

Alfaba: Desenvolvimento de uma Ferramenta Multissensorial com Interface Tangível para o Suporte à Alfabetização de Crianças com Dislexia

Laura Quevedo Jurgina¹, Marilton Sanchotene de Aguiar¹ e Tiago Thomsen Primo¹

¹Programa de Pós-Graduação em Computação
Universidade Federal de Pelotas (UFPel)
Pelotas – RS – Brazil

{lqjurgina, marilton, tiago.primo}@inf.ufpel.edu.br

Abstract. This work details the development of Alfaba, a multisensory tool with a tangible interface designed to support the literacy of children with dyslexia. Based on pedagogical and neuroscientific research, Alfaba was validated through focus groups and individual usability tests. The focus groups provided general insights from educators and children in educational settings, while the individual tests allowed for a detailed analysis of children's interaction with the device. The implemented improvements aim to enhance the interface, usability, and educational experience. Alfaba stands out as an inclusive tool, with the potential to be integrated into various educational contexts and benefit a diverse range of users.

Resumo. Este trabalho detalha o desenvolvimento do Alfaba, uma ferramenta multissensorial com interface tangível para apoiar a alfabetização de crianças com dislexia. Com base em pesquisas pedagógicas e neurocientíficas, o Alfaba foi validado por meio de grupos focais e testes de usabilidade individual. Os grupos focais forneceram percepções gerais de educadores e crianças em ambientes educacionais, enquanto os testes individuais permitiram uma análise detalhada da interação das crianças com o dispositivo. As melhorias implementadas visam aprimorar a interface, usabilidade e experiência educacional. O Alfaba se destaca como uma ferramenta inclusiva, com potencial para ser integrada em diferentes contextos educacionais e beneficiar diversos usuários.

1. Introdução

Nos últimos anos, a educação no Brasil enfrentou grandes desafios, exacerbados pela pandemia de Covid-19, que resultaram em uma redução alarmante de 5,2% no número de alunos nos primeiros anos do ensino fundamental e de 7,3% na educação infantil entre 2019 e 2021 [INEP 2020]. A interrupção prolongada no ensino presencial, com uma média de 287 dias de ausência escolar [INEP 2020], comprometeu severamente a continuidade e o sucesso do processo de alfabetização, importante para o desenvolvimento cognitivo e social das crianças.

A alfabetização, conforme descrito pelo [MEC 2017], abrange competências fundamentais como o reconhecimento de palavras, o desenvolvimento do conhecimento alfabético e a compreensão da relação fonema-grafema. A alfabetização nos anos iniciais é essencial para o desenvolvimento cognitivo e social.

A pandemia exacerbou os desafios existentes, criando um hiato educacional urgente. Este cenário alarmante pode ser ainda mais grave quando considerados os estudantes neuroatípicos. Entre eles, estão os com dislexia, um transtorno de aprendizagem de origem neurobiológica conforme definido pela *International Dyslexia Association* [International Dyslexia Association 2002], que enfrentam dificuldades adicionais no reconhecimento preciso e fluente de palavras, habilidades de decodificação e soletração [Davis and Braun 2010]. Essas dificuldades exigem abordagens pedagógicas diferenciadas e focadas.

Alunos com dislexia, por exemplo, frequentemente enfrentam problemas com letras de grafias semelhantes, como "d" e "b" [GONÇALVES and PEIXOTO 2020], necessitando de estratégias educacionais adaptadas. Estímulos multissensoriais, que envolvem diferentes sentidos, podem melhorar a percepção dos sons e facilitar o desenvolvimento das habilidades de leitura [Associação Brasileira de Dislexia 2016].

A inserção de tecnologias digitais no ambiente educacional, conforme exigido pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) [Ministério da Educação (MEC) 2023], oferece novas oportunidades para o ensino inclusivo. Ferramentas que integrem recursos de áudio, iluminação e interfaces tangíveis podem criar um ambiente de aprendizado mais eficaz para alunos com dislexia.

