

Um Estudo Empírico sobre Usabilidade de Aplicativos Baseados em Comunicação Aumentativa e Alternativa

An Empirical Study on Usability of Applications Based on Augmentative and Alternative Communication

Maíra Sinesio dos Santos

Mestranda em Engenharia da Computação pela Universidade de Pernambuco
Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0006-5563-6091>
E-mail: mss1@ecomp.poli.br

Franciely Alves de Souza

Doutoranda em Engenharia da Computação pela Universidade de Pernambuco
Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-2203-9948>
E-mail: fas2@ecomp.poli.br

Carlo Marcelo Revoredo da Silva

Professor adjunto da Universidade de Pernambuco
Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0003-4283-6490>
E-mail: marcelo.revoredo@upe.br

Resumo

Este trabalho investiga a usabilidade de aplicativos de Comunicação Aumentativa e Alternativa (CAA) para usuários neurodivergentes, especialmente aqueles com Transtorno do Espectro Autista (TEA). Foram avaliados três aplicativos disponíveis para Android: Expressia, Matraquinha e AntiSpark. O objetivo principal foi identificar problemas de usabilidade e sugerir melhorias

para aprimorar a funcionalidade e a experiência do usuário. A análise foi realizada por meio de avaliação heurística, com base nas 10 heurísticas de Nielsen. Os resultados indicaram que o aplicativo Expressia violou 7 heurísticas, o Matraquinha violou 5 e o AntiSpark violou 8. Essas violações revelaram a necessidade de melhorias significativas, especialmente na clareza da interface e no alinhamento das funcionalidades com as



necessidades dos usuários. As recomendações propostas visam criar um ambiente digital mais intuitivo e acessível, facilitando a navegação para pessoas com dificuldades de comunicação.

Palavras-chave: Comunicação Aumentativa e Alternativa; Avaliação Heurística; Usabilidade.

Abstract

This study investigates the usability of Augmentative and Alternative Communication (AAC) applications for neurodivergent users, particularly those with Autism Spectrum Disorder (ASD). Three Android applications were evaluated: Expressia, Matraquinha, and AntiSpark. The main objective was to identify

usability issues and suggest improvements to enhance functionality and user experience. The analysis was conducted through heuristic evaluation based on Nielsen's 10 heuristics. The results indicated that the Expressia app violated 7 heuristics, Matraquinha violated 5, and AntiSpark violated 8. These violations revealed the need for significant improvements, particularly in interface clarity and the alignment of functionalities with users' needs. The proposed recommendations aim to create a more intuitive and accessible digital environment, facilitating navigation for individuals with communication difficulties.

Keywords: Augmentative and Alternative Communication; Heuristic Evaluation; Usability.

Área de extensão: Educação e Tecnologia Assistiva

Introdução

A comunicação desempenha um papel essencial no desenvolvimento cognitivo, social e emocional das pessoas (Dias, 2022). A dificuldade na comunicação compromete significativamente a qualidade de vida, o rendimento escolar e a integração no contexto familiar, além de limitar a autonomia do usuário. Há uma demanda por integrar ferramentas digitais à educação, visando criar abordagens de aprendizado mais dinâmicas e atraentes (Santos; Lico; Moura, 2022). A ausência de uma comunicação eficaz pode levar ao isolamento, frustração e dificuldades no desenvolvimento pessoal e escolar (Machado, 2020).

Pessoas com deficiência, incluindo neurodivergentes, como autistas e indivíduos com Traumatismo Cranioencefálico (TCE), enfrentam desafios na comunicação, tornando a intervenção adequada, essencial para inclusão e qualidade de vida. Garantir acesso à educação de qualidade, como previsto no Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS 4) da Organização das Nações Unidas (ONU) e pela Lei Brasileira de Inclusão (Lei nº 13.146/2015), é fundamental. Segundo Souza (2016), tecnologias digitais no ambiente



educacional promovem inovação no ensino e novas formas de interação com o conhecimento.

Diante disso, existe a Comunicação Aumentativa e Alternativa (CAA), que inclui recursos de baixa tecnologia, como quadros de comunicação e gestos manuais, até soluções de alta tecnologia, como aplicativos móveis e dispositivos de fala gerada por computador (Beukelman; Light, 2020). No contexto da CAA, "aumentativa" amplia as habilidades existentes, enquanto "alternativa" substitui a comunicação verbal convencional, abrangendo desde sistemas de símbolos e quadros até dispositivos eletrônicos sofisticados (Bondy; Frost, 1994).

Este artigo analisa a usabilidade de três aplicações de CAA, identificando problemas que comprometem sua eficácia e funcionalidade. O estudo destaca desafios enfrentados pelos usuários, áreas de melhoria e oferece recomendações para otimizar a experiência. O objetivo é desenvolver soluções mais acessíveis e eficazes, alinhadas à inclusão educacional e social, respondendo à pergunta: quais problemas de usabilidade impactam a funcionalidade das aplicações de CAA e a experiência de usuários com diferentes necessidades comunicativas?

Revisão da literatura

A CAA é um campo da tecnologia assistiva (TA), que trabalha para fornecer soluções de comunicação para pessoas que enfrentam dificuldades de comunicação convencional. Carvalho *et al.* (2016) ressaltam os recursos de alta e baixa tecnologias de sistemas simples, como painéis de mensagens com símbolos ou letras, até soluções avançadas, como software de reconhecimento de voz e aplicações de comunicação suportadas por dispositivos móveis.

