envolver a desativação ou modificação de estímulos sensoriais, como sons ou animações.

Além disso, garantir uma navegação intuitiva é fundamental, envolvendo a criação de caminhos de navegação simples, incluindo botões de retorno e organização hierárquica de conteúdo. Contribuindo para uma interface lógica e amigável (Gupta *et al.*, 2023).

Além de tudo, entender os potenciais desafios enfrentados por crianças com TEA ao lidar com tempos de espera é de suma importância. Minimizar os atrasos na resposta da interface e fornecer indicações visuais ou auditivas durante as ações em curso são considerações essenciais para aprimorar a experiência do usuário. Além disso, a incorporação de recursos de ajuda ou tutoriais interativos é benéfica, oferecendo orientação valiosa para crianças com TEA ao utilizar a interface, especialmente para aqueles que estão iniciando o uso da ferramenta. Essas estratégias visam tornar a interação mais fluida, intuitiva e adaptada às necessidades específicas desse público, promovendo uma experiência digital mais inclusiva e acessível (Pichiliani, 2020).

Por outro lado, os testes com usuários reais desempenham um papel importante, incorporando *feedback* de crianças reais com TEA e suas famílias para identificar problemas de usabilidade e realizar ajustes com base nas necessidades práticas dos usuários. A consistência

em toda a interface é um princípio fundamental, abrangendo a estética visual, o comportamento interativo dos elementos e a organização dos elementos na tela. Esse padrão consistente facilita uma compreensão mais rápida e intuitiva da interface, promovendo uma interação mais eficiente e adaptada às necessidades específicas das crianças com TEA (Pichiliani, 2020).

2.4.2 Abordagens de *design* centrado no usuário para garantir a eficácia das mudanças implementadas

O *design* centrado no usuário desempenha um papel crítico ao redesenhar interfaces para crianças com TEA. Essa abordagem coloca as necessidades e experiências das crianças com TEA no centro do processo de *design* e redesenho, garantindo que as mudanças implementadas sejam verdadeiramente eficazes (Cañete; Peralta, 2022).

O envolvimento ativo no processo de coleta de *feedback* é essencial e envolve crianças com TEA, seus cuidadores e profissionais (Millen; Cobb; Patel, 2011). Esse envolvimento pode manifestar-se de várias formas, tais como entrevistas, observações diretas, questionários e grupos focais. Compreender as preferências, desafios e necessidades individuais visão direcionar com precisão as mudanças no projeto.

O processo de *Design* Centrado no Usuário (DCU) envolve iterações e prototipagem rápida, criando protótipos iterativos que podem ser continuamente testados e refinados. Isso garante que os *designers* possam fazer ajustes com base no *feedback* coletado, melhorando a usabilidade ao longo do tempo (Salinas; Cueva; Paz, 2020).

É aconselhável realizar testes piloto com um pequeno grupo de crianças com TEA antes de implementar mudanças em maior escala (Connelly, 2008; Chen *et al.*, 2019a). Isso ajuda a identificar problemas iniciais e garante que as alterações propostas sejam apropriadas. Considerar as diferenças individuais é parte integrante do DCU, dada a ampla gama de necessidades e preferências exibidas por crianças com TEA (Salinas; Cueva; Paz, 2020). O *design* acomoda essa diversidade, oferecendo opções de personalização, como opções de cores, níveis de dificuldade e modos de interação.

O processo de DCU deve ser percebido como uma avaliação contínua e não estática (Sharma; Rangarajan, 2019). À medida que as crianças com TEA crescem e desenvolvem novas competências, as interfaces digitais devem adaptar-se e atualizar-se para satisfazer as suas necessidades em constante evolução.

Além do *feedback* dos usuários, as visões de profissionais especializados, como terapeutas ocupacionais, fonoaudiólogos e educadores, são inestimáveis. Eles podem orientar

as melhores práticas e abordagens terapêuticas que podem ser incorporadas ao projeto. A acessibilidade universal é um objetivo do DCU, que visa promover ferramentas utilizáveis por crianças com e sem TEA. Isso incorpora princípios de *design* inclusivos, incluindo legibilidade, contraste e navegação intuitiva (Salinas; Cueva; Paz, 2020).

Portanto, o DCU é uma abordagem essencial para garantir a eficácia das mudanças implementadas em interfaces digitais para crianças com TEA. A coleta contínua de *feedback*, iteração constante e adaptação às necessidades individuais são princípios-chave para criar ferramentas digitais usáveis e eficazes que atendam a essa população de maneira significativa.

2.5 Avaliação de ferramentas e usabilidade para crianças com TEA

Nesta seção, dedicaremos nossa atenção à avaliação cuidadosa das ferramentas digitais e à sua usabilidade específica no contexto do TEA. Compreender como essas ferramentas são adaptadas e interagem com as necessidades particulares das crianças com TEA garante que esses recursos tecnológicos desempenhem um papel eficaz no suporte ao desenvolvimento e na promoção da inclusão (Valencia; Rusu; Botella, 2021).

2.5.1 Métodos de avaliação de usabilidade adaptados a crianças com TEA

Crianças com TEA apresentam características específicas que exigem considerações especiais ao adaptar as avaliações de métodos de usabilidade. O aprimoramento desses métodos é essencial devido às necessidades específicas apresentadas nas crianças com TEA, incluindo a redução da carga sensorial, a minimização da complexidade da interação, a consideração de sistemas de comunicação alternativa e a participação ativa dos pais ou cuidadores no processo (Valencia; Rusu; Botella, 2021; Aguiar *et al.*, 2022)

Ao realizar a avaliação de crianças com TEA, é essencial empregar métodos adaptados que considerem as necessidades específicas dessa população. Dentre esses métodos, a observação direta emerge como uma abordagem fundamental (Valencia *et al.*, 2022; Susanti; Junaedi; Effendy, 2019), permitindo a análise da interação da criança com interfaces, dispositivos ou produtos. Nessa observação, são considerados aspectos como comunicação não verbal e comportamentos particulares associados ao TEA, como indicadores de interesse, desconforto ou confusão (Susanti; Junaedi; Effendy, 2019).

Outro método relevante é o uso de escalas de classificação de comportamento, que atribuem pontuações a comportamentos observados durante a interação. Essas escalas são

desenvolvidas levando em consideração padrões típicos de crianças com TEA, como movimentos repetitivos ou sensibilidades sensoriais (Brann *et al.*, 2022). O *feedback* sensorial, por sua vez, busca avaliar as respostas sensoriais da criança ao uso do produto, ajustando a interface para minimizar desconfortos sensoriais comuns no TEA, como hipersensibilidade ou hipossensibilidade (Rayes *et al.*, 2023).

Para avaliar a capacidade da criança em realizar tarefas na interface do produto, são utilizados testes de interação simples. Esses testes consideram a preferência por rotinas, a necessidade de instruções claras e a adaptação da complexidade das tarefas para melhor atender às necessidades individuais (Theresia, 2020). A avaliação baseada em pictogramas ou símbolos visa facilitar a compreensão da criança, adotando representações visuais simples e conhecidas por ela (Sorbello *et al.*, 2023).

Além disso, as entrevistas estruturadas com pais ou cuidadores proporcionam visões valiosas sobre a experiência da criança com o produto. Exploram informações relacionadas a comportamentos, preferências sensoriais e desafios específicos enfrentados durante a interação (Rashedi *et al.*, 2022). Por fim, os testes piloto com profissionais especializados, como terapeutas ocupacionais, fonoaudiólogos ou educadores, contribuem para identificar possíveis desafios, considerando a experiência desses profissionais no entendimento das necessidades específicas das crianças com TEA (Valencia; Botella; Rusu, 2022). Esses métodos adaptados, quando integrados, proporcionam uma abordagem abrangente e personalizada para avaliar e atender às necessidades das crianças com TEA em ambientes digitais.

A usabilidade desempenha um papel fundamental para garantir que essas crianças possam acessar e interagir efetivamente com a tecnologia, trazendo benefícios significativos para o seu desenvolvimento cognitivo. A adaptação e o refinamento contínuo das ferramentas digitais não apenas facilitam a participação ativa das crianças com TEA, mas também proporcionam um ambiente inclusivo que promove a autonomia e a aprendizagem individualizada (Schmidt; Glaser, 2021).

2.5.2 Considerações éticas na condução de estudos envolvendo crianças com TEA

Ao iniciar estudos envolvendo crianças com TEA, é imperativo observar diligentemente os princípios éticos essenciais. Essa abordagem é essencial para salvaguardar a integridade, proteção e bem-estar das crianças participantes, garantindo que cada etapa do processo de investigação seja conduzida com a mais elevada responsabilidade e cuidado (Gowen *et al.*, 2019; Cascio *et al.*, 2020).

A condução ética de estudos envolvendo crianças com TEA requer atenção especial em duas áreas cruciais: consentimento informado e compreensão da criança (Cascio; Weiss; Racine, 2021). No primeiro caso, os termos de consentimento devem ser precisos e fornecer informações detalhadas sobre o estudo, abrangendo objetivos, procedimentos, riscos e benefícios.

Ao adaptar a comunicação para a compreensão da criança, é imperativo ajustar a apresentação das informações às necessidades específicas da criança com TEA. Isso pode incluir o uso de linguagem simplificada, pictogramas ou outras ferramentas de comunicação compreensíveis, garantindo que a criança compreenda totalmente os elementos relacionados ao estudo.

No contexto de estudos com crianças com diagnóstico de TEA, destaca-se a importância do envolvimento dos pais ou cuidadores (Fletcher-Watson *et al.*, 2019; Cascio *et al.*, 2020; KUMAR *et al.*, 2019). Dada a potencial dificuldade de comunicação e interação por parte das crianças com TEA, a participação ativa dos pais ou cuidadores desempenham um papel central na compreensão das necessidades e desafios específicos da criança, contribuindo para a tomada de decisões e monitorização do bem-estar ao longo do estudo. A estreita colaboração com os pais ou cuidadores enriquece a investigação com informações valiosas e garante que as considerações éticas e de cuidado sejam totalmente incorporadas no processo de investigação (Fletcher-Watson *et al.*, 2019).

Além disso, é de vital importância preservar rigorosamente a privacidade das crianças com TEA e das suas famílias, sendo necessária a implementação de medidas robustas para garantir a segurança e a confidencialidade dos dados recolhidos, mantendo, ao mesmo tempo, a identidade das crianças estritamente confidencial (KUMAR *et al.*, 2019). Por outro lado, a condução da pesquisa exige cautela para minimizar potenciais riscos associados à participação de crianças com TEA. Isto inclui a implementação de interfaces de utilizador seguras, a manutenção de supervisão constante durante as sessões de teste e a flexibilidade de interromper ou ajustar o estudo a qualquer sinal de desconforto para as crianças. Esses cuidados são indispensáveis para garantir a integridade ética da pesquisa e o bem-estar das crianças participantes (Gowen *et al.*, 2019).

Ao conceber um estudo centrado em crianças com TEA, é imperativo enfatizar os benefícios para as crianças como objetivo principal (Cascio *et al.*, 2020). Os objetivos do estudo devem ser meticulosamente elaborados para produzir vantagens tangíveis para crianças com TEA, como o aprimoramento das interações tecnológicas e o avanço do conhecimento na área (Gowen *et al.*, 2019). Os pesquisadores e os comitês de ética devem avaliar os riscos e benefícios associados à participação de crianças com TEA antes de iniciar o estudo. Essa

avaliação informada é fundamental para a tomada de decisões éticas e para a minimização de riscos potenciais (Cascio *et al.*, 2020; Gowen *et al.*, 2019).

Além disso, reconhecer o acesso aos recursos de apoio é fundamental (KUMAR *et al.*, 2019). Compreender e considerar os recursos de apoio disponíveis para crianças com TEA e suas famílias são componentes essenciais da investigação ética (Gowen *et al.*, 2019). Isso engloba serviços terapêuticos, orientação e apoio emocional, contribuindo para uma abordagem integral que prioriza o bem-estar e o tratamento ético dos participantes do estudo.

Portanto, é necessário conduzir o estudo de crianças com TEA de maneira ética, respeitando seus direitos e necessidades. A colaboração com profissionais da área médica e a obtenção de aprovação de comitês de ética são práticas essenciais para garantir a integridade e responsabilidade na condução de pesquisas com essa população vulnerável.

3 SELEÇÃO DE APLICATIVOS PARA ALFABETIZAÇÃO DE CRIANÇAS COM TEA

A fase de seleção de aplicações para alfabetização de crianças com TEA visa fornecer ferramentas educacionais adaptadas às necessidades específicas desse público. O processo de seleção teve em conta critérios fundamentais e centrou-se na relevância, eficácia e acessibilidade das aplicações.

3.1 Critério de seleção

A cuidadosa formulação e estabelecimento de parâmetros de seleção nesta pesquisa desempenham um papel crucial para garantir que as aplicações escolhidas atendam de forma abrangente e eficaz às necessidades específicas de crianças com TEA na alfabetização. Esses critérios, nomeadamente **relevância**, **eficácia** e **acessibilidade**, foram meticulosamente delineados para garantir uma escolha bem fundamentada e alinhada com os objetivos educativos propostos.

- **Relevância:** destaca-se como peça-chave nesse processo de seleção, com foco na capacidade intrínseca das aplicações em atender às necessidades educacionais específicas de crianças com TEA. A avaliação da relevância centra-se na adequação das aplicações aos princípios essenciais da alfabetização, adaptando-as de forma específica para fazer face aos desafios cognitivos apresentados por essa população;
- **Eficácia:** visa garantir que as aplicações selecionadas desempenham um papel ativo e positivo no desenvolvimento cognitivo no âmbito da alfabetização. Esse indicador crucial centra-se na capacidade das aplicações proporcionarem uma experiência educativa que vai além do convencional, contribuindo substancialmente para o avanço da aprendizagem e compreensão do processo de alfabetização de crianças com TEA;
- **Acessibilidade:** enfatiza a criação de interfaces intuitivas e adaptáveis, proporcionando uma experiência inclusiva para crianças com TEA. A busca pela acessibilidade visa superar barreiras cognitivas, sensoriais e motoras, garantindo que a interação com os aplicativos seja prática e compreensível para esse público.

Ao considerar esses três critérios inter-relacionados, esta investigação pretende escolher aplicações e ferramentas educativas que contribuam significativamente para a promoção da alfabetização de crianças com TEA. A abordagem a esses critérios estabelece as bases para uma seleção informada, alinhada com princípios de educação inclusiva e personalizadas.

3.2 Processo de seleção

A etapa de seleção, vital para o sucesso desta pesquisa, foi conduzida por uma análise detalhada dos mais variados aplicativos disponíveis nas plataformas *Google Play Store* e *APP Store*. Esse processo crítico foi orientado pelos critérios pré-definidos de relevância, eficácia e acessibilidade, garantindo que as aplicações escolhidas atendiam efetivamente às necessidades específicas das crianças com TEA no contexto da comunicação alternativa.

Cada aplicativo passou por uma avaliação, considerando sua adequação aos critérios e sua capacidade de alinhamento aos princípios fundamentais de alfabetização. Surgiram três aplicações, conforme destaque nesse processo seletivo, sendo identificadas como promissoras para enriquecer o processo de alfabetização de crianças com TEA.

Essa escolha reflete a qualidade intrínseca das aplicações selecionadas e a sua sinergia com os objetivos educativos traçados nesta investigação. Essas aplicações, quando reconhecidas como ferramentas potencialmente valiosas, constituem uma base sólida para as fases subsequentes de investigação, que incluirão uma avaliação mais aprofundada e específica dessas ferramentas educativas no contexto da alfabetização de crianças com TEA. Esse processo de seleção visa contribuir significativamente para a compreensão e melhoria do cenário educacional das crianças com TEA, destacando a importância da escolha de ferramentas adaptadas e práticas para o seu desenvolvimento educacional.