Este trabalho apresenta o desenvolvimento do Alfaba, um dispositivo multisensorial projetado para auxiliar no processo de alfabetização de crianças com dislexia. Desenvolvido em colaboração com profissionais da rede municipal de ensino, integra conhecimentos técnicos e pedagógicos, alinhando-se com as diretrizes da BNCC [Ministério da Educação (MEC) 2023]. O dispositivo combina estímulos visuais, tangíveis e auditivos para proporcionar uma experiência de aprendizado adaptada.

Além de beneficiar alunos disléxicos, a natureza inclusiva e adaptativa do Alfaba pode ser vantajosa para o espectro completo da alfabetização, abrindo possibilidades para sua implementação em diversas configurações educacionais. Este estudo visa explorar o desenvolvimento e a implementação do Alfaba, buscando responder como este dispositivo pode dar suporte ao processo de alfabetização de crianças com dislexia.

O restante deste trabalho está organizado da seguinte maneira: A seção 2 apresenta a revisão da literatura. A seção 3 detalha a metodologia empregada no desenvolvimento e validação do Alfaba. Os resultados dos testes de usabilidade e grupos focais são discutidos na seção 4. A seção 5 conclui o trabalho, resumindo as principais descobertas e sugerindo direções para pesquisas futuras.

2. Trabalhos Relacionados

Dentro do contexto educacional brasileiro, buscou-se por trabalhos que oferecem soluções pedagógicas para estudantes disléxicos em fase de alfabetização. Entretanto, a literatura sobre tecnologias aplicadas a esta área ainda é limitada, revelando uma lacuna na diversificação das abordagens.

Buscando ampliar o escopo, foram analisadas soluções pedagógicas para disléxicos em contexto internacional, além dos trabalhos brasileiros. O objetivo foi identificar projetos que ultrapassassem o âmbito dos softwares, incluindo também desenvolvimentos em hardware.

2.1. Contexto Brasileiro

O estudo de [Stolk et al. 2013] descreve um software focado no trabalho com sílabas. O “Aprendendo com sílabas” apresenta dois métodos de prática: um que associa imagens a sílabas para formar palavras e outro que solicita ao usuário a seleção da primeira e última sílaba de uma imagem. O aplicativo Ararumo [Leite 2012] inova ao transformar o jogo de palavras cruzadas, utilizando sílabas ao invés de letras e oferecendo dicas auditivas. Sua interface é simples e visualmente atraente, promovendo o desenvolvimento lógico e vocabular. Disponível para *Android*, o aplicativo estimula a aprendizagem de forma lúdica.

O EduEdu, criado pelo Instituto ABCD [iABCD 2020], visa auxiliar estudantes com dificuldades em português e matemática. Por meio de avaliações iniciais, personaliza atividades para reforçar áreas de necessidade, acompanhando o progresso do aluno ao longo do ano. O Desembaralhando [Cidrim et al. 2018] foca no problema de inversão de letras, comum em disléxicos. Utiliza imagens, palavras e áudio para auxiliar na correta utilização de letras, como diferenciar ‘b’ de ‘d’, seguindo diretrizes específicas para disléxicos. O Sonata [Costa et al. 2022], é um aplicativo que trabalha a associação entre grafemas e fonemas, em dois níveis: vogais e consoantes. Escolhendo uma letra, o usuário indica se uma imagem representa um elemento que começa com a letra selecionada.

2.2. Contexto Internacional

O projeto de [Chanchí et al. 2020] propõe um jogo educacional na plataforma GDevelop, focando na ortografia do espanhol. O personagem principal, um ET, avança no jogo escolhendo palavras corretamente escritas, promovendo a internalização da ortografia correta. O estudo de [Ojeda-Zamalloa et al. 2020] apresenta a “Varinha Mágica”, um dispositivo destinado a disléxicos, que visa melhorar a coordenação motora. Testado com crianças de 4 a 6 anos, o dispositivo aumenta a dificuldade dos exercícios progressivamente, interessando os alunos e potencialmente fornecendo dados valiosos para sistemas especializados.