Além dos recursos de baixa tecnologia como pranchas de comunicação, recursos de alta tecnologia ampliam as oportunidades de interação para pessoas atípicas. Segundo



Sartoretto e Bersch (2010), esses recursos oferecem sistemas mais refinados, utilizando computadores, onde os símbolos representam objetos, pessoas, ações, conexões e ideias.

Usabilidade

A usabilidade refere-se à capacidade de um sistema ou produto ser utilizado de forma eficaz e eficiente pelos usuários, independentemente de suas habilidades, conhecimentos ou contexto de uso. Para Maia, Barbosa e Williams (2020), a usabilidade envolve a capacidade de um sistema ou produto de atender às necessidades de um usuário, proporcionando uma experiência de uso de alta qualidade.

De acordo com Nielsen (2012), a usabilidade é importante porque os usuários são muito sensíveis à experiência que uma aplicação oferece e têm uma variedade de opções à sua disposição. No contexto da educação inclusiva, os softwares destinados a usuários atípicos requerem ainda mais atenção, pois são voltados para um público-alvo que muitas vezes necessita de um ambiente claro e intuitivo para garantir uma interação eficaz. A diversidade de usuários e dispositivos de interação leva à necessidade de que o desenvolvimento de sistemas se adeque a requisitos de interação diferentes, colaborando para a inclusão de vários públicos-alvo (Ahmed; Seong, 2006).

Avaliação heurística

Segundo Nandula e Padmanabhan (2023), a avaliação heurística é descrita como um processo em que especialistas utilizam regras práticas para avaliar a usabilidade de interfaces de usuário, realizando essa análise de maneira independente e identificando problemas potenciais. Para Nielsen (1990), a avaliação heurística consiste na análise de uma interface para identificar os aspectos positivos e negativos. As heurísticas consistem nos elementos a seguir:



- Design minimalista: foco nas informações essenciais para garantir clareza e acessibilidade;
- Alinhamento com o mundo real: usar linguagem e conceitos familiares ao usuário;
- Reconhecimento sobre memorização: facilitar o uso com padrões reconhecíveis, evitando sobrecarga de memória;
- Padronização: garantir uniformidade para evitar confusões;
- *Feedback* do sistema: informar o usuário sobre seu progresso e ações no sistema;
- Autonomia do usuário: oferecer opções personalizáveis que promovam controle e independência;
- Eficiência e adaptabilidade: assegurar um uso eficiente e flexível para diferentes interações;
- Correção de erros: incluir mensagens claras para identificação e resolução de problemas;
- Prevenção de erros: minimizar falhas que comprometam a comunicação;
- Ajuda e suporte: disponibilizar tutoriais, informações contextualizadas e suporte on-line.

Em uma análise de usabilidade, as heurísticas são essenciais porque fornecem um conjunto de diretrizes confiáveis, que ajudam a avaliar, identificar e resolver problemas de usabilidade testadas em sistemas e interfaces. Staut e Bernardi (2017) ressaltam que, para solucionar a maioria dos problemas, as pessoas recorrem a estratégias intuitivas, conhecidas como heurísticas, que são regras gerais e linhas de orientação formais. Os problemas encontrados em uma análise de usabilidade são classificados de acordo com seu grau de severidade, permitindo uma priorização adequada das correções necessárias. Os tipos de severidade dos problemas se classificam como:



- Problema cosmético: não há necessidade de correção a menos que haja tempo disponível;
- Problema pequeno: a prioridade deve ser pequena para corrigir um problema desse porte;
- Problema grande: a prioridade é alta para esse porte, e é importante corrigir rápido;
- Problema catastrófico: a correção é de extrema importância, pois causa problemas no funcionamento da aplicação.

Essa categorização orienta melhorias, priorizando questões críticas e propondo soluções para aprimorar a interação e o aprendizado de usuários com dificuldades comunicativas.

Trabalhos correlatos

Esta seção analisa trabalhos acadêmicos sobre ferramentas de interação para pessoas neurodivergentes, avaliando métodos de usabilidade e dados sobre eficácia e qualidade.

Segundo Santos (2022), a pesquisa foca no aplicativo Matraquinha, uma ferramenta de CAA para crianças com TEA, realizada em uma instituição vinculada à Associação de Pais e Amigos Excepcionais (APAE). O estudo observou o uso do aplicativo por crianças de 2 a 11 anos e destacou a importância de melhorar suas funcionalidades para atender melhor às demandas dessas crianças. Os resultados indicam a necessidade de aprimorar o aplicativo para melhor atender às suas necessidades.

Conforme destacado por Jesus (2019), o objetivo principal da pesquisa foi estabelecer padrões específicos de usabilidade para softwares de educação especial, com ênfase nas pessoas com Deficiência Intelectual (DI). O autor realizou um levantamento de



critérios usando abordagens objetivas, prospectivas e preditivas de usabilidade. Para isso, foram criados padrões específicos para avaliar a usabilidade do software educacional projetado para pessoas com DI. Os critérios que foram aplicados aos protótipos de interface mostraram que eram úteis para os desenvolvedores de software da educação especial para pessoas com DI.