3.3 Validação por especialista

Para garantir a qualidade da seleção, os aplicativos escolhidos passaram por uma validação crítica realizada por um especialista altamente qualificado na área do TEA. Esse profissional, dotado de vasto conhecimento nas complexidades desse transtorno, analisou cada aplicativo. Sua validação proporcionou uma camada adicional de confiança, garantindo que os aplicativos selecionados estivessem alinhados com os padrões rigorosos estabelecidos para esta pesquisa.

A fase de seleção não apenas fundamentou a escolha dos aplicativos, mas também estabeleceu uma base sólida para as próximas etapas da pesquisa. As ferramentas foram escolhidas e submetidas a uma análise mais aprofundada, afim de reconhecer o aplicativo com o desempenho mais baixo para ser redesenhada e otimizada para melhor atender às necessidades específicas de crianças com TEA, marcando um avanço significativo em direção à educação inclusiva e personalizada.

3.4 Aplicações selecionadas

Os aplicativos selecionados foram: *Card Talk*, *Leeloo* e o *Matraquinha*. Esses aplicativos visam facilitar a comunicação, aprendizado e interação de crianças autistas, oferecendo uma variedade de recursos e ferramentas adaptadas para suas necessidades específicas.

3.4.1 *Card Talk*

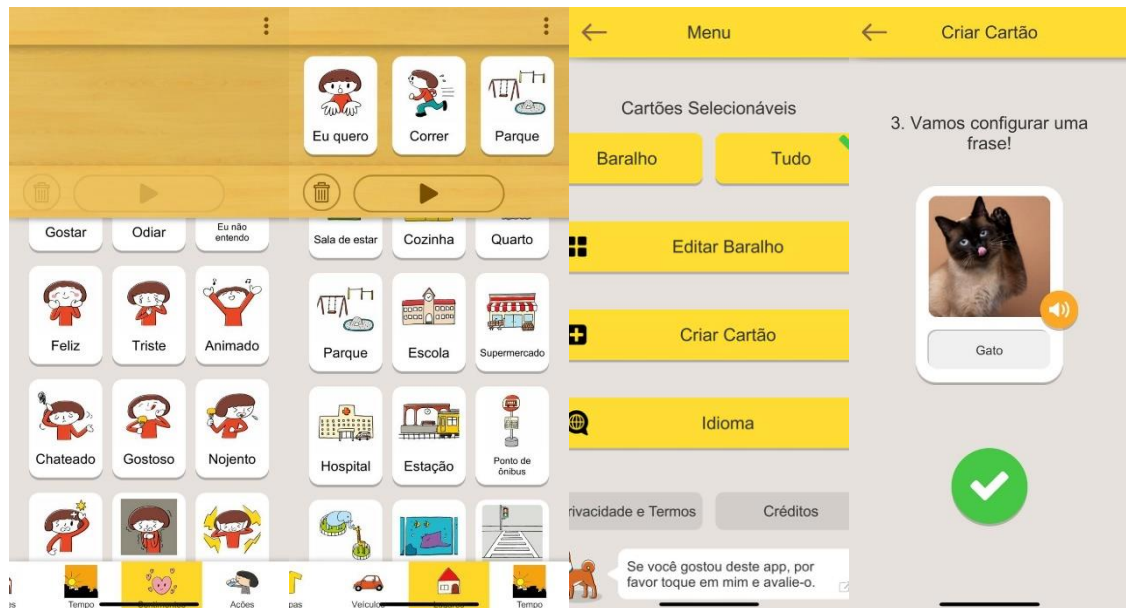
O aplicativo *Card Talk* versão 1.1.6 (Figura 1 e Figura 2) oferece suporte para crianças com dificuldade na comunicação verbal, permitindo o uso de cartões semelhantes aos utilizados em sala de aula. Os cartões podem ser personalizados com fotos, gravações de som e descrição. Disponibiliza 200 tipos de cartões para uso no dia a dia, com *cards* de interações em diversos idiomas. Permite a criação de novos cartões personalizados a partir de imagens próprias. É um aplicativo livre de anúncios, proporcionando segurança no uso por crianças.

Figura 1 - Logo do aplicativo *Card Talk*



Fonte: Litalico inc (2023).

Figura 2 - Algumas funcionalidades do *Card Talk*

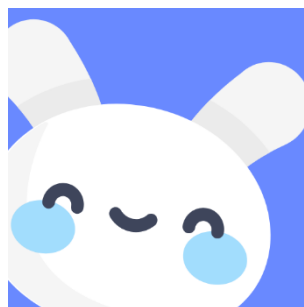


Fonte: Litalico inc (2023).

3.4.2 Leeloo

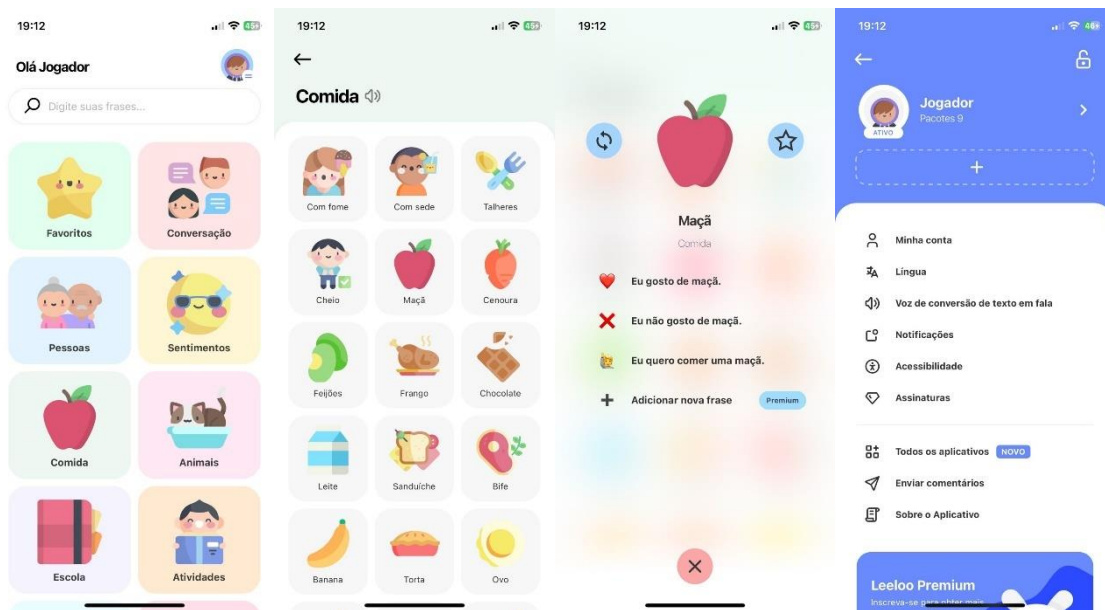
O *Leeloo* versão 2.7.6 (Figura 3 e Figura 4) é um aplicativo desenvolvido para ajudar crianças não verbais a se comunicarem utilizando os princípios do CAA e do PECS, técnicas eficazes no desenvolvimento da comunicação de crianças com TEA. Cada palavra do dia a dia possui um cartão com uma imagem vetorial correspondente. O aplicativo inclui uma funcionalidade de conversão de texto em voz, oferecendo várias opções de vozes para a leitura das frases. Adequado para crianças com transtornos do neurodesenvolvimento, que podem enfrentar dificuldades de aprendizagem ou de comportamento, incluindo autismo e outras condições semelhantes. Além disso, o aplicativo pode ser personalizado para atender diferentes faixas etárias, tornando-se uma ferramenta versátil para diversas necessidades.

Figura 3 - Logo do aplicativo *Leeloo*



Fonte: Dream oriented (2023).

Figura 4 - Algumas funcionalidades do *Leelo*



Fonte: Dream oriented (2023).

3.4.3 *Matraquinha*

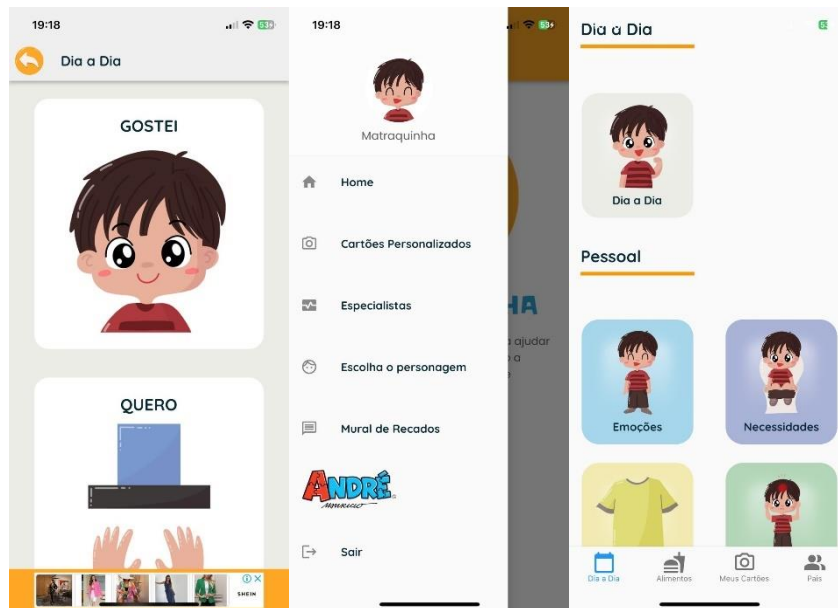
Matraquinha versão 8.8.3 é um aplicativo de CAA projetado para crianças autistas expressarem desejos, emoções e necessidades por cartões interativos. Com mais de 250 cartões em 9 seções, o aplicativo oferece suporte em vários idiomas e funciona *offline*. Ao clicar nos cartões, uma voz reproduz o que a criança deseja comunicar, proporcionando uma experiência inclusiva para crianças autistas e suas famílias.

Figura 5 - Logo do aplicativo *Matraquinha*



Fonte: Ymt4 (2023).

Figura 6 - Algumas funcionalidades do *Matraquinha*



Fonte: Ymt4 (2023).

4 METODOLOGIA

Este capítulo descreve a metodologia utilizada para avaliar a usabilidade de aplicativos destinados a melhorar a comunicação de crianças com TEA, entre 6 e 12 anos de idade. Também aborda o redesenho de um desses aplicativos para investigar melhorias na usabilidade.

4.1 Métricas

Utilizamos a técnica de avaliação heurística como método de inspeção (Nielsen; Budiu, 2013). Essa abordagem foi aplicada para analisar de forma detalhada e sistemática a interface das aplicações, levando em consideração um conjunto de características específicas (Quadro 1).

Quadro 1 – Indicadores utilizados das dimensões da avaliação heurística

Métrica de Usabilidade	Descrição
Visibilidade do <i>status</i> do sistema	A aplicação mantém os usuários informados sobre o que está acontecendo, fornecendo <i>feedback</i> adequado em um tempo razoável?
Compatibilidade do sistema com o mundo real	A aplicação consegue falar a linguagem do usuário, com palavras, frases e conceitos familiares ao usuário, ao invés de termos orientados ao sistema?
Controle do usuário e liberdade	A aplicação apresenta um ambiente em que seus usuários frequentemente não escolhem por engano funções do sistema, ou seja, apresenta saídas claras de emergência para sair do estado indesejado sem ter que percorrer um extenso diálogo?
Consistência e padrões	A aplicação apresenta um ambiente em que seus usuários não precisam adivinhar que diferentes palavras, situações ou ações significam o mesmo?
Prevenção de erros	A aplicação previne erros com boas mensagens de alerta, nas quais apresenta um <i>design</i> cuidadoso o qual previne o erro antes de ele acontecer?
Reconhecimento ao invés de lembrança	A aplicação torna objetos, ações e opções visíveis, ou seja, as instruções para uso do sistema estão visíveis e facilmente recuperáveis quando necessário?
Flexibilidade e eficiência de uso	A aplicação provê aceleradores para aumentar a velocidade da interação, permitindo que usuários experientes "cortem caminho" em ações frequentes?
Estética e <i>design</i> minimalista	A aplicação apresenta diálogos que não devem conter informação irrelevante ou raramente necessária?

Ajudar os usuários a reconhecer, diagnosticar e corrigir erros	A aplicação apresenta mensagens de erro expressas em linguagem clara (sem códigos), indicando precisamente o problema e construtivamente sugerindo uma solução?
<i>Help</i> e documentação	A aplicação apresenta <i>help</i> ou documentação e essas informações são fáceis de encontrar, focalizadas na tarefa do usuário e não muito extensas?

Fonte: Elaborada pelo autor (2024).

A avaliação heurística é uma ferramenta valiosa que permite analisar a interface com um olhar crítico, identificando problemas e potenciais melhorias com base em princípios de usabilidade e *design*. Ela oferece informações preciosas sobre como aprimorar a experiência do usuário e otimizar a interação com as aplicações. Portanto, essa técnica desempenhou um papel fundamental na análise das interfaces dos aplicativos estudados, contribuindo para a identificação das melhorias necessárias (Nielsen; Budiu, 2013).

Empregamos no estudo um modelo de avaliação com uma escala *Likert* de cinco pontos. Nessa escala, as respostas para cada pergunta foi categorizada da seguinte forma: 1 = Discordo, 2 = Discordo Parcialmente, 3 = Indeciso, 4 = Concordo Parcialmente e 5 = Concordo Totalmente. A partir das pontuações fornecidas pelos participantes, calcularemos a média das respostas para cada pergunta.

4.2 Seleção dos participantes

Na seleção dos participantes, abrangemos dois grupos diversos. No primeiro grupo, consideramos a importância de envolver profissionais com diferentes especializações e experiência no desenvolvimento de crianças com TEA. Os participantes selecionados foram terapeutas ocupacionais, psicólogos, pedagogos, fonoaudiólogos, assistentes terapêuticos, professoras do AEE e outros especialistas em saúde e educação que trabalham com crianças com diagnóstico de TEA.

A diversidade desses profissionais traz uma perspectiva multidisciplinar para a pesquisa, pois cada um deles oferece conhecimentos e experiências únicas quanto ao uso de aplicativos para crianças com TEA. Esses profissionais desempenham papel fundamental no acompanhamento e tratamento dessas crianças, utilizando diferentes abordagens terapêuticas e educativas. A participação de terapeutas ocupacionais, por exemplo, pode fornecer informações sobre a usabilidade de interfaces de aplicativos para a motricidade fina de crianças com TEA.

Além disso, a inclusão de profissionais de diferentes contextos, como clínicas, escolas e centros de tratamento, proporcionou uma visão prática abrangente das necessidades e desafios enfrentados no uso de aplicativos de Comunicação Alternativa e Aumentativa (CAA) para crianças com TEA em diferentes ambientes. A diversidade desses profissionais e suas experiências enriqueceram a pesquisa, garantindo que as melhorias nas versões dos aplicativos fossem avaliadas de forma abrangente e aprofundada. Suas perspectivas especializadas contribuíram significativamente para a validação das melhorias introduzidas nas interfaces das aplicações, bem como para a compreensão de como as heurísticas propostas influenciam a identificação das vantagens e limitações de cada versão da aplicação.

O segundo grupo foi formado por crianças diagnosticadas com TEA, independente do nível de suporte, com idades de 6 a 12 anos. Essas crianças utilizaram os aplicativos digitais como forma alternativa para comunicação durante a pesquisa. A participação delas foi essencial para avaliar a eficácia prática dos aplicativos, já que o uso real por crianças com TEA oferece insights diretos sobre a funcionalidade e usabilidade das ferramentas desenvolvidas.

Para garantir a representatividade, selecionamos crianças com diferentes níveis de habilidade e necessidades de suporte, permitindo uma análise mais completa das funcionalidades dos aplicativos em contextos variados. Durante o estudo, as crianças interagiram com os aplicativos em ambientes controlados, sob a supervisão dos especialistas envolvidos. Essa interação direta forneceu dados valiosos sobre a facilidade de uso, engajamento e efetividade das ferramentas de CAA.