[Fan et al. 2018] introduz os PhonoBlocks, uma interface tangível para auxiliar na associação entre letra e som. As letras 3D mudam de cor para enfatizar mudanças sonoras, resultando em ganhos significativos de aprendizagem. [Isa et al. 2019] desenvolve um sistema para detecção precoce de dislexia, utilizando reconhecimento de padrões a partir da caligrafia do usuário, alcançando uma precisão de 73% na classificação. Por fim, [Alghabban et al. 2017] propõe uma ferramenta multiplataforma que oferece uma experiência personalizável, permitindo aos alunos escolher como interagir com os recursos áudio, visual e textual. Este sistema mostrou melhorar a capacidade de aprendizagem de disléxicos em 30

2.3. Identificação de Lacunas

Embora existam diversos softwares e ferramentas educacionais voltados para o auxílio de crianças com dislexia, a maioria dessas soluções está centrada em métodos tradicionais de ensino ou em abordagens que não exploram plenamente a integração de múltiplas modalidades sensoriais. No contexto brasileiro, há uma carência notável de dispositivos tecnológicos que combinem elementos auditivos, visuais e táteis em uma única ferramenta educacional. As soluções disponíveis frequentemente limitam-se a aplicativos baseados em softwares com interfaces visuais e auditivas, sem explorar o potencial das interfaces tangíveis.

Internacionalmente, embora haja projetos que utilizam interfaces tangíveis e sistemas automatizados para detecção precoce de dislexia, ainda há espaço para o desenvolvimento de dispositivos que integrem múltiplas modalidades sensoriais de maneira coesa e eficaz. Projetos como os PhonoBlocks e a "Varinha Mágica" demonstram o potencial das interfaces tangíveis, mas são limitados em sua aplicação ampla e integração total de feedbacks multissensoriais. Portanto, há uma lacuna na construção de soluções educacionais abrangentes que utilizem tecnologias multissensoriais integradas para apoiar crianças com dislexia.

3. Alfaba

O Alfaba, desenvolvido para estudantes com dislexia, pode facilitar o processo de aprendizagem da alfabetização ao servir como uma ponte entre a teoria da aprendizagem e a prática pedagógica. Seu design incorpora elementos tangíveis, visuais e sonoros. O desenvolvimento do Alfaba foi dividido em cinco etapas, cada uma focando em aspectos essenciais do projeto.

A primeira etapa consistiu no estudo e na fundamentação teórica dos conceitos-chave, como dislexia e alfabetização, que a ferramenta visa abordar. A segunda etapa foi dedicada ao desenho do projeto, criando um elo entre as funcionalidades do dispositivo e as habilidades a serem desenvolvidas em seu uso. A terceira etapa envolveu a construção de um protótipo não funcional. A quarta etapa focou na validação da ferramenta com especialistas e professores da área. Por fim, a quinta etapa abrangeu a implementação do protótipo funcional.

3.1. Etapa 1: Estudo e Fundamentação Teórica

A etapa 1 do Alfaba começou com uma revisão da bibliografia sobre alfabetização e dislexia. Nesta fase, o foco esteve na compilação e análise de literatura acadêmica, pesquisas e publicações pertinentes. O objetivo era identificar métodos de ensino e aprendizagem para estudantes com dislexia e reconhecer os principais obstáculos que estes alunos enfrentam no processo de alfabetização.

Durante essa etapa, houve uma investigação sobre os estímulos sensoriais mais eficientes no ensino de leitura e escrita. A literatura sugere que uma abordagem que combina estímulos visuais, auditivos e tangíveis pode ser conveniente. Esta compreensão foi fundamental para orientar o design do Alfaba, influenciando diretamente suas funcionalidades.