Conforme o trabalho de Macedo, Ramalho e Medeiros (2021), os autores avaliaram a usabilidade de aplicativos para comunicação e desenvolvimento da fala em crianças com TEA, visando identificar problemas e violações às diretrizes de usabilidade que poderiam dificultar seu uso. A avaliação é crucial para garantir que os aplicativos sejam adequados e acessíveis. Os resultados indicaram violações, especialmente em aplicativos com suporte multi-idioma, onde elementos foram traduzidos de forma incorreta ou incoerente.

Os trabalhos citados têm em comum o objetivo de avaliar a usabilidade de recursos de comunicação para pessoas neurodivergentes, mas cada um foca em aspectos diferentes. Embora compartilhem com esta pesquisa a avaliação da usabilidade e eficácia dos recursos de CAA, esta pesquisa se destaca por seu enfoque na análise de ferramentas de CAA para pessoas neurodivergentes. Ela realiza uma avaliação aprofundada de três aplicações de CAA, identificando problemas de usabilidade e propondo soluções práticas para melhorar a eficácia desses recursos.

Metodologia

Nesta seção será apresentado o processo de escolha das ferramentas avaliadas e como se deu o funcionamento da análise de usabilidade mediante as ferramentas de CAA.

No processo de análise da usabilidade, foram selecionadas três ferramentas: Expressia, Matraquinha e AutiSpark. A escolha dessas ferramentas levou em consideração sua disponibilidade e aplicabilidade em sistemas operacionais específicos, como Android e iOS para dispositivos móveis; esses sistemas operacionais são mais acessíveis para muitos usuários de CAA. A pesquisa inicial envolveu a busca por diversas ferramentas de CAA,



considerando a variedade de opções para diferentes plataformas e necessidades dos usuários. Foram encontradas 11 ferramentas, das quais 3 foram selecionadas para avaliação detalhada, segundo o contexto abordado.

As ferramentas selecionadas foram analisadas de forma completa, com a inspeção de todas as telas e funcionalidades. A avaliação focou na eficácia, usabilidade e acessibilidade, utilizando as 10 heurísticas de Nielsen (1990) como referência para identificar potenciais falhas. A análise foi realizada por estudantes de pós-graduação, especializados em usabilidade e experiência do usuário, visando identificar pontos críticos que possam comprometer a usabilidade das ferramentas. Para cada falha encontrada, foi indicado o local da violação, a heurística violada e a severidade do problema.

Critérios de inclusão e exclusão de ferramentas

A seleção das ferramentas a serem analisadas foi determinada com base em critérios de inclusão e exclusão definidos na Tabela 1, para inspecionar apenas ferramentas de uso gratuito e com elementos importantes para a interação dos usuários, como o uso de sons.

Tabela 1 – Critérios de inclusão e exclusão

Critérios de inclusão	Critérios de exclusão
Ferramentas de acesso gratuito	Ferramentas com número de downloads inferior a 50.000
Ferramenta CAA	Ferramentas simples, só com uso de imagens, sem a utilização de som
Ferramentas que possuem som	Ferramentas web

Fonte: Os autores (2024).

Ferramentas inspecionadas

Nesta seção serão apresentadas todas as ferramentas que passaram pela inspeção de telas, contribuindo para que se possa entender como cada ferramenta é utilizada, em



qual tipo de dispositivo pode ser instalada e qual público-alvo é beneficiado por cada uma delas.

Expressia é uma ferramenta de CAA lançada em 2019 pela TIX Tecnologia para Android. Voltada para pessoas com dificuldades de comunicação e aprendizagem, como autismo, síndrome de Down e déficit de atenção, permite criar pranchas de comunicação personalizáveis, promovendo a comunicação e a aprendizagem de forma adaptada às necessidades individuais (Sartoretto; Bersch, c2025).

A ferramenta Matraquinha é uma espécie de fichário de comunicação desenvolvida para auxiliar na comunicação de crianças e adolescentes autistas, de acordo com Silva (2022). Criada em 2017 por pais de uma criança autista, é compatível com dispositivos Android e iOS, ajudando crianças e adolescentes autistas a expressarem desejos, emoções e necessidades por meio de figuras.

Autispark é uma ferramenta educacional criada em 2020 para crianças com TEA, voltada ao desenvolvimento de habilidades essenciais para crianças de 2 a 12 anos, disponível na Play Store e App Store. De acordo com Santos e Ramos (2023), o aplicativo conta com atividades que abordam habilidades linguísticas, matemáticas e cognitivas, promovendo engajamento interativo.

Resultados

Esta seção apresenta os resultados de uma análise de usabilidade baseada em heurísticas para ferramentas de CAA, identificando problemas e categorizando-os por grau de severidade.

A análise de usabilidade do Expressia identificou quatro falhas significativas, incluindo problemas de padronização de textos na interface. Essa falha é evidenciada na imagem A da Figura 1, onde o idioma é selecionado e a tradução dos elementos não é consistente, deixando parte dos textos no idioma original.



Figura 1 – Telas do Expressia



Notas: (a) Primeira tela; (b) Tela inicial.

Fonte: Os autores (2024).