As observações e feedbacks obtidos a partir do uso real pelos participantes infantis foram cruciais para ajustar e aprimorar os aplicativos, assegurando que atendam às necessidades específicas das crianças com TEA. As interações foram cuidadosamente registradas e analisadas para identificar pontos fortes e áreas que necessitam de melhorias, contribuindo para o desenvolvimento contínuo de soluções tecnológicas mais eficazes e acessíveis.

4.3 Execução da pesquisa

Durante a execução da pesquisa, conduzimos os passos necessários para verificar a correlação entre as variáveis e avaliar as melhorias nas versões revisadas dos aplicativos com rigor e metodologia específica:

- Os participantes, que são profissionais que testaram (APÊNDICE A) e utilizaram os aplicativos revisados, responderam a um *survey* (APÊNDICE B) utilizando a escala *likert* de cinco pontos para avaliar cada uma das características das interfaces. Além disso,

foram convidados a fornecer comentários e observações específicas sobre cada aplicativo e sua usabilidade, incluindo informações sobre as melhorias percebidas nas versões revisadas. A coleta de dados foi realizada de forma a garantir que as respostas fossem anônimas e confidenciais (APÊNDICE C e D);

- Analisou-se estatisticamente os dados coletados por meio do *survey* para avaliar a média das respostas de cada métrica de usabilidade. Essa análise nos permitiu identificar tendências, padrões e diferenças significativas nas avaliações dos participantes em relação às características das interfaces dos aplicativos. Selecionamos o aplicativo com menor desempenho para um *redesign*, visando melhorar sua usabilidade;
- Comparou-se a versão revisada do aplicativo com sua versão anterior com base nas respostas e observações dos profissionais que participaram da pesquisa. Essa comparação nos permitiu avaliar de maneira abrangente as melhorias implementadas nas interfaces e identificar as áreas em que houve progresso em relação às heurísticas de usabilidade;
- Por fim, identificou-se as vantagens e limitações de cada versão do aplicativo com base nas avaliações dos participantes, seus comentários e observações. Essa etapa foi essencial para compreender as áreas em que as versões revisadas melhor atendem às necessidades das crianças com TEA e onde ainda existem desafios a serem superados.

4.4 Análise dos dados

Realizou-se a análise dos dados coletados durante esta pesquisa para avaliar as melhorias nas versões revisadas dos aplicativos. Para atingir esse objetivo, empregamos técnicas estatísticas que incluíram análise descritiva e testes estatísticos.

Utilizou-se **análise descritiva** para resumir e apresentar as principais características dos dados coletados. Calculamos as médias e desvios padrão para cada métrica de avaliação e para cada um dos aplicativos. Comparamos as médias gerais das avaliações de cada aplicativo para identificar tendências gerais de usabilidade.

Em seguida, foi feito testes estatísticos (APÊNDICE E), como o Analysis Of Variance (ANOVA), para determinar se há diferenças estatisticamente significativas nas médias das avaliações entre os três aplicativos. Isso ajudou a entender se algum aplicativo se destaca de forma significativa em termos de avaliação. Por fim, realizou-se o teste de Kruskal-Wallis, um teste não paramétrico que complementa a análise desta pesquisa. Ele verifica a significância

das diferenças na distribuição das avaliações entre os aplicativos, oferecendo maior robustez ao não assumir a normalidade dos dados.

Após a seleção do aplicativo com a pior usabilidade, foi realizado o *redesign*. Em seguida, coletou-se dados sobre a usabilidade do aplicativo reformulado. Os dados provenientes dos questionários de usabilidade foram submetidos a uma análise estatística para calcular as médias e os desvios padrão das respostas. Utilizou-se o teste t de *Student* pareado para comparar as médias antes e depois das sessões de uso, a fim de identificar diferenças significativas nas percepções de usabilidade.

O teste t de *Student* emparelhado compara a diferença média entre duas medições relacionadas e avalia se essa diferença é estatisticamente significativa. No contexto desta pesquisa, aplicamos o teste a cada métrica de usabilidade para verificar se houve uma melhoria significativa na versão revisada do aplicativo (Hsu; Lachenbruch, 2014).

A seguir, apresentou-se o procedimento para realizar o teste t de *Student* emparelhado na linguagem *Python* (APÊNDICE F). O teste foi implementado utilizando a linguagem de programação *Python* e a biblioteca estatística *SciPy* Figura 7. Primeiramente, os dados foram coletados e organizados em vetores *numpy*. Em seguida, o teste t de *Student* emparelhado foi aplicado aos dados para calcular a estatística t e o valor p.

Figura 7 - Teste t *Student*

```
import numpy as np
from scipy import stats
# Dados de usabilidade antes do redesign
usabilidade_antes = np.array([]) #Valores da Usabilidade fornecidas pelos juizes

# Dados de usabilidade depois do redesign
usabilidade_depois = np.array([]) #Valores da Usabilidade fornecidas pelos juizes
# Realização do teste t de Student emparelhado
t_statistic, p_value = stats.ttest_rel(usabilidade_antes, usabilidade_depois)

# Exibição dos resultados
print(f"Estatística t: {t_statistic:.2f}")
print(f"Valor p: {p_value:.4f}")
```

Fonte: Elaborada pelo autor (2024).

Esse procedimento estatístico permitiu verificar se as alterações realizadas no aplicativo resultaram em uma melhoria estatisticamente significativa na usabilidade, baseando-se na comparação das médias das respostas dos usuários antes e depois do *redesign*.

Com base nos resultados do teste t de *Student*, determinou se há uma diferença estatisticamente significativa nas percepções de usabilidade. Um valor p menor que 0.05 indica uma diferença significativa, sugerindo que o *redesign* teve um impacto positivo na usabilidade do aplicativo.

4.5 Ameaças à validade

Ao avaliar as ameaças potenciais que poderiam ter influenciado as conclusões deste trabalho, foi essencial considerar estratégias para mitigá-las. Abordando as principais ameaças identificadas e as medidas correspondentes de mitigação:

- **Variações nas habilidades e conhecimentos dos participantes:** mitigamos essa ameaça selecionando uma amostra diversificada de participantes, com uma variedade de níveis de habilidades e conhecimentos. Além disso, foi feito um treinamento inicial aos participantes sobre a usabilidade das ferramentas selecionadas para garantir um entendimento consistente dos critérios de usabilidade avaliados.
- **Diferenças nas configurações dos dispositivos em que os aplicativos são usados:** para minimizar essa ameaça, foi solicitado aos participantes que utilizassem dispositivos com configurações mínimas recomendadas e fornecemos orientações claras sobre as configurações ideais dos dispositivos. Também registrando as especificações dos dispositivos de cada participante para análise posterior.
- **Restrições de tempo dos participantes:** indentificando que os participantes poderiam enfrentar restrições de tempo. Para lidar com essa ameaça, otimizou-se o processo de coleta de dados para garantir eficiência e minimizar o tempo necessário dos participantes. Além disso, o agendamento das avaliações de usabilidade foi de acordo com a disponibilidade dos participantes para acomodar suas restrições individuais de tempo.

Essas medidas de mitigação foram desenvolvidas para reduzir o impacto das ameaças identificadas e assegurar a qualidade e a confiabilidade dos resultados desta pesquisa.

5 ANÁLISE DA USABILIDADE DOS APLICATIVOS

Neste capítulo, são discutidos os resultados das métricas de usabilidade obtidas através do *survey* utilizado aos aplicativos *Card Talk*, *Leeloo* e *Matraquinha*, utilizadas no processo de alfabetização de crianças com TEA.

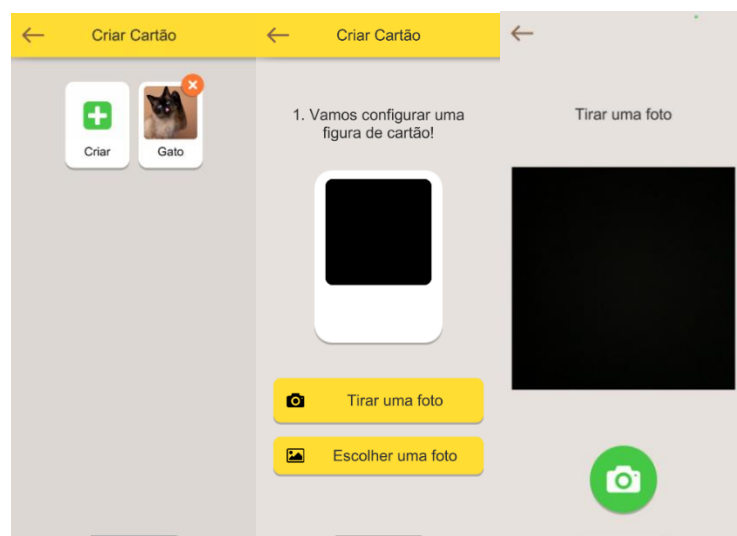
5.1 Análise da usabilidade

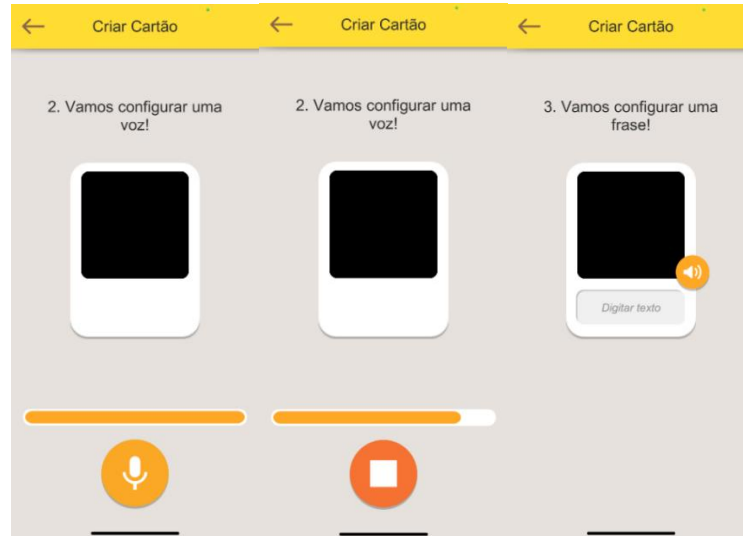
Nesta seção, será realizada uma análise detalhada da usabilidade dos aplicativos *Card Talk*, *Leeloo* e *Matraquinha*. A usabilidade de um aplicativo é fundamental para garantir que ele seja intuitivo, eficaz e agradável de usar, especialmente para o público-alvo, que nesse caso são crianças com necessidades especiais, incluindo o TEA.

5.1.1 Usabilidade do aplicativo *Card Talk*

O aplicativo *Card Talk* apresentou um bom desempenho, destacando-se pelas suas telas simplificadas e pela configuração para personalização dos cartões de CAA. A possibilidade de personalização, que inclui o uso de fotos, gravações de áudio e descrições de texto, foi destacada como uma vantagem significativa, conforme ilustrado na Figura 8.

Figura 8 - Função criar cartão do aplicativo *Card Talk*





Fonte: Litalico inc (2024).

No entanto, foram identificados desafios que podem comprometer a experiência do usuário. Entre eles, destaca-se a necessidade de um *design* minimalista para facilitar a compreensão das representações gráficas, incluindo a proporção de imagem, bem como a limitação do uso de três cartões de comunicação para a composição de frases, conforme ilustrado no quadro da Figura 9.

Figura 9 - Tela principal do aplicativo *Card Talk*



Fonte: Litalico inc (2024).

Além disso, foram relatados obstáculos com o componente da barra de rolagem e o mecanismo operacional dos dispositivos utilizados, como *tablets* e *smartphones*, conforme observado na Figura 10.

Figura 10 - Erro da barra de rolagem da tela principal do aplicativo *Card Talk*



Fonte: Litalico inc (2024).

Durante o uso, os participantes enfrentaram dificuldades ao realizar a ação de *scroll*, ativando inadvertidamente funções externas que resultaram na saída do aplicativo. Esse problema decorre do fato de que alguns sistemas utilizam a rolagem horizontal a partir do canto inferior para minimizar ou fechar páginas abertas.

Outro ponto crítico observado na avaliação foram as cores vibrantes de alguns elementos gráficos, conforme exemplificado na Figura 11, que causaram desconforto sensorial em algumas crianças, resultando em desinteresse durante o uso. É fundamental considerar que as preferências individuais em relação às cores podem variar significativamente entre as crianças, destacando a necessidade de adaptar as cores de acordo com as necessidades específicas de cada usuário.

Figura 11 - Categoria dos cartões de sentimentos do aplicativo *Card Talk*



Fonte: Litalico inc (2024).

Na seção de idiomas, conforme ilustrado na Figura 12, estão disponíveis dez opções de escolha, incluindo o português. No entanto, não é especificado se o idioma oferecido é o português do Brasil (pt-BR) ou o português de Portugal (pt-PT).

Figura 12 - Seção de idiomas do aplicativo *Card Talk*



Fonte: Litalico inc (2024).

A identificação auditiva claramente indica que o idioma utilizado é o pt-PT, o que restringe o uso dos cartões pré-definidos nas regiões do Brasil, onde o aplicativo está disponível na *App Store* e na *Google Play Store*. Além disso, os participantes relataram que a qualidade

do áudio é baixa e robótica, dificultando a compreensão, o que pode agravar o problema de ecolalia⁵.

5.1.2 Usabilidade do aplicativo *Leeloo*

O aplicativo *Leeloo* foi destacado por seu áudio de fácil compreensão e seu *design* atraente, caracterizado por cores agradáveis e cartões com figuras bem elaboradas, conforme ilustrado na Figura 13.

Figura 13 - Tela principal do aplicativo *Leeloo*

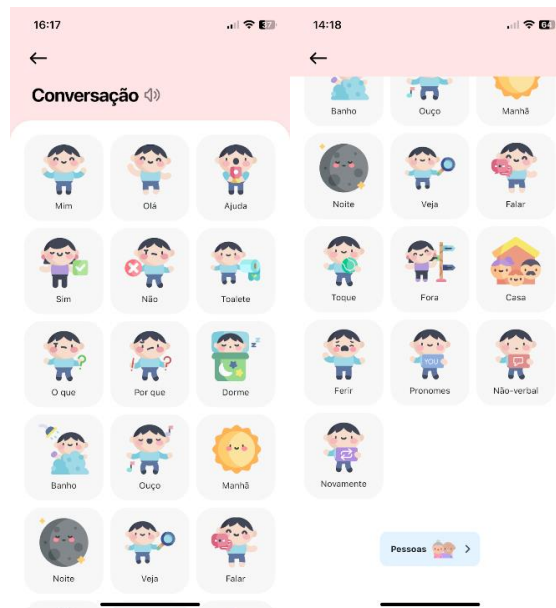


Fonte: Dream oriented (2024).

Durante a interação das crianças com o aplicativo, foram identificadas algumas inconsistências na navegação pelas categorias dos *cards*, que são organizados em abas individuais. Isso pode causar confusão sobre como avançar de uma tela para outra, pois dentro de cada classe não é claramente indicado que há um *scroll* vertical que revela os cartões restantes e a próxima categoria, conforme mostrado na Figura 14.

⁵ Ecolalia é a repetição automática de palavras ou frases, frequentemente observada em pessoas com Transtorno do Espectro Autista (TEA). A ecolalia pode afetar a comunicação e o desenvolvimento da linguagem.