A revisão da literatura também forneceu percepções sobre as dificuldades específicas enfrentadas por estudantes com dislexia, como a problemática na associação fonético-visual e na decodificação de padrões de letras e palavras. Com base nessas descobertas, diretrizes foram estabelecidas para o design do Alfaba, para garantir que o dispositivo possa atender às necessidades desses alunos.

3.2. Etapa 2: Desenho do Projeto Alfaba

A segunda fase do desenvolvimento do projeto focou-se no desenho do dispositivo, caracterizando a transição de pesquisa teórica para aplicação prática. Este estágio iniciou com uma ampla pesquisa em literatura existente e recursos da cultura popular, estendendo-se desde bases de dados acadêmicas até lojas de aplicativos para smartphones e pesquisas

online. O propósito era compreender o panorama atual das ferramentas de alfabetização e identificar lacunas, com atenção ao contexto de interfaces tangíveis.

A análise revelou uma lacuna em ferramentas educacionais com interfaces tangíveis, uma característica com potencial sucesso no aprendizado de alunos com dislexia. Com base nessas descobertas, o Alfaba foi estruturado para incorporar uma interface tangível, complementada por elementos visuais e sonoros, objetivando uma experiência de aprendizado multissensorial.

3.2.1. Funcionamento

Para oferecer uma experiência interativa por meio de uma interface tangível, o Alfaba é composto por 38 letras maiúsculas tangíveis. O design do aparelho apresenta uma plataforma com locais específicos para inserir até oito letras, criando um espaço de trabalho sobre a caixa que contém a eletrônica.

O processo inicia quando a criança escolhe um grupo de palavras. O dispositivo realiza um sorteio aleatório dentro desse grupo e reproduz a palavra escolhida, incentivando a criança a iniciar a montagem. As letras são colocadas nos espaços iluminados em branco na plataforma, que se iluminam de acordo com a quantidade de letras na palavra selecionada. Os espaços e a base das letras foram projetados para encaixes, garantindo uma interação intuitiva. As letras podem ser colocadas mesmo em orientação espelhada, permitindo que a criança identifique e corrija erros de forma autônoma.

As letras possuem etiquetas RFID e os espaços de encaixe contêm leitores RFID, permitindo que o Alfaba registre cada letra posicionada. Após completar a palavra, o usuário pressiona um botão para verificar a precisão. O Alfaba compara a entrada com um dicionário de sinais e fornece um *feedback* visual: LEDs verdes indicam letras corretas, vermelhos para incorretas e azuis para letras espelhadas.

A primeira versão do Alfaba também incluiu dois botões adicionais: um para reiniciar o dispositivo e outro para repetir o som da palavra. Quando a palavra é montada corretamente, todas as letras se iluminam de verde por quatro segundos e o dispositivo anuncia a próxima palavra do grupo até que todas as opções daquele nível sejam esgotadas.

Estudos indicam que crianças com dislexia beneficiam-se do uso de letras codificadas por cores, facilitando a distinção e memorização de padrões [Bosse et al. 2007, Hulme et al. 1987]. [Cramer et al. 2016] ressaltam que dicas visuais coloridas podem ser eficazes no ensino de regras ortográficas, auxiliando no reconhecimento e assimilação dessas regras.

Para a implementação deste design, optou-se por um microcontrolador de baixo custo e consumo energético, selecionado por sua flexibilidade e eficiência de custo. Este dispositivo foi concebido para integrar a tecnologia de radiofrequência em letras tangíveis, otimizando a interação do usuário com o Alfaba. Recursos adicionais de áudio e iluminação por LEDs RGB foram inclusos, visando enriquecer a experiência educacional com foco na associação fonético-visual e no reconhecimento de padrões de letras e palavras. O design final está ilustrado na Figura 1,

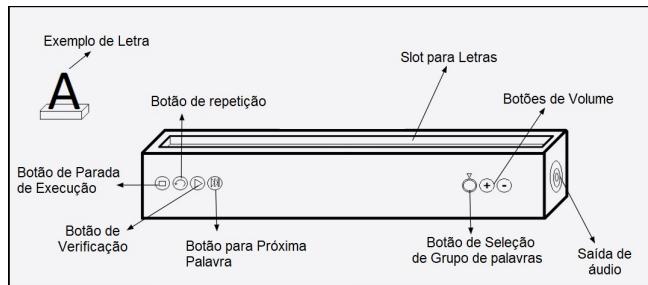


Figura 1. Primeira Versão do Design do Alfaba.