- Local da violação: a aplicação apresenta uma falha na mudança de idioma, que ocorre de forma parcial em todas as telas. Isso pode causar frustração ao usuário que não tiver familiaridade com o idioma;
- Diretriz(es) violada(s): heurística 4 – padronização e uniformidade. A aplicação não disponibiliza a alteração do idioma de forma eficaz, trazendo confusão ao usuário, dificultando o uso da aplicação;
- Severidade do problema: 4 (Problema Catastrófico);



- Sugestão de solução: a aplicação deve oferecer uma alteração de idioma de forma completa, atendendo toda a aplicação. A correção pode ser feita através da implementação de uma padronização, onde o usuário poderá visualizar toda a interface com um mesmo idioma.

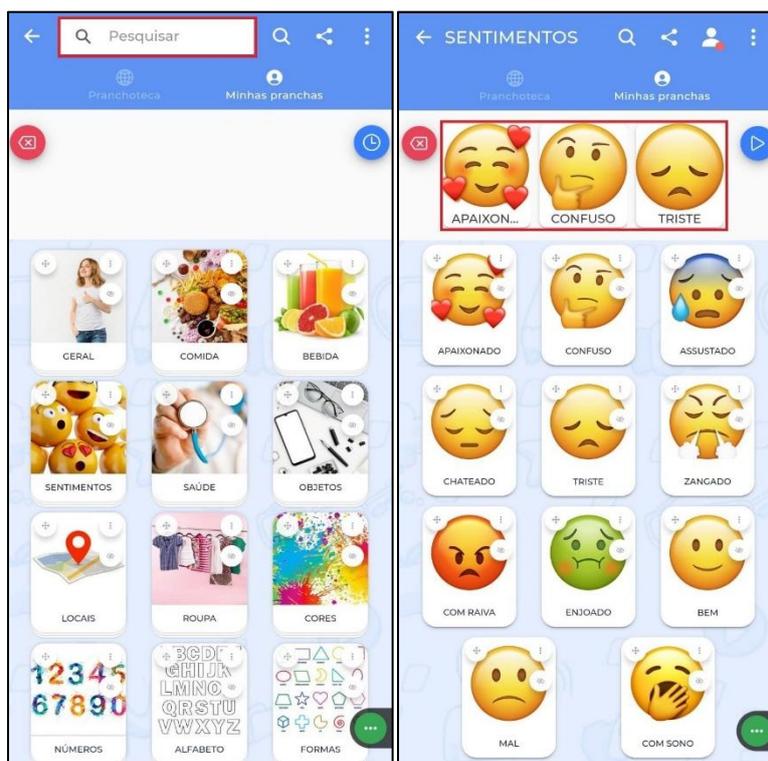
A aplicação carece de um tutorial explicativo em todas as interfaces, incluindo a tela inicial. Esse recurso seria essencial para orientar os usuários sobre as funcionalidades e características do Expressia, facilitando sua interação, sendo essa a segunda falha encontrada na ferramenta, representada na figura B da Figura 1.

- Local da violação: todas as telas. Não possui tutorial para explicar de forma clara o que o usuário deve fazer ou como ele deve usar a aplicação;
- Diretriz(es) violada(s): heurística 10 – a disponibilidade de ajuda e documentação. A aplicação não disponibiliza instruções claras para que o usuário utilize de forma independente;
- Severidade do problema: 4 (Problema Catastrófico);
- Sugestão de solução: a aplicação deve fornecer um guia de interação com o usuário ou um tutorial que descreva o passo a passo do funcionamento da aplicação. A correção é possível de ser realizada por meio de demonstração de uso interativo ou vídeo explicativo.

A terceira violação está na barra de pesquisa da aplicação, que apresenta uma falha generalizada ao processar comandos de forma ineficaz, comprometendo sua funcionalidade. Essa falha impacta diretamente a experiência do usuário. Ela é ilustrada na imagem A da Figura 2.



Figura 2 – Telas do Expressia



(a)

(b)

Notas: (a) Tela inicial; (b) Seção sentimentos.

Fonte: Os autores (2024).

- Local da violação: em todas as telas, ao selecionar a barra de pesquisa a função não responde aos comandos do usuário. Não possui um bom funcionamento;
- Diretriz(es) violada(s): heurística 7 – problemas com a eficiência e a adaptabilidade de uso. A aplicação não facilita a interação com o usuário;
- Severidade do problema: 3 (Problema Grande);
- Sugestão de solução: a aplicação deve fornecer uma facilitação ao usuário de acordo com suas preferências, tornando uma busca mais fácil no processo de transmissão de desejos através dos cartões. A correção é possível de ser feita



mediante uma filtragem, que permite ao usuário uma busca planejada de seus cartões de forma mais eficaz.

A quarta violação ocorreu na seção Sentimentos, projetada para os usuários registrarem e expressarem emoções. Observou-se que, ao navegar para outras seções, os cartões de sentimentos permanecem visíveis, contrariando o comportamento esperado. Essa falha é destacada na imagem B da Figura 2, onde os cartões aparecem indevidamente, mesmo fora da seção apropriada.