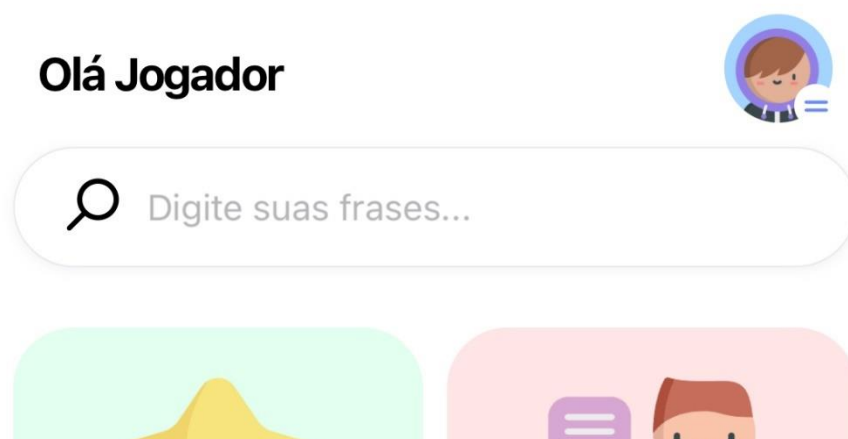
Figura 14 - Categoria dos cartões de conversação do aplicativo *Leeloo*



Fonte: Dream oriented (2024).

Além disso, houve relatos de que o campo destinado à criação de frases não é intuitivo, pois se assemelha a uma barra de pesquisa, conforme Figura 15, o que pode passar despercebido pelas crianças. Isso evidencia a necessidade de um campo específico para a composição de frases, utilizando a seleção de cartões de CAA, bem como uma revisão da estrutura do aplicativo, conforme Figura 13.

Figura 15 - Campo de frases na tela principal do aplicativo *Leeloo*



Fonte: Dream oriented (2024).

Outro ponto observado é a presença de frases prontas nos cartões de comunicação, acompanhadas por *emojis*, conforme Figura 16, o que pode comprometer a clareza das mensagens.

Figura 16 - Frases prontas contidas no cartão ajuda do aplicativo *Leeloo*



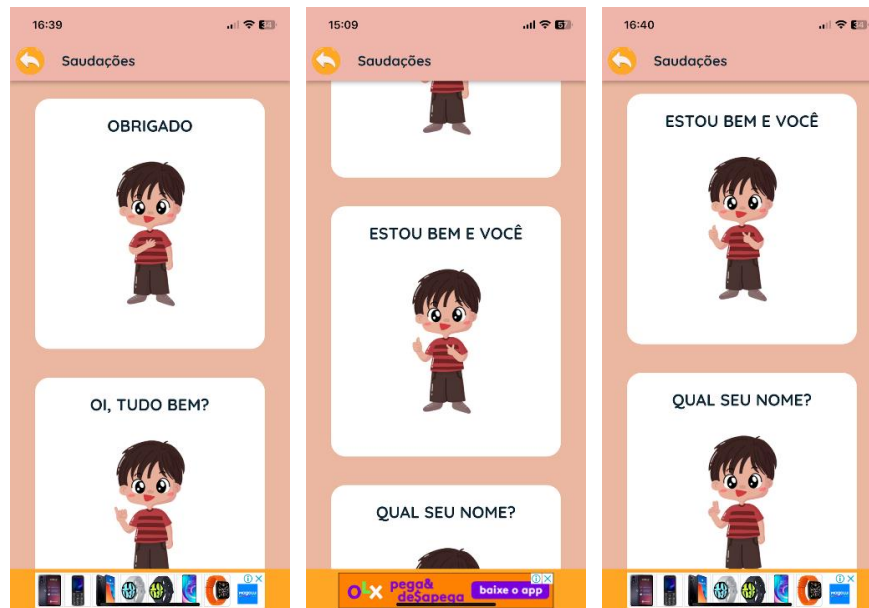
Fonte: Dream oriented (2024).

Essa prática não segue o padrão esperado, pois o aplicativo deveria oferecer cartões com símbolos e descrições claras. Além disso, o aplicativo não permite que as crianças formem frases utilizando os cartões com símbolos, limitando suas opções de comunicação e o desenvolvimento das habilidades linguísticas em situações do dia a dia, restringindo ainda mais o desenvolvimento das crianças que utilizam o aplicativo.

5.1.3 Usabilidade do aplicativo *Matraquinha*

O aplicativo *Matraquinha* destacou-se por sua natureza interativa e visualmente atraente, com figuras de fácil compreensão e excelente retorno auditivo. No entanto, foram identificados elementos que prejudicam a experiência dos usuários. Os cartões de comunicação ocupam mais da metade da tela, dificultando a visualização do conteúdo anterior ou posterior a uma imagem, conforme Figura 17, o que aumenta o tempo de resposta das crianças. Além disso, embora os *cards* contenham frases pré-definidas e permitam a criação de cartões personalizados, falta um campo específico para a composição de frases, limitando a capacidade das crianças de formar suas próprias sentenças.

Figura 17 - Categoria dos cartões de saudação do aplicativo *Matraquinha*



Fonte: Ymt4 (2024).

O aplicativo também conta com a presença de anúncios, como observado na Figura 17, o que pode criar situações de risco, expondo os usuários com TEA a conteúdos inadequados ou até mesmo a clicar em *links* maliciosos. É essencial considerar como esses elementos podem impactar a segurança e a experiência desses usuários para garantir que suas interações *on-line* sejam seguras e construtivas.

5.2 Análise descritiva e estatística

Os participantes da pesquisa expressaram as suas opiniões utilizando um sistema de escala *likert* com cinco pontos, o que nos permitiu uma avaliação precisa de cada heurística. Essa abordagem oferece uma visão detalhada das percepções dos avaliadores sobre a interatividade das crianças com as aplicações propostas.

A partir da coleta das respostas, foram calculadas e analisadas as médias para cada heurística, bem como a média geral de cada aplicativo, conforme apresentado na Tabela 1. Este procedimento forneceu uma pontuação quantitativa, permitindo identificar qual aplicativo apresentou o melhor desempenho em termos de usabilidade e quais áreas necessitam de melhorias. Com base na pontuação da média geral, o aplicativo com a classificação mais baixa foi selecionado para o processo de *redesign*.

Tabela 1 - Média e desvio padrão (Sd) das métricas de usabilidade dos aplicativos

Métricas de usabilidade	Aplicativo <i>Card Talk</i>		Aplicativo <i>Leeloo</i>		Aplicativo <i>Matraquinha</i>	
	média	Sd	média	Sd	média	Sd
Visibilidade do <i>status</i> do sistema	4,10	0,7	4,00	0,89	4,10	1,3
Compatibilidade do sistema com o mundo real	4,20	0,87	3,90	1,04	4,50	0,67
Controle do usuário e liberdade	4,20	0,98	4,10	0,54	3,80	0,98
Consistência e padrões	3,60	0,8	4,10	1,14	3,80	1,08
Prevenção de erros	3,30	1,27	3,90	0,94	4,00	1,41
Reconhecimento ao invés de lembrança	4,40	0,66	3,80	1,25	3,80	0,98
Flexibilidade e eficiência de uso	4,30	0,78	3,90	0,94	3,30	1,55
Estética e <i>design</i> minimalista	4,00	1,18	3,40	1,02	4,40	0,66
Ajudar os usuários a reconhecer, diagnosticar e corrigir erros	2,90	1,3	3,20	1,08	3,60	0,87
<i>Help</i> e documentação	3,30	1,0	3,70	0,78	4,20	0,87
Média geral	3,83	-	3,80	-	3,95	-

Fonte: Elaborada pelo autor (2024).

Além disso, o formulário incluiu uma questão descritiva dos aplicativos, a fim de compartilhar o processo relatado pelos profissionais envolvidos, com sugestões e comentários pessoais sobre a eficácia dos aplicativos utilizados. Servindo para compreender os pontos positivos e negativos da interação das crianças, permitindo que o *redesign* do aplicativo escolhido tenha uma base quantitativa e qualitativa.

Com base nas análises estatísticas realizadas nos três aplicativos, conforme apresentados na Tabela 1, podemos observar padrões interessantes em suas métricas de avaliação.

Primeiramente, as estatísticas descritivas revelam que o *Card Talk* demonstra consistentemente altas médias nas métricas avaliadas. No entanto, algumas dessas métricas apresentam um desvio padrão relativamente elevado, sugerindo uma variabilidade significativa nas avaliações dos usuários. Isso indica que, enquanto o *Card Talk* pode ter uma média geralmente alta, a experiência dos usuários pode variar consideravelmente.

Por outro lado, o *Leeloo* exibe médias ligeiramente mais baixas em comparação com o *Card Talk*. Além disso, em algumas métricas, o desvio padrão é mais elevado, o que sugere uma maior dispersão nas avaliações dos usuários. Isso indica que, embora o *Leeloo* tenha médias inferiores, a percepção dos usuários varia mais amplamente do que no *Card Talk*.

Quanto ao *Matraquinha*, observamos que ele apresenta médias elevadas em várias métricas, porém com desvio padrão também alto em muitas delas. Isso sugere que as avaliações

dos usuários para o *Matraquinha* foram bastante dispersas, apesar das médias elevadas, indicando uma experiência variada entre os usuários.

Ao aplicar testes estatísticos para comparar os três aplicativos, tanto o teste ANOVA quanto o teste de Kruskal-Wallis não mostraram diferenças estatisticamente significativas nas médias ou na distribuição das avaliações entre os aplicativos. O valor-p de 0.60 do teste ANOVA e o valor-p de 0.29 do teste de Kruskal-Wallis indicam que não há diferenças estatisticamente significantes entre os aplicativos.

Portanto, com base nas estatísticas descritivas e nos testes estatísticos realizados, podendo concluir que, embora haja variações nas médias e nas variabilidades das avaliações entre os aplicativos, essas diferenças não são estatisticamente significantes. Em outras palavras, não podemos afirmar que um dos aplicativos teve um desempenho significativamente melhor ou pior que os outros com base nos dados analisados.

A análise dos aplicativos revelou uma ampla variação nas avaliações, refletindo a diversidade de profissionais envolvidos na análise. A fonoaudióloga concentrou-se nos recursos de voz, enquanto a professora do Atendimento Educacional Especializado avaliou o suporte ao aprendizado. Além disso, uma especialista em acessibilidade considerou a usabilidade dos aplicativos para pessoas com necessidades específicas. Essas diferentes perspectivas oferecem uma visão abrangente das capacidades dos aplicativos em atender às diversas necessidades dos usuários.

Por fim, os resultados deste estudo revelaram as médias gerais de usabilidade de três aplicativos distintos, conforme apresentado na Tabela 1. Essas médias foram obtidas a partir de avaliações em diversas métricas de usabilidade, sendo que uma média mais baixa indica um desempenho relativamente inferior na usabilidade geral das métricas avaliadas, enquanto uma média mais alta reflete um desempenho superior.

A análise das médias revelou que o *Leeloo* apresentou a menor média geral (3.80), indicando um desempenho ligeiramente inferior em comparação com os outros dois aplicativos. Por outro lado, o *Matraquinha* demonstrou a média mais alta (3.95), sugerindo um desempenho superior em termos de usabilidade.

Os testes estatísticos, incluindo ANOVA e Kruskal-Wallis, não encontraram diferenças significativas entre as médias dos aplicativos ($p > 0.05$), sugerindo homogeneidade nas avaliações de usabilidade. Apesar disso, a média geral mais baixa do *Leeloo* destaca áreas potenciais para melhorias específicas na usabilidade do aplicativo. Recomenda-se uma revisão detalhada das métricas de usabilidade do *Leeloo* que contribuíram para seu desempenho inferior, visando melhorar a experiência do usuário.

6 ANÁLISE DO REDESIGN DO APLICATIVO *LEELOO*

Este capítulo detalha a construção do protótipo de *redesign* em alta fidelidade do aplicativo *Leeloo*. O objetivo foi projetar melhorias na interface da aplicação para alcançar um aprimoramento significativo do *design*, alinhando-o com as recomendações de profissionais especializados no desenvolvimento educacional de crianças com TEA que utilizaram a ferramenta de Tecnologia Assistiva.

6.1 Redesign

O *redesign* de interfaces centrado em crianças com TEA requer uma abordagem cuidadosa e focada nas necessidades específicas desse público. Conforme destacado por Hodges, Fealko e Soares (2020), o TEA impacta de maneira multifacetada o desenvolvimento infantil, sendo crucial considerar essas particularidades no desenvolvimento de tecnologias assistivas.

A nova interface foi projetada com um *design* minimalista que concentra todas as funções essenciais, como o acesso aos cards de comunicação na tela principal (Figura 18), simplificando a navegação e tornando-a mais intuitiva. Na versão anterior do aplicativo *Leeloo*, a estrutura do sistema exigia uma navegação extensa para acessar as categorias de seleção dos cartões. As crianças tinham que percorrer várias abas até selecionar os cartões de CAA, complicando a interação com a ferramenta, conforme discutido no Capítulo 5.

Figura 18 - *Redesign* do aplicativo *Leeloo*

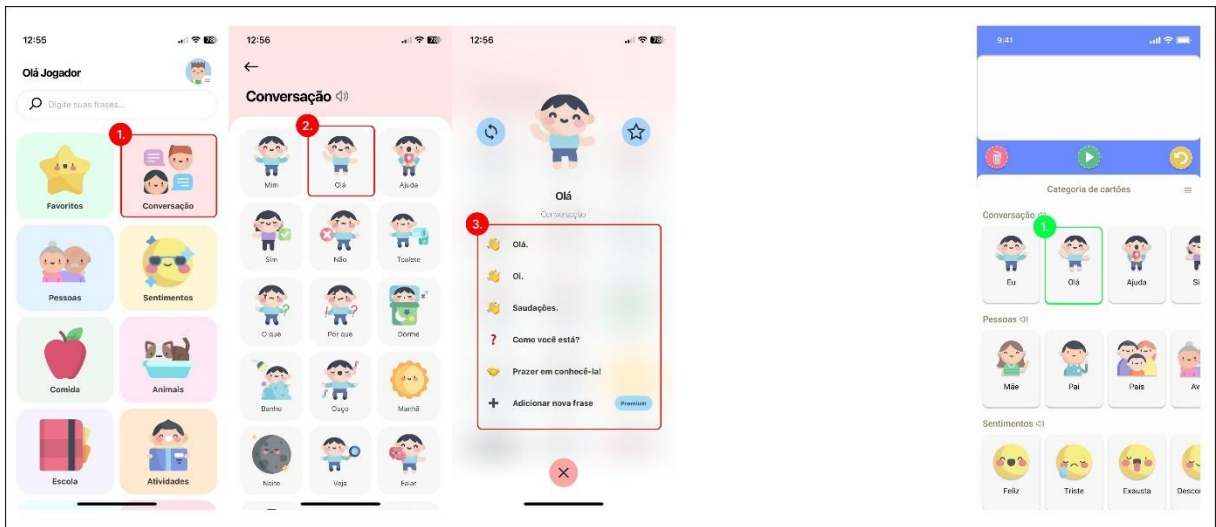


Fonte: Elaborada pelo autor (2024).

O caminho anterior consistia em três passos: da tela principal, passando pela categoria selecionada até a seleção de frases pré-definidas nos cartões de comunicação, que eram associadas a *emojis* repetidos (Figura 19), limitando a usabilidade do aplicativo para todos os níveis de suporte do TEA. Essa prática se afastava da abordagem tradicional dos cartões de CAA, que deveriam ser associados a figuras de fácil compreensão. Com a nova interface eliminando essas barreiras e diminuindo a quantidade de passos para a seleção dos cartões.

A adoção de um *design* minimalista é essencial nesse contexto, pois simplifica a navegação e reduz a sobrecarga sensorial e cognitiva. Johnson (2020) destaca que elementos visuais não devem ser excessivamente complexos, e as cores e *layouts* devem ser claros e intuitivos. A aplicação de princípios de *design* minimalista pode ajudar a criar interfaces mais acessíveis, conforme sugerido por Bühler, Hemmert e Hurtienne (2020), que enfatizam a importância de um *design* limpo e sem distrações.

Figura 19 - Tela principal: antes e depois do *redesign* nas categorias dos cartões do aplicativo *Leelo*



Fonte: Elaborada pelo autor (2024).