3.3. Etapa 3: Construção do Protótipo Não Funcional

A terceira etapa no desenvolvimento do Alfaba foi dedicada à criação de um protótipo não funcional, cujo objetivo era criar uma representação física do design proposto, para avaliações iniciais de forma, tamanho e ergonomia.

Apesar de não ser operacional, o protótipo, apresentado na Figura 2 serviu para demonstrar o conceito da interface do usuário. Um smartphone foi usado para simular a saída de áudio, elemento fundamental na interatividade do Alfaba. Além disso, um conjunto de letras em branco, verde, azul e vermelho simulava as mudanças de iluminação. Este protótipo não funcional possibilitou a visualização e manipulação física do Alfaba, oferecendo uma base para aprimoramentos no design e funcionalidades do dispositivo.



Figura 2. Primeira Versão do Design do Alfaba.

3.4. Etapa 4: Teste de Projeto

O protótipo não funcional do Alfaba, embora não apresentasse todas as características operacionais do produto final, mostrou-se importante para avaliar aspectos como desenho, ergonomia e usabilidade. Esse protótipo possibilitou a apresentação do conceito central do produto a especialistas, proporcionando o recolhimento de suas percepções e sugestões de melhorias, evitando os custos e complexidades de um protótipo totalmente operacional.

Os testes de projeto foram organizados em duas etapas: a primeira com especialistas em educação e dislexia, e a segunda com professores da rede municipal de ensino.

3.4.1. Avaliação com Especialistas

O protótipo não funcional do Alfaba foi avaliado em colaboração com o Centro Tecnológico Educacional de Pelotas. A equipe avaliadora consistiu em quatro especialistas

em educação: um pedagogo, um psicopedagogo, um neuropsicopedagogo e um pedagogo especializado em alfabetização de pessoas com dislexia.

Durante a avaliação, os especialistas examinaram as funcionalidades presentes e a metodologia usada para definir os níveis de dificuldade das palavras. As discussões indicaram a necessidade de reestruturar o conjunto de palavras, enfatizando a complexidade fonêmica além do número de letras, para melhor alinhamento com a sequência cronológica de introdução dos fonemas.

Como consequência, foram feitos ajustes no design do Alfaba. As palavras foram reorganizadas seguindo a nova estrutura de dificuldade sugerida pelos especialistas. Adicionalmente, também recomendou-se a inclusão de uma tela para permitir estímulos visuais que auxiliam na associação fonética das palavras.

3.5. Avaliação com Professores

A segunda etapa dos testes envolveu a avaliação do Alfaba por professores da rede pública de ensino. Participaram vinte educadores com experiência em atendimento em salas de recursos, oferecendo perspectivas para o aprimoramento do dispositivo.

A fase preparatória consistiu em um workshop sobre alfabetização e dislexia, conduzido por uma neuropsicopedagoga parceira do Centro Tecnológico Educacional de Pelotas. O workshop abordou o desenvolvimento cerebral durante a alfabetização e as competências necessárias para um processo de aprendizagem eficaz.

Após a introdução teórica, os professores foram apresentados ao Alfaba e realizaram atividades práticas para testar o dispositivo. As observações feitas durante o teste resultaram em sugestões de melhorias, como a inclusão de um indicador gráfico do número de sílabas nas imagens associadas às palavras.

A experiência dos educadores com o Alfaba confirmou o uso do dispositivo como uma potencial ferramenta de apoio à alfabetização, evidenciando sua pertinência no contexto escolar e sua habilidade de se adaptar às necessidades de alunos com dislexia.