- Local da violação: na tela Sentimentos, a aplicação possui um espaço para armazenar até 3 cartões que expressam o sentimento do usuário, porém, quando muda a tela, a aplicação continua com esses cartões se repetindo para todas as telas;
- Diretriz(es) violada(s): heurística 6 – autoridade e autonomia do usuário. A aplicação não disponibiliza autonomia para o usuário escolher o que ele quer apagar de forma individual;
- Severidade do problema: 3 (Problema Grande);
- Sugestão de solução: A aplicação deve fornecer ao usuário a autonomia de selecionar os cartões que ele deseja apagar individualmente. É possível ser feita esta correção por meio de caixas de seleção de cada item ou por meio de um botão de seleção múltipla que permite que o usuário escolha mais de um item para serem apagados.

Durante a análise do aplicativo Matraquinha, foram identificadas três falhas de usabilidade que afetam a experiência do usuário. A primeira ocorre na seção de emoções, que deveria ser exclusiva para expressões sentimentais, mas, como mostrado na Imagem



A da Figura 3, também exibe imagens de familiares, gerando incongruência e dificultando a expressão emocional, o que pode frustrar o usuário.

Figura 3 – Telas do Matraquinha



Notas: (a) Seção emoções; (b) Seção de necessidades.

Fonte: Os autores (2024).

- Local da violação: Na tela principal, seção pessoal, cartão de emoções, que exibe imagens de familiares, gerando confusão ao associar emoções a representações de familiares.
- Diretriz(es) violada(s): heurística 2 – alinhamento com o mundo real. A aplicação deve possuir os mesmos conceitos que o usuário esteja familiarizado;
- Severidade do problema: 2 (Problema Pequeno);
- Sugestão de solução: a aplicação deve fornecer uma linguagem clara, compatível com o uso que o usuário está habituado. É possível fazer a correção por meio de uma seção específica para familiares.



A segunda falha ocorre na seção de necessidades do usuário da tela principal. Em vez de oferecer respostas rápidas e diretas, como afirmações ou pedidos de ajuda, a seção não cumpre sua função. A divergência entre intenção e execução é clara na imagem B da Figura 3, que mostra a falta de acesso imediato e intuitivo às respostas necessárias para expressar as necessidades dos usuários.

- Local da violação: na tela principal, na seção Necessidades. A aplicação não segue a recomendação de respostas indicadas pela seção, onde deveria ser exclusivamente para necessidades;
- Diretriz(es) violada(s): heurística 2 – alinhamento com o mundo real. A aplicação deve fornecer informações claras para não causar confusão ao usuário;
- Severidade do problema: 2 (Problema Pequeno);
- Sugestão de solução: a aplicação deve fornecer as informações esperadas ao selecionar a seção desejada, com os cartões de “sim”, “não” e “ajuda” restritos à seção de respostas rápidas.

A terceira falha ocorre na seção de saudações da tela principal. Projetada para permitir a seleção de cumprimentos, essa área está misturada com perguntas, o que foge ao seu propósito. Em vez de se limitar a opções de saudações, a seção inclui elementos não relacionados. A imagem B da Figura 3 mostra essa mistura inadequada.

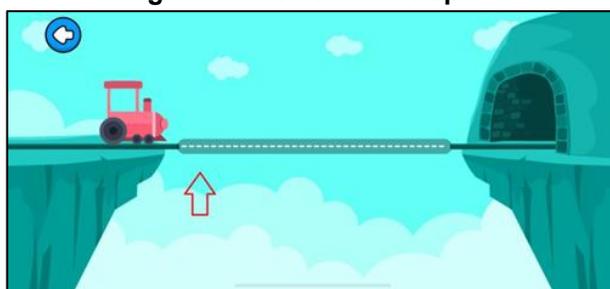
- Local da violação: tela principal, na seção Saudações. Possui perguntas onde deveria conter apenas saudações;
- Diretriz(es) violada(s): heurística 2 – alinhamento com o mundo real. A aplicação deve usar conceitos com os quais o usuário já esteja familiarizado;
- Severidade do problema: 2 (Problema Pequeno);



- Sugestão de solução: ao selecionar uma seção, a aplicação deve fornecer as informações desejadas, podendo ser corrigida com a inclusão de uma seção específica para perguntas.

Durante a avaliação do aplicativo AntiSpark, foram identificadas três falhas de usabilidade que dificultam a interação do usuário. A primeira ocorre na seção *Explore Games*, onde o usuário espera um guia ou tutorial para entender a atividade escolhida, mas a aplicação não oferece esse recurso, prejudicando a experiência e a compreensão da atividade, como mostrado na Figura 4.

Figura 4 – Telas do AntiSpark



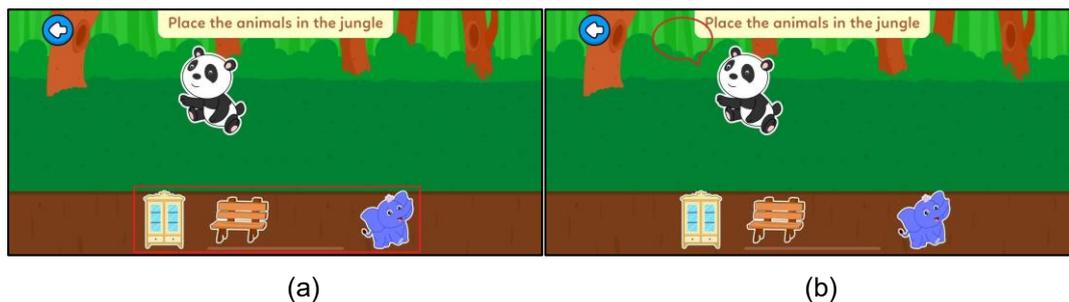
Fonte: Os autores (2024).