A seguir, estão listadas as mudanças no *redesign* das categorias dos cartões, que foram organizadas em uma coluna abaixo da outra (Figura 20). Cada seção exibe três cartões completos e parte do próximo cartão, indicando a navegação por meio de um *scroll* horizontal. Além disso, ao rolar verticalmente, os *cards* são apresentados de forma parcial, permitindo uma percepção contínua dos cartões disponíveis para interação, corrigindo os problemas de navegação desses elementos gráficos que causaram problemas de compreensão no *design* anterior.

Figura 20 - *Scroll* com categoria dos cartões



Fonte: Elaborada pelo autor (2024).

Na versão atual, foi disponibilizado um quadro fixo no topo da tela para facilitar a seleção dos cartões de CAA, como podemos ver na Figura 21, permitindo que as crianças formem frases de acordo com suas necessidades reais.

Abaixo do quadro de seleção de cartões de CAA para a formação de frases (Figura 21), foram adicionados três botões essenciais: um ícone de lixeira, para excluir qualquer cartão selecionado; um botão de reprodução, para ouvir a frase completa; e um botão de desfazer, para reverter a ação do último cartão escolhido. Essas funcionalidades garantem um controle intuitivo e eficiente na construção das frases no quadro de comunicação.

Figura 21 - Quadro de comunicação



Fonte: Elaborada pelo autor (2024).

O ícone de perfil anterior (Figura 22) foi substituído por um ícone de menu mais convencional e compreensível para os usuários típicos. Essa alteração tem como objetivo restringir o acesso ao menu de configurações apenas aos pais, evitando ajustes indesejados por parte das crianças.

Figura 22 - Versão anterior do ícone de perfil



Fonte: Dream oriented (2024).

A usabilidade de ferramentas digitais é crucial para garantir que crianças com TEA possam acessar e interagir efetivamente com a tecnologia, promovendo autonomia e aprendizado individualizado, como discutido por Schmidt e Glaser (2021).

O *redesign* do aplicativo Leeloo reflete uma evolução significativa na usabilidade e acessibilidade para crianças com TEA. A interface minimalista e intuitiva garante uma navegação mais simples e eficiente, permitindo que os usuários interajam com a ferramenta de forma autônoma e eficaz. A reorganização das categorias de cartões e a implementação de novas funcionalidades, como o quadro fixo para seleção de cartões de CAA e os botões de controle, proporcionam uma experiência de uso mais fluida e adaptada às necessidades reais dos usuários.

Portanto, ao realizar o *redesign* de interfaces para crianças com TEA, é essencial adotar uma abordagem holística e baseada em evidências, integrando métodos de avaliação adaptados e *feedback* contínuo de usuários e especialistas. Esse processo não só melhora a usabilidade das ferramentas digitais, mas também promove um ambiente inclusivo e benéfico para o desenvolvimento cognitivo e social dessas crianças.

6.2 Análise descritiva e estatística

A seguir, na Tabela 2 apresentamos a comparação das médias das métricas de usabilidade do aplicativo *Leeloo* antes e depois de um *redesign* significativo focado na experiência do usuário. Essas métricas foram avaliadas usando uma escala *likert* de cinco pontos, refletindo a percepção dos usuários sobre diversos aspectos chave da usabilidade do aplicativo.

Tabela 2 - Média das métricas da usabilidade do aplicativo *Leeloo* antes e depois do *redesign*

Métricas de usabilidade	Aplicativo <i>Leeloo</i>	Protótipo de <i>redesign</i> do aplicativo <i>Leeloo</i>
Visibilidade do <i>status</i> do sistema	4,00	5,00
Compatibilidade do sistema com o mundo real	3,90	4,80
Controle do usuário e liberdade	4,10	5,00
Consistência e padrões	4,10	4,60
Prevenção de erros	3,90	4,50
Reconhecimento ao invés de lembrança	3,80	4,80
Flexibilidade e eficiência de uso	3,90	4,80
Estética e <i>design</i> minimalista	3,40	4,90
Ajudar os usuários a reconhecer, diagnosticar e corrigir erros	3,20	4,60
<i>Help</i> e documentação	3,70	4,70
Média geral	3,80	4,77

Fonte: Elaborada pelo autor (2024).

As médias de todas as métricas de usabilidade aumentaram significativamente após o *redesign* do aplicativo. Isso indica que os usuários perceberam uma melhoria na facilidade de uso, eficiência, consistência e outras áreas avaliadas.

Para avaliar a eficácia do *redesign* recente do aplicativo *Leeloo* em termos de usabilidade percebida pelos usuários, foi realizado um teste estatístico utilizando o teste t de *Student* pareado. Esse teste foi escolhido devido à sua capacidade de comparar as médias de duas amostras relacionadas. Nesse caso, as métricas de usabilidade antes e depois do *redesign*. Após a aplicação do teste t de *Student* pareado utilizando *Python*, os seguintes resultados observados na Figura 23.

Figura 23 - Resultados do teste t de *Student*

```
Valor do t-statistic: -10.034  
Valor p: 3.477140512818122e-06 (ou aproximadamente 0.0000035)
```

Fonte: Elaborada pelo autor (2024).

O valor do *t-statistic* é -10.034. Esse valor negativo indica que a média das diferenças entre antes e depois do *redesign* é significativamente menor do que zero, o que sugere que todas as métricas tiveram uma melhoria consistente após o *redesign*.

O valor p é extremamente baixo (aproximadamente 0.0000035). Esse valor indica que há uma probabilidade muito pequena de que as diferenças observadas nas médias sejam devidas ao acaso. Portanto, podendo confiar que as melhorias nas métricas de usabilidade são resultados reais do *redesign* e não simples variações aleatórias.

Com base nos resultados do teste t de *Student* e nos valores das médias antes e depois do *redesign*, conclui-se que o *redesign* do aplicativo resultou em uma melhoria estatisticamente significativa na percepção de usabilidade pelos usuários. As médias mais altas após o *redesign* em todas as categorias indicam uma melhor experiência do usuário, o que é crucial para a satisfação e eficiência do uso do aplicativo.

A melhoria nas métricas de usabilidade pode resultar em benefícios significativos, como maior adoção do aplicativo pelos usuários, redução de erros durante o uso, aumento da produtividade e maior satisfação geral. Isso não apenas facilita a utilização do aplicativo, mas também fortalece a fidelidade do usuário, diferencia o produto da concorrência e melhora a imagem da marca.

Esses resultados podem também validar as decisões de *design* e usabilidade tomadas durante o processo de *redesign*, fornecendo uma base sólida para futuras iterações e melhorias no produto. Os dados apresentados e a análise estatística mostram de forma convincente que o *redesign* do aplicativo foi eficaz em melhorar a usabilidade percebida pelos usuários. Esse tipo de validação é crucial para equipes de desenvolvimento e *design*, pois confirma que suas iniciativas estão alinhadas com as expectativas e necessidades dos usuários finais.

7 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Este estudo investigou e avaliou a usabilidade os aplicativos *Matraquinha*, *Card Talk* e *Leeloo*. Trata-se de aplicativos educacionais voltados para a alfabetização de crianças com TEA, com idades entre 6 e 12 anos.

Após a análise, foi constatado que o aplicativo *Leeloo* apresentou o menor desempenho em termos de usabilidade e interface, de acordo com as métricas avaliadas. Isso motivou o desenvolvimento de um protótipo de alta fidelidade, baseado em recomendações de especialistas no campo do desenvolvimento educacional para crianças com TEA. O protótipo visou corrigir deficiências identificadas no *Leeloo*, especialmente em termos de navegação e elementos interativos.

Os resultados do estudo indicaram que o protótipo desenvolvido recebeu *feedback* positivo dos participantes. Eles destacaram a facilidade de uso do aplicativo, independentemente do nível de suporte necessário para as crianças com TEA, reduzindo assim a necessidade de supervisão constante por parte dos pais ou cuidadores. Esses achados sugerem que melhorias significativas na usabilidade podem resultar em uma experiência mais eficaz e inclusiva para os usuários com TEA durante o processo de alfabetização.

Baseado nas descobertas deste estudo, algumas sugestões para trabalhos futuros são propostas:

- realizar um estudo longitudinal para avaliar como o uso contínuo do aplicativo afeta o desenvolvimento da alfabetização e outras habilidades cognitivas em crianças com TEA;
- implementar recursos de personalização no aplicativo para adaptar as atividades de acordo com as necessidades individuais de cada criança com TEA, considerando diferentes perfis cognitivos e comportamentais;

- ampliar a análise para incluir outros aspectos importantes da usabilidade, como acessibilidade para diferentes tipos de deficiência e adequação cultural para diferentes grupos linguísticos;
- adaptar o aplicativo para funcionar em diferentes plataformas móveis e idiomas, garantindo que ele seja acessível para um público mais amplo de crianças com TEA em diferentes contextos culturais e geográficos;
- realizar estudos adicionais para avaliar o impacto educacional do uso de aplicativos de alfabetização no desempenho acadêmico e habilidades sociais das crianças com TEA;
- fomentar a colaboração contínua com profissionais da área de educação especial, terapeutas ocupacionais, fonoaudiólogos e famílias para garantir que o aplicativo atenda continuamente às necessidades emergentes e às expectativas dos usuários finais.

Essas sugestões visam não apenas aprimorar o protótipo desenvolvido neste estudo, mas também contribuir para o campo mais amplo de tecnologias educacionais destinadas a crianças com TEA, promovendo um ambiente de aprendizagem mais inclusivo, adaptável e eficaz.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, Y. P. C. *et al.* AutismGuide: a usability guidelines to design software solutions for users with autism spectrum disorder. *Behaviour & Information Technology*, v. 41, n. 6, p. 1132-1150, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/0144929X.2020.1856927>. Acesso em: 6 ago. 2023.
- ASSOCIATION, A. P. *et al.* DSM-5: manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais. [S.l.]: Artmed Editora, 2014. Disponível em: <https://www.institutopebioetica.com.br/documentos/manual-diagnostico-e-estatistico-de-transtornos-mentais-dsm-5.pdf>. Acesso em: 6 ago. 2023.
- BAKER, J. N. *et al.* Teaching emergent literacy skills to students with autism spectrum disorder. *Intervention in School and Clinic*, Sage Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 54, n. 3, p. 166-172, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/1053451218767907>. Acesso em: 12 ago. 2023.
- BAMICHA, V.; DRIGAS, A. Tom & asd: The interconnection of theory of mind with the social-emotional, cognitive development of children with autism spectrum disorder. the use of icts as an alternative form of intervention in asd. *Technium Social Sciences Journal*, v. 33, p. 42-72, 2022. Disponível em: <https://ideas.repec.org/a/tec/journal/v33y2022i1p42-72.html>. Acesso em: 6 ago. 2023.
- BANKER, S. M. *et al.* Hippocampal contributions to social and cognitive deficits in autism spectrum disorder. *Trends in neurosciences*, Elsevier, v. 44, n. 10, p. 793-807, 2021. Disponível em: <https://psycnet.apa.org/record/2021-85706-001>. Acesso em: 6 ago. 2023.
- BARBU, E. *et al.* Language technologies applied to document simplification for helping autistic people. *Expert Systems with Applications*, Elsevier, v. 42, n. 12, p. 5076-5086, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2015.02.044>. Acesso em: 6 ago. 2023.
- BARROS, I. M. *et al.* The use of pictograms in the health care: a literature review. *Research in Social and Administrative Pharmacy*, Elsevier, v. 10, n. 5, p. 704-719, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.sapharm.2013.11.002>. Acesso em: 6 ago. 2023.
- BENTON, L. *et al.* Developing ideas: supporting children with autism within a participatory design team. In: *proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 2599-2608. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/2207676.2208650>. Acesso em: 9 ago. 2023.
- BEUTEL, B. K. *et al.* Avoiding ableist language: suggestions for autism researchers. *Autism Adulthood*, v. 3, n. 1, p. 18-29, 1 mar. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1089/aut.2020.0014>. Acesso em: 9 ago. 2023.
- BRANN, K. L. *et al.* Usability of social, emotional, and behavioral assessments in schools: a systematic review from 2009 to 2019. *School psychology review*, Taylor & Francis, v. 51, n. 1, p. 6-24, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/2372966X.2020.1836518>. Acesso em: 12 ago. 2023.

BRAUN, M. C.; WÖLFEL, M. Demands on user interfaces for people with intellectual disabilities, their requirements, and adjustments. In: SPRINGER. *International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare*. [S.l.], 2022. p. 540-556. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-031-34586-9_36. Acesso em: 12 ago. 2023.

BRIERLEY, N. J. *et al.* Factor structure of repetitive behaviors across autism spectrum disorder and attention-deficit/hyperactivity disorder. *Journal of autism and developmental disorders*, Springer, v. 51, p. 3391-3400, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10803-020-04800-0>. Acesso em: 12 ago. 2023.

BRUSILOVSKY, B. Cognitive accesibility, architecture, and the autism spectrum: *Keys to design*. [S.l.]: LOS LIBROS DE LA CATARATA, 2022. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=jiFdEAAAQBAJ>. Acesso em: 12 ago. 2023.

BÜHLER, D.; HEMMERT, F.; HURTIENNE, J. Universal and intuitive? scientific guidelines for icon design. In: *Proceedings of Mensch und Computer 2020*. [S.l.: s.n.], 2020. p. 91-103. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/3404983.3405518>. Acesso em: 12 ago. 2023.

BURGSTAHLER, S. E.; CORY, R. C. Universal design in higher education: *from principles to practice*. [S.l.]: Harvard Education Press, 2010. Disponível em: <https://search.worldcat.org/pt/title/772006926>. Acesso em: 12 ago. 2023.

CAÑETE, R.; PERALTA, M. E. Asdesign: a user-centered method for the design of assistive technology that helps children with autism spectrum disorders be more independent in their daily routines. *Sustainability*, MDPI, v. 14, n. 1, p. 516, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su14010516>. Acesso em: 12 ago. 2023.

CASCIO, M. A. *et al.* Person-oriented ethics for autism research: creating best practices through engagement with autism and autistic communities. *Autism*, SAGE Publications Sage UK: London, England, v. 24, n. 7, p. 1676-1690, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/1362361320918763>. Acesso em: 12 ago. 2023.

CASCIO, M. A.; WEISS, J.; RACINE, E. Making autism research inclusive by attending to intersectionality: a review of the research ethics literature. *Review Journal of Autism and Developmental Disorders*, Springer, v. 8, p. 22-36, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s40489-020-00204-z>. Acesso em: 12 ago. 2023.

CHEN, J. *et al.* A pilot study on evaluating children with autism spectrum disorder using computer games. *Computers in Human Behavior*, Elsevier, v. 90, p. 204-214, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.08.057>. Acesso em: 12 ago. 2023.

CHEN, L. *et al.* Quantitative analysis of heterogeneity in academic achievement of children with autism. *Clinical Psychological Science*, Sage Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 7, n. 2, p. 362-380, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/2167702618809353>. Acesso em: 12 ago. 2023.

CILIA, F. *et al.* Visual exploration of dynamic or static joint attention bids in children with autism syndrome disorder. *Frontiers in psychology*, Frontiers Media SA, v. 10, p. 2187, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02187>. Acesso em: 12 ago. 2023.