3.6. Etapa 5: Desenvolvimento e Implementação do Protótipo Funcional

A etapa final no desenvolvimento do Alfaba foi dividida em duas fases principais: o aprimoramento do design, realizado com base nas avaliações da etapa 4, e a implementação do protótipo funcional.

Os ajustes incluíram o ajuste do tamanho das letras em acrílico, a melhoria da interface visual, a escolha cuidadosa dos componentes eletrônicos e o planejamento estratégico da disposição interna dos componentes eletrônicos no Alfaba. Com esses refinamentos e ajustes, a versão definitiva para a implementação do protótipo funcional foi finalizada.

A implementação do protótipo funcional foi realizada em colaboração com a Faculdade de Arquitetura da Universidade Federal de Pelotas. Após a materialização da caixa, a eletrônica foi incorporada, concluindo assim a primeira versão funcional do Alfaba, apresentada na Figura 3.



Figura 3. Protótipo Funcional do Alfaba.

4. Resultados e Discussões

Esta seção é dedicada à validação da interface do Alfaba, importante para avaliar seu uso educacional e interface. Para tal, foram realizados dois tipos de testes: um com Grupo Focal (GF) e outro de usabilidade individual com crianças. Esses métodos foram escolhidos para capturar percepções de um conjunto diversificado de usuários (educadores e crianças) e para analisar a interação das crianças com o Alfaba em um ambiente controlado.

Os procedimentos éticos foram rigorosamente seguidos. Todos os participantes, ou seus representantes legais, assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Para os menores de idade, foi obtido também o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE). Além disso, foi autorizada a gravação dos testes, garantindo a privacidade dos participantes.

4.1. Teste com Grupo Focal

Para validar o protótipo do Alfaba, foi conduzido um teste com um grupo focal (GF) de 13 participantes, incluindo crianças em fase de alfabetização e seis professoras com diferentes formações e experiências. As crianças, com idades entre 7 e 10 anos, são o público-alvo do Alfaba e representam uma perspectiva sobre a introdução de tecnologia educacional. As educadoras, com experiência variando de 4 a 25 anos, destacaram a potencial inovação do Alfaba em seus métodos de ensino, dada a pouca utilização de ferramentas tecnológicas em sala de aula.

O teste com o GF foi realizado no Parque Tecnológico de Pelotas, no Laboratório Maker CriarLab, com duração aproximada de uma hora. A organização do grupo em forma de círculo facilitou a participação de todos, incluindo as crianças mais tímidas. As discussões revelaram problemas estruturais no protótipo, ocasionadas pelo material escolhido para a primeira versão de teste, como o desgaste das aberturas das letras e dificuldades de encaixe. Sugestões para adoção de material mais rígido e design aprimorado para os encaixes dos componentes de hardware foram discutidas.

Dificuldades em identificar as letras transparentes foram relatadas, propondo-se testes com letras de contorno adesivo e fosco, além de um suporte para organizar as letras. A simbologia dos botões não era intuitiva, recomendando-se uma revisão. A inclusão de uma tela maior, colorida e com simbologia em LIBRAS foi sugerida para atender crianças surdas. As educadoras elogiaram a progressão das palavras segundo a complexidade fonêmica, sugerindo a inclusão de novos grupos temáticos e palavras acentuadas.

Sugestões como testes com letras de contorno adesivo e um suporte organizador foram bem recebidas. Além disso, a simbologia dos botões será revista para melhorar a intuitividade. A substituição da tela atual por uma maior, de LED e colorida, junto com a inclusão de simbologia em LIBRAS, enriquecerá a experiência de alfabetização.

A inclusão de grupos temáticos e palavras acentuadas foi sugerida, bem como a implementação de um controle de volume e entrada para fones de ouvido. A receptividade positiva das educadoras e sua disposição em incorporar o Alfaba em suas rotinas indicam seu potencial no cenário educacional. A interação conjunta de alunos e professores, similar a um ambiente de sala de aula, mostrou-se produtiva, com correções coletivas e discussões construtivas sobre os erros identificados.