- Local da violação: na seção *Explore Games* (Explorar Jogos), tela *Tracing* (Atividade de Traços), a aplicação não dispõe de tutorial para auxiliar o usuário a entender o funcionamento da aplicação;
- Diretriz(es) violada(s): heurística 10 – a disponibilidade de ajuda e documentação. A aplicação deve fornecer ao usuário instruções para que ele possa usá-la de forma independente;
- Severidade do problema: 3 (Problema Grande);
- Sugestão de solução: a aplicação deve fornecer um tutorial que descreva o passo a passo da atividade. É possível fazer a correção por meio de demonstração de uso interativo.



A segunda falha de usabilidade no AntiSpark foi identificada na tela *Animals in Jungle* (Animais na Selva). Espera-se que a aplicação forneça *feedback* ao usuário, especialmente em casos de erro durante a execução de uma atividade. No entanto, ao cometer um erro, o usuário não recebe nenhuma sinalização ou mensagem indicando o equívoco, o que impede a correção da ação e o progresso na tarefa. A ausência de resposta é crítica, pois o *feedback* é essencial para o aprendizado e melhoria. Essa falha é ilustrada na imagem A da Figura 5, que destaca a falta de comunicação entre o usuário e a aplicação.

Figura 5 – Telas do AntiSpark



Notas: (a) Tela *Animals in Jungle*; (b) Tela *Animals in Jungle*.

Fonte: Os autores (2024).

- Local da violação: Tela *Animals in Jungle* (Animais na Selva). A aplicação não possui nenhum tipo de retorno ao usuário quando ele erra ao utilizar a aplicação;
- Diretriz(es) violada(s): heurística 4 – padronização e uniformidade. O sistema deve possuir uma padronização para que o usuário possa entender o funcionamento da atividade selecionada;
- Severidade do problema: 3 (Problema Grande);
- Sugestão de solução: o objeto deve mudar sua tonalidade de cor, conforme outras telas da ferramenta.



A terceira falha foi identificada na mesma tela da seção anterior, na *Animals in Jungle* (Animais na Selva). Trata-se da ausência de um sistema de ajuda eficaz, que deveria auxiliar o usuário a identificar e corrigir problemas durante o uso. Esse recurso é fundamental para permitir que o usuário navegue com confiança e resolva dificuldades de forma autônoma. A falta desse suporte compromete a experiência, especialmente diante de desafios inesperados. A imagem B na Figura 5 ilustra essa falha, evidenciando a falta de orientação, o que pode gerar frustração no usuário.

- Local da violação: na tela *Animals in Jungle* (Animais na Selva). A aplicação não possui nenhum tipo de ajuda para que o usuário possa identificar, diagnosticar e corrigir erros;
- Diretriz(es) violada(s): heurística 8 – ajudar os usuários a identificar, diagnosticar e corrigir erros;
- Severidade do problema: 3 (Problema Grande);
- Sugestão de solução: adicionar um balão metalinguístico no personagem Panda, indicando que o usuário errou ao selecionar o animal ou objeto.

Discussão sobre os resultados

Ao aplicar as 10 heurísticas de Nielsen nas aplicações analisadas, foram identificados diversos problemas de usabilidade. A avaliação revelou 10 problemas nos aplicativos Expressia, Matraquinha e AntiSpark, registrados na Tabela 2, destacando os problemas que afetam o funcionamento das ferramentas. A presença dessas falhas indica a necessidade urgente de correções para melhorar a interação e proporcionar uma experiência mais fluida e satisfatória.

O desenvolvimento de softwares de CAA é um processo complexo. Ele exige uma abordagem de *design* centrada no usuário, o que garante que as ferramentas atendam às



suas necessidades e expectativas. Além disso, essa abordagem promove melhorias contínuas e contribui para uma maior satisfação nas atividades diárias.

Tabela 2 – Falhas de usabilidade

Heurísticas	Expressia	Matraquinha	AutiSpark
Simplificação estética e <i>design</i> minimalista	0	0	0
Alinhamento com o mundo real	0	3	0
Foco no reconhecimento em vez da memorização	0	0	0
Padronização e uniformidade	1	0	1
Mostrar o estado do sistema (<i>feedback</i>)	0	0	0
Autoridade e autonomia do usuário	1	0	0
Problemas com a eficiência e a adaptabilidade de uso	1	0	0
Ajudar os usuários a identificar, diagnosticar e corrigir erros	0	0	1
Prevenção de erros	0	0	0
A disponibilidade de ajuda e documentação	1	0	1
TOTAL	4	3	3

Fonte: Os autores (2024).

Como resultado da análise, foram diagnosticadas falhas em três dos quatro tipos de gravidade, conforme mostrado na Tabela 3, onde as falhas encontradas variam de pequenas a grandes e catastróficas, que precisam de uma solução urgente e cuidadosa.

Tabela 3 – Quantidade de heurísticas violadas

Gravidade do Problema	Expressia	Matraquinha	AutiSpark
Problema Cosmético	0	0	0
Problema Pequeno	0	3	0
Problema Grande	2	0	3
Problema Catastróficos	2	0	0
TOTAL	4	3	3

Fonte: Os autores (2024).