- CLARKSON, P. J. *et al.* Inclusive design: design for the whole population. Springer Science & Business Media, 2013. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=z2vjBwAAQBAJ>. Acesso em: 12 ago. 2023.
- ICONDY, E. E.; SCARPA, A.; FRIEDMAN, B. H. Restricted repetitive behaviors in autism spectrum disorder: a systematic review from the neurovisceral integration perspective. *. Biological Psychology, 148*, Article 107739, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2019.107739>. Acesso em: 12 ago. 2023.
- CONNELLY, L. M. Pilot studies. *Medsurg nursing*, Anthony J. Jannetti, Inc., v. 17, n. 6, p. 411, 2008. Disponível em: <https://www.proquest.com/docview/230525260>. Acesso em: 12 ago. 2023.
- CORBETT, E.; PRELOCK, P. Picture exchange communication system. *In: encyclopedia of autism spectrum disorders. [S.l.]*: Springer, 2021. p. 3492-3497. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-319-91280-6_801. Acesso em: 12 ago. 2023.
- BDELLAPIAZZA, F. *et al.* The impact of atypical sensory processing on adaptive functioning and maladaptive behaviors in autism spectrum disorder during childhood: results from the elena cohort. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, Springer, v. 50, p. 2142-2152, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10803-019-03970-w>. Acesso em: 12 ago. 2023.
- ESTES, M. D.; BEVERLY, C. L.; CASTILLO, M. Designing for accessibility: the intersection of instructional design and disability. *Handbook of Research in Educational Communications and Technology: Learning Design*, Springer, p. 205-227, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-030-36119-8_8. Acesso em: 12 ago. 2023.
- FAGE, C. *et al.* An emotion regulation app for school inclusion of children with asd: Design principles and evaluation. *Computers & Education*, Elsevier, v. 131, p. 1-21, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.12.003>. Acesso em: 12 ago. 2023.
- FANNAN, C. M. Teaching strategies for students with exceptionalities in the secondary art classroom with a focus on students with autism, down syndrome, and visual impairment. 2017. Disponível em: <https://stars.library.ucf.edu/honorsthesis/248>. Acesso em: 12 ago. 2023.
- FARHAN, S. A. *et al.* Improvement of verbal and non-verbal communication skills of children with autism spectrum disorder using human robot interaction. *In: IEEE. 2021 IEEE World AI IoT Congress (AIIoT). [S.l.]*, 2021. p. 0356-0359. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/AIIoT52608.2021.9454193>. Acesso em: 12 ago. 2023.
- FAZIL, H.; QURESHI, M.; TABASSUM, M. Teaching social skills to non-verbal children with autism spectrum disorder: challenges for special educationists working in private special education institutes of lahore city. *Pakistan Languages and Humanities Review*, v. 5, n. 2, p. 482-496, 2021. Disponível em: [http://doi.org/10.47205/plhr.2021\(5-II\)2.37](http://doi.org/10.47205/plhr.2021(5-II)2.37). Acesso em: 12 ago. 2023.
- FEBRIANTINI, W. A.; FITRIATI, R.; OKTAVIANI, L. An analysis of verbal and non-verbal communication in autistic children. *Journal of Research on Language Education*, v. 2, n. 1, p. 53-56, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.33365/jorle.v2i1.923>. Acesso em: 12 ago. 2023.

FLETCHER-WATSON, S. *et al.* What do parents of children with autism expect from participation in research? a community survey about early autism studies. *Autism*, SAGE Publications Sage UK: London, England, v. 23, n. 1, p. 175-186, 2019. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.18/5575>. Acesso em: 12 ago. 2023.

GHANOUNI, P. *et al.* The use of technologies among individuals with autism spectrum disorders: barriers and challenges. *Journal of Special Education Technology*, SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 35, n. 4, p. 286-294, 2020. Disponível em: <https://eric.ed.gov/?id=EJ1274032>. Acesso em: 12 ago. 2023.

GLOD, M.; RIBY, D.; RODGERS, J. Sensory processing profiles and autistic symptoms as predictive factors in autism spectrum disorder and williams syndrome. *Journal of Intellectual Disability Research*, Wiley Online Library, v. 64, n. 8, p. 657-665, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jir.12738>. Acesso em: 12 ago. 2023.

GLUMBIĆ, N.; ĐORĐEVIĆ, M.; BROJČIN, B. Digital Inclusion of Individuals with Autism Spectrum Disorder. [S.l.]: springer Nature, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-3-031-12037-4>. Acesso em: 12 ago. 2023.

GOOSEN, L. Technology opening new worlds for those with autism—an overview. *Autism*, Routledge, p. 84-106, 2023. Disponível em: <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.4324/9781003365631-7/technology-opening-new-worlds-autism-overview-leila-goosen>. Acesso em: 12 ago. 2023.

GOWEN, E. *et al.* Guidelines for conducting research studies with the autism community. *Autism policy & practice*, Europe PMC Funders, v. 2, n. 1 A new beginning, p. 29, 2019. Disponível em: <https://europepmc.org/article/MED/32226635>. Acesso em: 12 ago. 2023.

GROSSI, E. *et al.* Patterns of restricted and repetitive behaviors in autism spectrum disorders: a cross-sectional video recording study. preliminary report. *Brain sciences*, MDPI, v. 11, n. 6, p. 678, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/brainsci11060678>. Acesso em: 12 ago. 2023.

GRZADZINSKI, R. *et al.* Pre-symptomatic intervention for Autism Spectrum Disorder (ASD): defining a research agenda. *Journal of neurodevelopmental disorders*, BioMed Central, v. 13, n. 1, p. 1-23, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s11689-021-09393-y>. Acesso em: 12 ago. 2023.

GUPTA, A. K. *et al.* Human-computer interaction: Designing intuitive user experiences. *Tuijin Jishu/Journal of Propulsion Technology*, v. 44, n. 4, p. 2275-2281, 2023. Disponível em: <https://www.propulsiontechjournal.com/index.php/journal/article/view/1224>. Acesso em: 12 ago. 2023.

HODGES, H.; FEALKO, C.; SOARES, N. Autism spectrum disorder: definition, epidemiology, causes, and clinical evaluation. *Translational pediatrics*, AME Publications, v. 9, n. Suppl 1, p. S55, 2020. Disponível em: <https://tp.amegroups.org/article/view/30253>. Acesso em: 12 ago. 2023.

HSU, H.; LACHENBRUCH, P. A. Paired t test. *Wiley StatsRef: statistics reference online*, Wiley Online Library, 2014. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781118445112>. Acesso em: 12 ago. 2023.

HUDAC, C. M. *et al.* Evaluating heterogeneity in asd symptomatology, cognitive ability, and adaptive functioning among 16p11.2 cnv carriers. *Autism Research*, Wiley Online Library, v. 13, n. 8, p. 1300-1310, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/aur.2332>. Acesso em: 12 ago. 2023.

IRISH, J. E. Evidence-based design: documenting a research experiment *in* a school environment with children with autism spectrum disorder. *Archnet-IJAR: international journal of architectural research*, emerald publishing limited, v. 13, n. 1, p. 25-38, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/ARCH-12-2018-0029>. Acesso em: 12 ago. 2023.

ISMAIL, U. U.; RAMLI, R.; ROZZANI, N. User Experience/User Interface (UX/UI) design for Autistic Spectrum Disorder (ASD) color based emotion detection system: a review. *In: IEEE. 2021 IEEE International Conference on Automatic Control & Intelligent Systems (I2CACIS)*. [S.l.], 2021. p. 114-119. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/I2CACIS52118.2021.9495855> . Acesso em: 12 ago. 2023.

JOBS, Steve. “That’s not what we think design is. It’s not just what it looks like and feels like. Design is how it works.” *The New York Times Magazine*. 2003. Disponível em: <https://www.nytimes.com/2003/11/30/magazine/the-guts-of-a-new-machine.html>. Acesso em: 17 maio. 2024.

JOHNSON, J. Designing with the mind in mind: *simple guide to understanding user interface design guidelines*. [S.l.]: Morgan Kaufmann, 2020. Disponível em: https://books.google.com.br/books?id=_dLVDwAAQBAJ. Acesso em: 12 ago. 2023.

KOLASKI, K. Are communication interventions effective for minimally verbal children with autism spectrum disorder? a cochrane review summary with commentary. *Developmental neurorhabilitation*, Taylor & Francis, v. 23, n. 8, p. 557-559, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/17518423.2020.1826143>. Acesso em: 12 ago. 2023.

KUMAR, S. *et al.* Why parents consent to their children’s participation *in* genetic research: A study of parental decision making. *Indian journal of medical ethics*, NIH Public Access, v. 4, n. 4, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.20529/IJME.2019.063>. Acesso em: 12 ago. 2023.

KUMAR, S. N. *et al.* Conceptualizing a desktop environment for cognitively challenged people. *In: proceedings of the ACM international information technology conference*. New York, NY, EUA: Association for Computing Machinery, p. 366-370. 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/2381716.2381785>. Acesso em: 12 ago. 2023.

LAWLESS, H. T. *et al.* Descriptive analysis. *Sensory evaluation of food: principles and practices*, Springer, p. 227-257, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6488-5>. Acesso em: 12 ago. 2023.

LEE, J. *et al.* Development and application of a metaverse-based social skills training program for children with autism spectrum disorder to improve social interaction: protocol for a randomized controlled trial. *JMIR research protocols*, JMIR Publications Inc., Toronto, Canada, v. 11, n. 6, p. e35960, 2022. Disponível em: <https://www.researchprotocols.org/2022/11/e43864>. Acesso em: 12 ago. 2023.

LEEUWEN, T. M. V. *et al.* Autistic traits in synaesthesia: atypical sensory sensitivity and enhanced perception of details. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, The Royal

Society, v. 374, n. 1787, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2019.0024>. Acesso em: 12 ago. 2023.

LOITSCH, C. *et al.* A knowledge-based approach to user interface adaptation from preferences and for special needs. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, Springer, v. 27, p. 445-491, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11257-017-9196-z>. Acesso em: 12 ago. 2023.

MARKOPOULOS, P.; READ, J. C.; GIANNAKOS, M. Design of digital technologies for children. *Handbook of human factors and ergonomics*, Wiley Online Library, p. 1287-1304, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/9781119636113.ch49>. Acesso em: 12 ago. 2023.

MCKINNON, C. J. *et al.* Restricted and repetitive behavior and brain functional connectivity in infants at risk for developing autism spectrum disorder. *Biological Psychiatry: cognitive neuroscience and neuroimaging*, Elsevier, v. 4, n. 1, p. 50-61, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.bpsc.2018.09.008>. Acesso em: 12 ago. 2023.

MELO, F. d. A. F. de *et al.* Inclusive digital Technologies in the classroom: a case study focused on students with Autism Spectrum Disorder (ASD) in the final years of elementary school. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 6, p. e10211628759-e10211628759, 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/28759>. Acesso em: 12 ago. 2023.

MENGES, R.; KUMAR, C.; STAAB, S. Improving user experience of eye tracking-based interaction: introspecting and adapting interfaces. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, ACM New York, NY, USA, v. 26, n. 6, p. 1-46, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/3338844>. Acesso em: 12 ago. 2023.

MILLEN, L.; COBB, S.; PATEL, H. A method for involving children with autismo in design. *In: proceedings of the 10th international conference on interaction design and children. [S.l.: s.n.]*, 2011. p. 185-188. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/1999030.1999057>. Acesso em: 12 ago. 2023.

MITSEA, E.; DRIGAS, A.; SKIANIS, C. Metacognition in autism spectrum disorder: digital technologies in metacognitive skills training. *Technium Soc. Sci. J.*, HeinOnline, v. 31, p. 153, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.47577/tssj.v31i1.6471>. Acesso em: 12 ago. 2023.

MOODY, C. T.; LAUGESON, E. A. Social skills training in autism spectrum disorder across the lifespan. *Psychiatric Clinics*, Elsevier, v. 43, n. 4, p. 687-699, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.chc.2019.11.001>. Acesso em: 12 ago. 2023.

MORENO, L. *et al.* Designing user interfaces for content simplification aimed at people with cognitive impairments. *Universal Access in the Information Society*, Springer, p. 1-19, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10209-023-00986-z>. Acesso em: 12 ago. 2023.

MORIMOTO, Y. *et al.* Atypical sensory characteristics in autism spectrum disorders. *Autism Spectrum Disorders [Internet]*, Exon Publications, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.36255/exonpublications.autismspectrumdisorders.2021.atypicalsensorycharacteristics>. Acesso em: 12 ago. 2023.

- MORRISON-SMITH, S.; RUIZ, J. Challenges and barriers in virtual teams: a literature review. *SN Applied Sciences*, Springer, v. 2, p. 1-33, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s42452-020-2801-5>. Acesso em: 12 ago. 2023.
- MOSTAFA, M. The autism friendly university design guide. *Dublin City University*, 2021. Disponível em: https://issuu.com/magdamostafa/docs/the_autism_friendly_design_guide. Acesso em: 12 ago. 2023.
- MOTTRON, L.; BZDOK, D. Autism spectrum heterogeneity: fact or artifact? *Molecular psychiatry*, Nature Publishing Group UK London, v. 25, n. 12, p. 3178-3185, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41380-020-0748-y>. Acesso em: 12 ago. 2023.
- NAIR, A. S. *et al.* A case study on the effect of light and colors in the built environment on autistic children's behavior. *Frontiers in psychiatry*, Frontiers, v. 13, p. 1042641, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fpsy.2022.1042641>. Acesso em: 12 ago. 2023.
- NEUFELD, J. *et al.* The impact of atypical sensory processing on adaptive functioning within and beyond autism: the role of familial factors. *Autism*, SAGE Publications Sage UK: London, England, v. 25, n. 8, p. 2341-2355, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/13623613211019852>. Acesso em: 12 ago. 2023.
- NIELSEN, J.; BUDIU, R. Mobile usability. [S.l.]: MITP-Verlags GmbH & Co. KG, 2013. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=O47y4EekXFc>. Acesso em: 12 ago. 2023.
- NTALINDWA, T. *et al.* The use of information communication technologies among children with autism spectrum disorders: descriptive qualitative study. *JMIR pediatrics and parenting*, JMIR Publications Inc., Toronto, Canada, v. 2, n. 2, e12176, 2019. Disponível em: <https://pediatrics.jmir.org/2019/2/e12176/>. Acesso em: 12 ago. 2023.
- PASTOR-CEREZUELA, G. *et al.* The impact of sensory processing on executive and cognitive functions in children with autism spectrum disorder in the school context. *Research in developmental disabilities*, Elsevier, v. 96, p. 103540, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2019.103540>. Acesso em: 12 ago. 2023.
- PAULAIS, M.-A. B. *et al.* Heterogeneities in cognitive and socio-emotional development in children with autism spectrum disorder and severe intellectual disability as a comorbidity. *Frontiers in psychiatry*, Frontiers Media SA, v. 10, p. 508, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fpsy.2019.00508>. Acesso em: 12 ago. 2023.
- PICHILIANI, T. C. P. B. Gaia: um guia de recomendações sobre design digital inclusivo para pessoas com autismo. [S.l.]: Editora Appris, 2020. Disponível em: <https://www.amazon.com.br/GAIA-recomenda%C3%A7%C3%B5es-digital-inclusivo-pessoas/dp/8547339752>. Acesso em: 12 ago. 2023.
- PONTIS, M. Autismo: o que fazer e o que evitar: guia rápido para professores do Ensino Fundamental. [S.l.]: Editora Vozes, 2022. Disponível em: <https://www.amazon.com.br/Autismo-evitar-r%C3%A1pido-professores-Fundamental/dp/6557135937>. Acesso em: 12 ago. 2023.
- PRADEEP, A. Designing User Experience (UX) for special education: principles, practices, and challenges. In: IEEE. *2023 17th International Conference on Electronics Computer and*

- Computation (ICECCO)*. [S.l.], 2023. p. 1-5. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/ICECCO58239.2023.10147151>. Acesso em: 12 ago. 2023.
- PUTNAM, C. *et al.* Interactive technologies designed for children with autism: reports of use and desires from parents, teachers, and therapists. *ACM Transactions on Accessible Computing (TACCESS)*, ACM New York, NY, USA, v. 12, n. 3, p. 1-37, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/3342285>. Acesso em: 12 ago. 2023.
- RASHEDI, R. N. *et al.* Opportunities and challenges in developing technology-based social skills interventions for adolescents with autism spectrum disorder: a qualitative analysis of parent perspectives. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, Springer, p. 1-16, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10803-021-05315-y>. Acesso em: 12 ago. 2023.
- RAYES, R. K. *et al.* Utility and usability of two forms of supplemental vibrotactile kinesthetic feedback for enhancing movement accuracy and efficiency in goal-directed reaching. *Sensors*, MDPI, v. 23, n. 12, p. 5455, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/s23125455>. Acesso em: 12 ago. 2023.
- RAYMAKER, D. M. *et al.* Development of the aaspire web accessibility guidelines for autistic web users. *Autism in Adulthood*, Mary Ann Liebert, Inc., publishers 140 Huguenot Street, 3rd, v. 1, n. 2, p. 146-157, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1089/aut.2018.0020>. Acesso em: 12 ago. 2023.
- REIS, H. S.; BARGÃO, P. J. Sensory integration and the child with autism spectrum disorders. In: BENTHAM SCIENCE PUBLISHERS. *Multidisciplinary Interventions for People with Diverse Needs-A Training Guide for Teachers, Students, and Professionals*. [S.l.], 2020. p. 81-100. Disponível em: <https://doi.org/10.2174/9789811446771120010008>. Acesso em: 12 ago. 2023.
- REZAE, M. *et al.* The evaluation of a mobile user interface for people on the autism spectrum: an eye movement study. *International Journal of Human-Computer Studies*, Elsevier, v. 142, p. 102462, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2020.102462>. Acesso em: 12 ago. 2023.
- ROBERTS-YATES, C.; SILVERA-TAWIL, D. Better education opportunities for students with autism and intellectual disabilities through digital technology. *International Journal of Special Education*, ERIC, v. 34, n. 1, p. 197-210, 2019. Disponível em: <https://eric.ed.gov/?id=EJ1237141>. Acesso em: 12 ago. 2023.
- RODRIGUES, B. F. Avaliação de aplicativos para pessoas com transtorno do espectro autista da comunidade russana. 2018. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/34040>. Acesso em: 12 ago. 2023.
- ROSELLO, B. *et al.* Theory of mind profiles in children with autism spectrum disorder: adaptive/social skills and pragmatic competence. *Frontiers in psychology*, Frontiers Media SA, v. 11, p. 567401, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.567401>. Acesso em: 12 ago. 2023.
- ROSER, M.; ORTIZ-OSPINA, E. Literacy. *Our World in Data*, 2018. Disponível em: <https://ourworldindata.org/literacy>. Acesso em: 12 ago. 2023.