A distribuição das falhas entre os aplicativos revela percepções sobre áreas de fraqueza e pontos fortes. Por exemplo, o AutiSpark apresenta muitos problemas grandes, indicando desafios em usabilidade, enquanto o Matraquinha é mais afetado por falhas de gravidade média. Essas observações destacam a necessidade de uma abordagem personalizada para cada aplicação, visando corrigir falhas e otimizar a funcionalidade.



Diante disso, é interessante considerar abordagens que apoiem o *design* com equidade em múltiplas formas de apresentação, de expressão e de aprendizagem, como o Desenho Universal na Aprendizagem (DUA) (Ross; Meyer, 2014).

Por fim, a implementação de *design* centrado no usuário para ferramentas de CAA deve ser abrangente e adaptativa, considerando a vasta gama de necessidades e contextos de uso. A melhoria contínua, baseada na compreensão profunda das experiências dos usuários e em colaboração estreita com especialistas e comunidades de usuários, é essencial para criar soluções eficazes para pessoas com transtornos de comunicação. Para implementar isso, é necessário coletar *feedback* regular, realizar testes de usabilidade e manter atualizações constantes baseadas nas necessidades dos usuários. Dessa forma, é possível garantir que as soluções atendam às necessidades reais e melhorem a qualidade de vida dos usuários. A atenção aos detalhes, a flexibilidade no *design* e a disposição para inovar são essenciais para superar os desafios e proporcionar uma experiência de usuário enriquecedora e inclusiva.

Conclusões

Este trabalho apresentou a análise de usabilidade de três aplicações voltadas para a CAA, com o objetivo principal de identificar e esclarecer problemas que afetam a eficácia e a funcionalidade dessas ferramentas. Além disso, foram propostas recomendações estratégicas e soluções criativas. A análise da usabilidade é essencial para garantir que as aplicações sejam intuitivas e amigáveis, criando um ambiente digital onde pessoas com transtornos na comunicação possam navegar com confiança.

Ferramentas de CAA bem projetadas são essenciais tanto para os usuários quanto para os profissionais que dependem delas. Este estudo destaca a importância de soluções bem pensadas e estimula a inovação contínua no *design* de softwares assistivos. O trabalho também ressalta a necessidade de uma abordagem contínua e iterativa para a avaliação e melhoria das ferramentas de CAA.



Os resultados da avaliação heurística revelaram a presença de diversos problemas de usabilidade nas ferramentas de CAA analisadas, destacando a complexidade inerente ao desenvolvimento desses aplicativos. Foi identificado um total de 10 problemas, distribuídos entre os aplicativos Expressia, Matraquinha, e AutiSpark, variando desde falhas cosméticas até problemas graves, que comprometem significativamente a funcionalidade das ferramentas. A análise destaca a necessidade de aprimorar interfaces e usabilidade, enfatizando o *design* centrado no usuário e a colaboração com especialistas e usuários finais. O objetivo é desenvolver soluções de CAA mais eficazes e inclusivas, promovendo autonomia e qualidade de vida.

Este trabalho destaca a importância de análises contínuas de usabilidade nas ferramentas de CAA, defendendo soluções personalizadas, colaboração com especialistas e uso de tecnologias avançadas para melhorar a experiência do usuário, proporcionando inclusão social e autonomia.

Contribuições individuais de cada autor na elaboração do trabalho

Franciely Alves de Souza elaborou a introdução e a fundamentação teórica. Maíra Sinesio dos Santos elaborou os trabalhos relacionados e, juntamente com os demais autores, aplicou a metodologia na inspeção das telas das ferramentas e discutiu os resultados. Carlo Marcelo Revoredo da Silva conduziu a discussão das conclusões após a análise completa da equipe.

Referências

AHMED, A. S.; SEONG, D. S. K. SignWriting em telefones celulares para surdos. *In*: INTERNATIONAL CONFERENCE ON MOBILE TECHNOLOGY, APPLICATIONS & SYSTEMS, 3., [s. l.]. **Proceedings** [...]. [S. l.: s. n.], 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/1292331.1292363>. Acesso em: 3 maio 2024.



BEUKELMAN, D.; LIGHT, J. **Augmentative & Alternative Communication Supporting Children and Adults with Complex Communication Needs FIFTH EDITION**. 5. ed. [S. l.]: Brookes Publishing, 2020.

BONDY, A. S.; FROST, L. A. The Picture Exchange Communication System. **Focus on Autistic Behavior**, [s. l.], v. 9, n. 3, p. 1-19, 1994. DOI: <https://doi.org/10.1177/108835769400900301>. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/108835769400900301>. Acesso em: 3 maio 2024.

BRASIL. **Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015**. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Brasília, DF: Presidência da República, 2015. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm. Acesso em: 3 maio 2024.

CARVALHO, V. F. *et al.* Tecnologias assistivas aplicadas a deficiência visual: recursos presentes no cotidiano escolar e na vida diária e prática. **EDUCERE: Revista da Educação da UNIPAR**, Umuarama, v. 16, n. 1, 2016. Disponível em: <https://revistas.unipar.br/index.php/educere/article/view/5825>. Acesso em: 3 maio 2024.