- ROSS, A.; WILLSON, V. L. Paired samples t-test. *In: basic and advanced statistical tests. [S.l.]*: Brill, 2017. p. 17-19. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-94-6351-086-8_4. Acesso em: 12 ago. 2023.
- RUTHERFORD, M. *et al.* Visual supports at home and *in* the community for individuals with autism spectrum disorders: a scoping review. *Autism*, SAGE Publications Sage UK: London, England, v. 24, n. 2, p. 447-469, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/136236131987175>. Acesso em: 12 ago. 2023.
- SALINAS, E.; CUEVA, R.; PAZ, F. A systematic review of user-centered design techniques. *In: SPRINGER. Design, User Experience, and Usability. Interaction Design: 9th international conference, DUXU 2020, Held as Part of the 22nd HCI International Conference, HCII 2020, Copenhagen, Denmark, July 19-24, 2020, Proceedings, Part I 22. [S.l.]*, 2020. p. 253-267. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-030-49713-2_18. Acesso em: 12 ago. 2023.
- SCHMIDT, M.; GLASER, N. Investigating the usability and learner experience of a virtual reality adaptive skills intervention for adults with autism spectrum disorder. *Educational Technology Research and Development*, Springer, v. 69, n. 3, p. 1665-1699, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11423-021-10005-8>. Acesso em: 12 ago. 2023.
- SHARMA, K.; GIANNAKOS, M. Sensing technologies and child–computer interaction: opportunities, challenges and ethical considerations. *International Journal of Child-Computer Interaction*, Elsevier, v. 30, p. 100331, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2021.100331>. Acesso em: 12 ago. 2023.
- SHARMA, U.; RANGARAJAN, R. Teaching students with autism spectrum disorders in south asia: a scoping study and recommendations for future. *International Journal of Developmental Disabilities*, Taylor & Francis, v. 65, n. 5, p. 347-358, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/20473869.2019.1641017>. Acesso em: 12 ago. 2023.
- SOLMI, M. *et al.* Incidence, prevalence, and global burden of autism spectrum disorder from 1990 to 2019 across 204 countries. *Molecular Psychiatry*, Nature Publishing Group UK London, v. 27, n. 10, p. 4172-4180, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41380-022-01630-7>. Acesso em: 12 ago. 2023.
- SORBELLO, K. *et al.* A mobile application to dynamically design activities to promote personal autonomy in children with autism spectrum disorder: a usability evaluation. *In: SPRINGER. International Conference on Human-Computer Interaction. [S.l.]*, 2023. p. 255-275. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-031-35927-9_19. Acesso em: 12 ago. 2023.
- SUSANTI, F.; JUNAEDI, D.; EFFENDY, V. Communication learning user interface model for children with autism with the goal-directed design method. *In: IEEE. 2019 7th International Conference on Information and Communication Technology (ICoICT). [S.l.]*, 2019. p. 1-6. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/ICoICT.2019.8835395>. Acesso em: 12 ago. 2023.
- TEAM, R. C. R language definition. *Vienna, Austria: R foundation for statistical computing*, v. 3, n. 1, 2000. Disponível em: <https://www.r-project.org/>. Acesso em: 12 ago. 2023.
- TENTORI, M.; ESCOBEDO, L.; BALDERAS, G. A smart environment for children with autism. *IEEE Pervasive Computing*, IEEE, v. 14, n. 2, p. 42-50, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/MPRV.2015.22>. Acesso em: 12 ago. 2023.

THERESIA, Y. F. Hai: an instructional motion graphic of how to interact with people with autism for grade schoolers. *Ideology Journal*, v. 5, n. 2, p. 171-178, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.24191/idealogy.v5i2.239>. Acesso em: 12 ago. 2023.

TIAN, J.; GAO, X.; YANG, L. Repetitive restricted behaviors in autism spectrum disorder: from mechanism to development of therapeutics. *Frontiers in neuroscience*, Frontiers, v. 16, p. 780407, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fnins.2022.780407>. Acesso em: 12 ago. 2023.

TIDWELL, J. Designing interfaces: *patterns for effective interaction design*. [S.l.]: "O'Reilly Media, Inc.", 2010. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=5gvOU9X0fu0C>. Acesso em: 12 ago. 2023.

TRIPATHI, I. *et al.* Long-term treatment outcomes of peers® for preschoolers: a parent-mediated social skills training program for children with autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, Springer, p. 1-17, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10803-021-05147-w>. Acesso em: 12 ago. 2023.

TURNOCK, A.; LANGLEY, K.; JONES, C. R. Understanding stigma in autism: a narrative review and theoretical model. *Autism in Adulthood*, Mary Ann Liebert, Inc., publishers 140 Huguenot Street, 3rd, v. 4, n. 1, p. 76-91, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1089/aut.2021.0005>. Acesso em: 12 ago. 2023.

VALENCIA, K. *et al.* A methodology to evaluate user experience for people with autism spectrum disorder. *Applied Sciences*, MDPI, v. 12, n. 22, p. 11340, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/app122211340>. Acesso em: 12 ago. 2023.

VALENCIA, K.; BOTELLA, F.; RUSU, C. A property checklist to evaluate the user experience for people with autism spectrum disorder. In: SPRINGER. *International Conference on Human-Computer Interaction*. [S.l.], 2022. p. 205-216. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-031-05061-9_15. Acesso em: 12 ago. 2023.

VALENCIA, K.; RUSU, C.; BOTELLA, F. User experience factors for people with autism spectrum disorder. *Applied Sciences*, MDPI, v. 11, n. 21, p. 10469, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/app112110469>. Acesso em: 12 ago. 2023.

WIGGINS, L. D. *et al.* Disparities in documented diagnoses of autism spectrum disorder based on demographic, individual, and service factors. *Autism Research*, Wiley Online Library, v. 13, n. 3, p. 464-473, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/aur.2255>. Acesso em: 12 ago. 2023.

WOLFERS, T. *et al.* From pattern classification to stratification: towards conceptualizing the heterogeneity of autism spectrum disorder. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, Elsevier, v. 104, p. 240-254, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2019.07.010>. Acesso em: 12 ago. 2023.

APÊNDICE A — INSTRUÇÕES E TESTE DE USABILIDADE

Este estudo aborda a intersecção entre tecnologia, educação e inclusão. Visando identificar e analisar os aplicativos *Card Talk*, *Leeloo* e *Matraquinha*, voltados para o auxílio da alfabetização de crianças com Transtorno do Espectro do Autismo (TEA), independentemente do nível de suporte, dentro da faixa etária entre 6 e 12 anos de idade. A pesquisa objetiva o aprimoramento da usabilidade dessas ferramentas, promovendo acessibilidade e personalização, almejando melhorias na comunicação, aprendizagem e interação social dessas crianças em sua jornada de alfabetização e desenvolvimento.

As perguntas de avaliação foram fundamentadas com base nas 10 heurísticas de usabilidade de Jacob Nielsen (1993), visando garantir uma análise abrangente e detalhada da experiência do usuário, incluindo: visibilidade do *status* do sistema; compatibilidade do sistema com o mundo real; controle do usuário e liberdade; consistência e padrões; prevenção de erros; reconhecimento ao invés de lembrança; flexibilidade e eficiência de uso; estética e *design* minimalista; ajudar os usuários a reconhecer, diagnosticar e corrigir erros; *help* e documentação. Essas heurísticas serão melhor detalhadas e exemplificadas no formulário de avaliação.

Durante esse processo, utilizaremos um modelo de avaliação em escala de 5 pontos para identificar eventuais falhas de usabilidade, permitindo ajustes precisos e personalizados em cada especificação do aplicativo. O formulário contém 33 perguntas no total, divididas em 3 páginas. Em cada página, há 10 perguntas fechadas por meio de avaliação em escala e 1 pergunta aberta para avaliação de *feedback*. Para cada pergunta, o modelo de avaliação foi categorizado da seguinte forma: 1. Discordo; 2. Discordo parcialmente; 3. Indeciso; 4. Concordo parcialmente; 5. Concordo totalmente.

Através das pontuações fornecidas, será calculada a média das respostas para cada pergunta, resultando em um escore, que, posteriormente, será analisado com os demais resultados obtidos, garantindo uma análise abrangente e detalhada da usabilidade dos aplicativos em questão.

Teste de usabilidade:

Antes de avançar com o formulário, é crucial que haja um entendimento completo das funcionalidades das ferramentas e de sua aplicabilidade. As ferramentas abordadas nesta pesquisa são *Card Talk*, *Leeloo* e *Matraquinha*. Elas estão disponíveis para *download* nas

principais plataformas de distribuição de aplicativos digitais, como a *App Store* e a *Play Store*. Para instalar as ferramentas *mobile* referentes à cada plataforma digital e acessar os aplicativos mencionados, por favor, clique nos *links* abaixo:

Play Store: [Card Talk](#), [Leeloo](#), [Matraquinha](#)

App Store: [Card Talk](#), [Leeloo](#), [Matraquinha](#)

Recomendamos que se familiarize com as ferramentas para conduzir o teste de forma eficaz e preencher o formulário de usabilidade. Isso inclui explorar suas funcionalidades, compreender suas interfaces e entender como podem ser aplicadas para pessoas com TEA. Após essa etapa de compreensão, será realizada uma testagem individual de cada ferramenta com a mesma criança.

O teste será dividido em 3 sessões separadas, uma para cada ferramenta, cada uma com duração de 1 hora. Durante cada sessão do teste, deve ser feito o acompanhamento com a criança em suas interações com as respectivas ferramentas. Será observada a resposta da criança, os desafios enfrentados e o nível de engajamento. O objetivo é compreender as primeiras impressões de como a criança se adapta à ferramenta e se ela consegue realizar alguma ação dentro do aplicativo.

A atividade proposta para explorar o potencial dos aplicativos na promoção da alfabetização é baseada na construção de frases e histórias. Acompanhando a interação da criança com os recursos oferecidos pelos aplicativos, incentivando a seleção de *cards* de comunicação e a sua organização para formar frases simples e, posteriormente, histórias mais elaboradas. A criança será encorajada a expressar sua criatividade e imaginação ao utilizar os recursos disponíveis para criar narrativas.

Após cada sessão de teste, serão incentivadas observações detalhadas para *feedback* pessoal. Isso incluirá comentários sobre a facilidade de uso da ferramenta, as respostas da criança, possíveis dificuldades encontradas e sugestões de melhorias.

Durante as sessões de teste, haverá flexibilidade de tempo. Embora a duração de cada sessão seja definida como 1 hora, será possível adaptar o tempo com base na atenção e no interesse da criança. O objetivo é garantir uma experiência confortável e produtiva para a criança durante a interação com a ferramenta.

Agradecemos antecipadamente por seu comprometimento e dedicação à esta pesquisa. Seu trabalho contribuirá significativamente para o avanço do conhecimento na área de

usabilidade de aplicativos. Clique nos *links* abaixo para acessar o formulário de avaliação, termo de assentimento dos pais e o termo de consentimento livre esclarecido:

[Formulário de Avaliação](#)

[Termo de Assentimento dos Pais](#)

[Termo de Consentimento Livre Esclarecido](#)

Por favor, assegure-se de concluir o formulário e entregar os termos até o dia 26 de abril de 2024. Se surgirem dúvidas ou precisar de mais esclarecimentos, estou à disposição para ajudá-lo/a em qualquer etapa da pesquisa. Não hesite em me contatar.

E-mail de contato: lucas.araujo.soares@aluno.uepb.edu.br

Telefone: (83) 9 9862-0037

APÊNDICE B — FORMULARIO DE AVALIAÇÃO

Visibilidade do *status* do sistema: a aplicação mantém os usuários informados sobre o que está acontecendo, fornecendo *feedback* adequado em um tempo razoável?

Exemplo: o aplicativo de comunicação para crianças com TEA exibe claramente ícones ou animações para indicar quando uma mensagem está sendo enviada, recebida ou processada para que a criança compreenda o *status* da comunicação.

Compatibilidade do sistema com o mundo real: a aplicação usa uma linguagem que a criança com TEA pode entender facilmente, como Comunicação Aumentativa e Alternativa (CAA), em vez de termos complicados que só são compreendidos por pessoas fora do espectro do autismo?

Exemplo: o aplicativo utiliza imagens e símbolos que são facilmente reconhecíveis e relevantes para a criança com TEA, como ícones de objetos do cotidiano, para facilitar a compreensão e a comunicação.

Controle do usuário e liberdade: a aplicação oferece saídas de emergência que permitem ao usuário desfazer ou refazer ações dentro do aplicativo, facilitando que retorne a um ponto recente da interação sem a necessidade de navegar por extensos diálogos?

Exemplo: a criança consegue retornar facilmente a um ponto recente da interação, caso sua ação não ocorra da forma desejada ou acabe entrando em menu, propagandas ou outras interrupções externas.

Consistência e padrões: a aplicação apresenta um ambiente em que seus usuários não precisam adivinhar que diferentes palavras, situações ou ações significam o mesmo?

Exemplo: as categorias e *layout* (elementos, texto gráficos, cores e imagens), dentro do aplicativo, seguem um padrão consistente, facilitando a navegação e compreensão para que a criança possa desenvolver uma familiaridade com a organização do sistema.

Prevenção de erros: o aplicativo oferece sugestões visuais ou auditivas para corrigir possíveis erros de comunicação?

Exemplo: como sugerir palavras alternativas ou fornecer *feedback* positivo para encorajar a criança a continuar tentando se comunicar.

Reconhecimento ao invés de lembrança: no aplicativo, as instruções para uso do sistema tornam objetos, ações e opções visíveis e facilmente recuperáveis quando necessário?