DIAS, C. B. A comunicação e a importância de se comunicar bem. **Saberes em Foco**, [s. l.], v. 3, n. 1, p. 287-297, 2022. Disponível em: <https://periodicos.novohamburgo.rs.gov.br/index.php/saberes-em-foco/article/view/98>. Acesso em: 3 nov. 2024.

JESUS, T. H. O. de. **Critérios para avaliação de usabilidade em software na educação especial**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2019. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/23949>. Acesso em: 10 nov. 2023.

MACEDO, E. M. de; RAMALHO, W. B.; MEDEIROS, J. L. G. de. Avaliando a Usabilidade de Aplicações Voltadas para a Comunicação de Crianças com TEA. *In: CONGRESSO SOBRE TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO (CTRL+E)*, 6., 2021, Porto Alegre. **Anais [...]**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2021. p. 324-333.

MACHADO, R. W. G.; FERREIRA, E. de F. Educação inclusiva: reflexões sobre a inserção de crianças com deficiência na rede escolar. **Iniciação Científica Cesumar**, [s. l.], v. 22, n. 2, p. 195-206, 2020. DOI: <https://doi.org/10.17765/1518-1243.2020v22n2p195-206>. Disponível em: <https://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/iccesumar/article/view/9387>. Acesso em: 10 nov. 2024.

MAIA, M. A. Q.; BARBOSA, R. R.; WILLIAMS, P. Usabilidade e experiência do usuário de sistemas de informação: em busca de limites e relações. **Ciência da Informação em Revista**, [s. l.], v. 6, n. 3, p. 34-48, 2020. Disponível em: <https://www.seer.ufal.br/index.php/cir/article/view/8594>. Acesso em: 3 nov. 2024.



NANDULA, L.; PADMANABHAN, S. C. Human-Computer Interaction: Heuristic Evaluation Technique. **International Journal of Scientific and Research Publications**, [s. l.], v. 13, n. 7, 2023.

NIELSEN, J. 2012. Usability 101: Introduction to Usability. **NN/g**, [s. l.], 2012. <https://www.nngroup.com/articles/usability-101-introduction-to-usability/>. Acesso em: 7 nov. 2024.

NIELSEN, J. Heuristic evaluation of user interfaces. **ACM SIGCHI Bulletin**, [s. l.], v. 22, n. 1, p. 1-8, 1990. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/97243.97281>. Acesso em: 7 nov. 2024.

ROSS, D. H.; MEYER, A. **A practical reader in universal design for learning**. [Cambridge]: Harvard Education Press, 2014.

SANTOS, A. B. dos. **Abordagem sobre a efetividade dos apps Comunicação Aumentativa Alternativa (CAA) para crianças com TEA**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Sistemas de Informação) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Palmares, 2022. Disponível em: <https://repository.ufrpe.br/handle/123456789/4408>. Acesso em: 10 nov. 2024.

SANTOS, A. B. dos; RAMOS, P. Z. A. Avaliação de aplicativos de suporte ao desenvolvimento de habilidades sociais em indivíduos no transtorno do espectro autista. *In*: CONGRESSO DE INOVAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 1., 2023, [s. l.]. **Anais [...]**. [S. l.: s. n.], 2023. Disponível em: <https://ocs.ifsp.edu.br/conict/xivconict/paper/view/9343>. Data de acesso: 5 nov. 2024.

SANTOS, P. M. P. dos; LICO, A. L. M. de O.; MOURA, L. F. Uso do celular como ferramenta para iniciação à lógica de programação no ambiente escolar: respostas de alunos de Ensino Médio ao App Inventor. **Interagir: pensando a extensão**, Rio de Janeiro, n. 32, p. 22-35, 2022. DOI: <https://doi.org/10.12957/interag.2021.58219>. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/interagir/article/view/58219>. Acesso em: 3 nov. 2024.

SARTORETTO, M. L.; BERSCH, R. Assistiva, Tecnologia e Educação. **Assistiva**, [s. l.], c2025. Disponível em: <https://www.assistiva.com.br/ca.html>. Acesso em: 7 jan. 2025.

SARTORETTO, M. L.; BERSCH, R. de C. R. **A educação especial na perspectiva da inclusão escolar**. Recursos pedagógicos acessíveis e comunicação aumentativa e alternativa. Brasília, DF: MEC: SEE, 2010.

SILVA, G. G. S. da S. O aplicativo matraquinha como suporte de interação e comunicação para o sujeito autista. *In*: ENCONTRO DE PRÁTICAS EDUCATIVAS DIGITAIS, 5., 2022, Natal. **Anais [...]**. Natal: UFRN, 2022. Disponível em: <http://lte.ce.ufrn.br/eped/ed5.html>. Acesso em: 7 nov. 2024.



SOUZA, F. S. H. de; GUIDONI, D. L. Utilização didático-pedagógica da lousa digital interativa: capacitando professores do ensino fundamental. **Interagir**: pensando a extensão, Rio de Janeiro, n. 20, p. 100-115, 2016. DOI: <https://doi.org/10.12957/interag.2015.15861>. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/interagir/article/view/15861>. Acesso em: 3 maio 2024.

STAUT, L. A. V.; BERNARDI, N. Método de inspeção sistemático de usabilidade universal na arquitetura: estudo de caso com avaliação heurística modificada. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, São Carlos, v. 12, n. 2, p. 85-102, 2017. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/120429>. Acesso em: 5 nov. 2024.