Exemplo: o aplicativo apresenta opções de comunicação visualmente claras e reconhecíveis para que a criança possa selecionar facilmente as palavras ou frases que deseja usar, sem depender de memorização.

Flexibilidade e eficiência de uso: a aplicação dispõe de aceleradores para aumentar a velocidade da interação, permitindo que usuários experientes "cortem caminho" em ações frequentes?

Exemplo: o aplicativo oferece opções de personalização, como a capacidade de criar painéis de comunicação personalizados ou acessar rapidamente frases frequentemente utilizadas para que a criança possa se comunicar com mais eficiência.

Estética e *design* minimalista: a aplicação apresenta diálogos que evitam incluir informações irrelevantes ou raramente necessárias, mantendo um *design* minimalista e focado?

Exemplo: a interface do aplicativo é limpa e livre de distrações desnecessárias para evitar sobrecarregar sensorialmente a criança e permitir que ela se concentre na comunicação.

Ajudar os usuários a reconhecer, diagnosticar e corrigir erros: a aplicação apresenta mensagens de erro expressas em linguagem clara (sem códigos), indicando precisamente o problema e construtivamente sugerindo uma solução?

Exemplo: o aplicativo fornece *feedback* claro e não intrusivo quando ocorrem erros de comunicação, como sugerir maneiras alternativas de expressar uma ideia ou oferecer opções de correção de palavras mal compreendidas.

Help e documentação: a aplicação fornece recursos de ajuda e documentação facilmente acessíveis focados nas necessidades do usuário e sem excesso de informações?

Exemplo: o aplicativo oferece tutoriais interativos incorporados à plataforma ou dentro da aplicação, fornecendo dicas contextuais para auxiliar os pais e terapeutas a compreenderem e utilizarem de forma eficaz as ferramentas de comunicação.

Feedback da ferramenta: esta área serve para compartilhar sua experiência, sugestões e comentários pessoais sobre a usabilidade e eficácia do *software* utilizado.

APÊNDICE C — TERMO DE ASSENTIMENTO

Prezado(a) responsável/representante legal,

Gostaríamos de convidar o(a) menor para participar do projeto de pesquisa intitulado “**Avaliação e redesign de aplicativos digitais destinados à alfabetização de crianças com transtorno do espectro autista**”.

Eu,, portador(a) da Cédula de Identidade RG e inscrito(a) no CPF, abaixo assinado(a), manifesto minha concordância de forma livre e espontânea para autorizar a participação do(da) menor como voluntário(a) neste estudo. Declaro que obtive todas as informações necessárias e esclarecimentos para as dúvidas apresentadas.

Este projeto de pesquisa é coordenado pelo prof. Dr. Jucelio Soares dos Santos, vinculado ao Centro de Ciências Exatas e Sociais Aplicadas da Universidade Estadual da Paraíba. Estou ciente de que posso entrar em contato a qualquer momento, quando necessário, através do *e-mail* jucelio@servidor.uepb.edu.br. O documento abaixo fornece todas as informações relevantes sobre a pesquisa em questão. A colaboração do(da) menor será de grande importância para nós, e a sua retirada do estudo a qualquer momento não acarretará prejuízo algum.

Entendo que o objetivo deste estudo é investigar e avaliar ferramentas voltadas para a alfabetização de crianças com idades entre 6 e 12 anos diagnosticadas com Transtorno do Espectro Autista (TEA). A pesquisa visa selecionar, analisar e redesenhar ferramentas, aplicando princípios e técnicas de desenvolvimento de interfaces adequadas para indivíduos com TEA, com o propósito de melhorar a usabilidade.

Meu(minha) filho(a) será submetido(a) aos seguintes procedimentos:

- utilização dos aplicativos *Card Talk*, *Leeloo* e *Matraquinha*, sendo observado(a) por profissionais da área, a fim de obter informações sobre a experiência de uso desses aplicativos.

Entendo que, durante o estudo, todas as informações obtidas serão mantidas em sigilo, e o nome do(da) meu(minha) filho(a) não será identificado em nenhum momento. Os dados serão armazenados de forma segura e a divulgação dos resultados será feita de maneira a preservar a identidade da criança.

Se houver algum desconforto ou risco durante a participação do(da) meu(minha) filho(a) na pesquisa, ele(a) poderá desistir a qualquer momento, sem sofrer penalidades, e receberá o apoio necessário para resolver quaisquer questões apresentadas.

Confirmo o recebimento de uma cópia assinada deste Termo de Assentimento, conforme recomendações da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (Conep).

Se surgirem dúvidas sobre esta pesquisa, estou à disposição para fornecer informações adicionais e esclarecimentos. Entre em contato com Lucas de Araújo Soares, o pesquisador responsável, através do *e-mail* lucas.araujo.soares@aluno.uepb.edu.br ou pelo telefone (83) 99862-0037. Seu endereço residencial é Rua Antônio José de Sousa, nº 370, Centro – Pombal – PB, Brasil.

Patos – PB, _____ de _____ de _____.

Assinatura do(da) responsável

Assinatura do pesquisador

APÊNDICE D — TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu,, portador(a) da Cédula de Identidade RG e inscrito(a) no CPF, abaixo assinado(a), manifesto minha concordância de forma livre e espontânea em participar como voluntário(a) do estudo “**Avaliação e redesign de aplicativos digitais destinados à alfabetização de crianças com transtorno do espectro autista**”. Declaro que obtive todas as informações necessárias e esclarecimentos para as dúvidas apresentadas.

Este projeto é coordenado pelo Prof. Dr. Jucelio Soares dos Santos, ligado ao Centro de Ciências Exatas e Sociais Aplicadas da UEPB. Para qualquer dúvida ou necessidade de esclarecimento, você pode entrar em contato através do e-mail: jucelio@servidor.uepb.edu.br. Este documento contém todas as informações relevantes sobre a pesquisa em andamento. Sua colaboração neste estudo será extremamente valiosa para nós. É importante ressaltar que, caso decida não participar ou retirar sua participação a qualquer momento, isso não acarretará prejuízos para você.

Estou ciente de que:

- O objetivo deste estudo é investigar e avaliar ferramentas digitais destinadas à alfabetização de crianças com idades entre 6 e 12 anos diagnosticadas com Transtorno do Espectro Autista (TEA). A pesquisa visa selecionar, analisar e redesenhar tais ferramentas, aplicando princípios e técnicas de desenvolvimento de interfaces adequadas para indivíduos com TEA, com o propósito de melhorar sua usabilidade.
- Durante o estudo, serei solicitado(a) a realizar o teste de usabilidade dos aplicativos *Card Talk*, *Leeloo* e *Matraquinha*, além de fornecer *feedback* sobre a minha experiência de uso desses aplicativos. Essa contribuição é crucial para o aprimoramento das ferramentas, especialmente no contexto da alfabetização de crianças com TEA.
- As informações obtidas durante a pesquisa serão tratadas de forma confidencial pelo pesquisador. Contudo, quando necessário, os resultados poderão ser compartilhados com profissionais envolvidos na pesquisa ou com os(as) responsáveis legais dos(das) menores participantes, conforme exigências da legislação pertinente.
- Caso sinta qualquer desconforto ou risco durante minha participação na pesquisa, poderei desistir a qualquer momento, sem sofrer penalidades, e receberei todo o apoio necessário para resolver eventuais questões.

- Todas as informações coletadas serão mantidas em sigilo, sem identificação pessoal, e os dados serão armazenados de forma segura. A divulgação dos resultados será feita de modo a preservar minha identidade.
- Os resultados da pesquisa poderão ser apresentados em congressos e publicações científicas, sem identificação dos(das) participantes, contribuindo para o avanço do conhecimento sobre o tema.
- Em caso de qualquer problema decorrente da participação na pesquisa, posso recorrer ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual da Paraíba.
- Atesto o recebimento de uma via assinada deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, conforme recomendações da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (Conep).

Se surgirem dúvidas sobre esta pesquisa, estou à disposição para fornecer informações adicionais e esclarecimentos. Entre em contato com Lucas de Araújo Soares, o pesquisador responsável, através do *e-mail* lucas.araujo.soares@aluno.uepb.edu.br ou pelo telefone (83) 99862-0037. Seu endereço residencial é Rua Antônio José de Sousa, nº 370, Centro – Pombal – PB, Brasil.

Patos – PB, _____ de _____ de _____.

Assinatura do(da) participante

Assinatura do pesquisador

APÊNDICE E — ANALISE.PY

```
import numpy as np
from scipy.stats import f_oneway, kruskal

# Dados das avaliações dos aplicativos
app1_data = np.array([
    [4, 3, 2, 4, 2, 4, 3, 4, 3, 3],
    [4, 4, 5, 4, 3, 5, 5, 5, 1, 2],
    [4, 3, 3, 3, 1, 5, 4, 3, 4, 4],
    [4, 5, 4, 4, 4, 4, 5, 5, 4, 5],
    [4, 3, 4, 3, 3, 3, 4, 4, 4, 3],
    [3, 5, 4, 2, 4, 5, 5, 1, 4, 3],
    [5, 5, 5, 4, 4, 4, 5, 4, 1, 3],
    [5, 5, 5, 5, 5, 5, 5, 5, 1, 5],
    [5, 5, 5, 4, 5, 5, 4, 5, 3, 2],
    [3, 4, 5, 3, 2, 4, 3, 4, 4, 3]
])

app2_data = np.array([
    [4, 4, 5, 4, 5, 5, 3, 3, 2, 4],
    [4, 3, 4, 4, 2, 2, 5, 3, 4, 3],
    [4, 3, 4, 4, 4, 4, 3, 3, 4, 4],
    [5, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 5, 4, 4],
    [4, 5, 4, 5, 5, 5, 4, 2, 3, 3],
    [5, 5, 3, 5, 4, 4, 2, 4, 3, 4],
    [3, 2, 4, 5, 3, 5, 4, 2, 1, 2],
    [4, 3, 5, 1, 5, 2, 5, 4, 5, 4],
    [2, 5, 4, 5, 3, 5, 4, 5, 3, 5],
    [5, 5, 4, 4, 4, 2, 5, 3, 3, 4]
])

app3_data = np.array([
    [1, 4, 4, 2, 1, 3, 1, 4, 1, 3],
    [5, 4, 4, 3, 5, 3, 2, 3, 4, 4],
    [3, 3, 3, 3, 5, 4, 4, 4, 5, 5],
    [5, 5, 5, 5, 5, 5, 5, 4, 5, 5],
```

```

[5, 4, 4, 4, 5, 4, 4, 4, 4, 4],
[5, 5, 3, 5, 4, 2, 1, 5, 2, 5],
[3, 5, 5, 5, 2, 5, 5, 5, 2, 3],
[5, 5, 2, 3, 5, 4, 4, 5, 5, 5],
[5, 5, 5, 5, 5, 5, 5, 5, 5, 5],
[4, 5, 3, 3, 3, 3, 2, 5, 3, 3]
])

dados = {
    'App1': app1_data,
    'App2': app2_data,
    'App3': app3_data
}

# Função para calcular estatísticas descritivas
def calcular_estatisticas(dados):
    estatisticas = {}
    for app, avaliacoes in dados.items():
        media = np.mean(avaliacoes, axis=0)
        mediana = np.median(avaliacoes, axis=0)
        moda = np.apply_along_axis(lambda x:
np.bincount(x).argmax(), axis=0, arr=avaliacoes)
        desvio_padrao = np.std(avaliacoes, axis=0)
        estatisticas[app] = {
            'media': media,
            'mediana': mediana,
            'moda': moda,
            'desvio_padrao': desvio_padrao
        }
    return estatisticas

estatisticas = calcular_estatisticas(dados)

# Imprimir estatísticas descritivas
for app, stats in estatisticas.items():
    print(f"{app}:")
    print(f"  Média: {stats['media']}")
    print(f"  Mediana: {stats['mediana']}")

```

```
print(f"  Moda: {stats['moda']}")
print(f"  Desvio Padrão: {stats['desvio_padrao']}")

# Comparar os aplicativos usando ANOVA e Kruskal-Wallis
# Unir todas as métricas para cada aplicativo
app1_flat = dados['App1'].flatten()
app2_flat = dados['App2'].flatten()
app3_flat = dados['App3'].flatten()

# Teste ANOVA
f_stat, p_value_anova = f_oneway(app1_flat, app2_flat,
app3_flat)
print(f"\nTeste ANOVA:\n  Estatística F:
{f_stat:.2f}\n  Valor-p: {p_value_anova:.4f}")

# Teste de Kruskal-Wallis
h_stat, p_value_kruskal = kruskal(app1_flat, app2_flat,
app3_flat)
print(f"\nTeste de Kruskal-Wallis:\n  Estatística H:
{h_stat:.2f}\n  Valor-p: {p_value_kruskal:.4f}")
```

APÊNDICE F — REDESIGN.PY

```
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np
from scipy import stats

# Dados antes do redesign
antes_redesign = {
    'Visibilidade do status do sistema': [4.0],
    'Compatibilidade do sistema com o mundo real': [3.9],
    'Controle do usuário e liberdade': [4.1],
    'Consistência e padrões': [4.1],
    'Prevenção de erros': [3.9],
    'Reconhecimento ao invés de lembrança': [3.8],
    'Flexibilidade e eficiência de uso': [3.9],
    'Estética e design minimalista': [3.4],
    'Ajudar os usuários a reconhecer, diagnosticar e corrigir
erros': [3.2],
    'Help e documentação': [3.7]
}

# Dados depois do redesign
depois_redesign = {
    'Visibilidade do status do sistema': [5.0],
    'Compatibilidade do sistema com o mundo real': [4.8],
    'Controle do usuário e liberdade': [5.0],
    'Consistência e padrões': [4.6],
    'Prevenção de erros': [4.5],
    'Reconhecimento ao invés de lembrança': [4.8],
    'Flexibilidade e eficiência de uso': [4.8],
    'Estética e design minimalista': [4.9],
    'Ajudar os usuários a reconhecer, diagnosticar e corrigir
erros': [4.6],
    'Help e documentação': [4.7]
}

# Criando dataframes com os dados
df_antes = pd.DataFrame(antes_redesign)
```

```
df_depois = pd.DataFrame(depois_redesign)

# Calculando médias
media_antes = df_antes.mean()
media_depois = df_depois.mean()

# Realizando o teste t de Student pareado
t_statistic, p_value =
stats.ttest_rel(df_antes.values.flatten(),
df_depois.values.flatten())

# Exibindo resultados
print(f'Média antes do redesign:\n{media_antes}')
print(f'\nMédia depois do redesign:\n{media_depois}')
print(f'\nResultado do teste t de Student (t-statistic):
{t_statistic}')
print(f'Valor p: {p_value}')

# Plotando gráfico de barras
categorias = list(df_antes.columns)
x = np.arange(len(categorias))
largura_barra = 0.35

fig, ax = plt.subplots(figsize=(10, 6))

bars1 = ax.bar(x - largura_barra/2, media_antes,
largura_barra, label='Antes do Redesign')
bars2 = ax.bar(x + largura_barra/2, media_depois,
largura_barra, label='Depois do Redesign')

ax.set_xlabel('Métricas de Usabilidade')
ax.set_ylabel('Pontuação Média')
ax.set_title('Comparação das Métricas de Usabilidade Antes e
Depois do Redesign')
ax.set_xticks(x)
ax.set_xticklabels(categorias, rotation=45, ha='right')
ax.legend()
```

```
def autolabel(bars):
    """Anexa um rótulo com a altura das barras."""
    for bar in bars:
        height = bar.get_height()
        ax.annotate(' {:.2f}'.format(height),
                    xy=(bar.get_x() + bar.get_width() / 2,
                        height),
                    xytext=(0, 3),
                    textcoords="offset points",
                    ha='center', va='bottom')

autolabel(bars1)
autolabel(bars2)

plt.tight_layout()
plt.show()
```