As sugestões de melhorias apresentadas pelo GF são importantes e serão incorporadas na próxima versão do Alfaba. Embora o protótipo tenha apresentado falhas durante a interação, foi possível concluir que a proposta da ferramenta está validada.

4.2. Teste de Usabilidade com Crianças

Realizou-se um teste de usabilidade com sete crianças alfabetizadas, com idades entre 7 e 10 anos, para avaliar a interface do Alfaba. O teste ocorreu no laboratório Maker CriarLab, com cada criança participando individualmente, orientada por um mediador.

As atividades foram planejadas para analisar a interação das crianças com as funcionalidades do Alfaba, permitindo observações atentas de suas reações e comportamentos. As crianças exploraram a ferramenta sem instruções prévias, manipulando as letras e botões. Após 30 segundos, solicitaram explicações sobre as funcionalidades.

No teste de reconhecimento de letras, as crianças identificaram as letras em média em 20 segundos, incluindo as letras espelhadas. Observou-se a interação cuidadosa com o formato das letras, com as crianças passando os dedos pelos contornos e examinando os acentos. A maioria das crianças aprovou as dimensões das letras, apesar de algumas expressarem dificuldades na etapa de procura.

O encaixe das letras foi o aspecto mais criticado devido ao material do protótipo. Todas as crianças acessaram facilmente as partes do Alfaba, embora o botão de ligar, localizado no lado oposto da tela, tenha sido considerado de difícil acesso e será reposicionado na próxima versão.

Duas crianças de 10 anos, já completamente alfabetizadas, não cometem erros na montagem das palavras. Uma criança expressou preferência por uma tela colorida em vez da bicolor. Nenhuma criança teve dificuldades em selecionar o grupo de palavras, mas duas não gostaram da simbologia dos botões.

As funcionalidades mais apreciadas foram as luzes, letras e botões, destacando a preferência das crianças por "apertar botões" em vez de usar uma tela *touch screen*, devido à sua durabilidade e menor custo de manutenção. A recepção positiva aos botões levou à decisão de incorporar botões maiores e com características *gameficadas* na nova versão do Alfaba.

As crianças expressaram o desejo de usar o Alfaba com colegas e relataram não ter utilizado outras tecnologias durante o processo de alfabetização. A abordagem individualizada permitiu observações das interações das crianças com o Alfaba, revelando

aspectos de sua usabilidade e intuitividade.

4.3. Discussões da Validação

O GF, composto por educadores e crianças, forneceu riqueza de opiniões e percepções sobre a utilização do Alfaba em ambientes educacionais. Em contraste, os testes individuais com as crianças permitiram uma análise detalhada das interações específicas com o dispositivo, focando na usabilidade prática e na intuição no manuseio.

A combinação dessas metodologias de teste foi importante para compreensão completa das capacidades e áreas de melhoria do Alfaba. As discussões e observações oriundas tanto do GF quanto dos testes individuais direcionaram as modificações e otimizações necessárias. Essas melhorias incluem desde questões estruturais, como o material da caixa e o encaixe das letras, até aspectos mais delicados, incluindo a simbologia dos botões e a adição de características como uma tela colorida e a simbologia em LIBRAS.

5. Conclusões

Esta dissertação detalhou o processo de desenvolvimento do Alfaba. O desenvolvimento deste dispositivo envolveu pesquisa e design cuidadoso, construindo uma ferramenta educacional fundamentada em conceitos pedagógicos e neurocientíficos. A abordagem interdisciplinar foi importante para atender às necessidades específicas de crianças com dislexia.

Os testes com o GF foram decisivos na validação, proporcionando compartilhamento de experiências e proposições do grupo que utilizaria o Alfaba em ambientes escolares. As opiniões e sugestões coletadas foram essenciais para ajustar e aperfeiçoar o design e as funcionalidades do Alfaba.

Os testes individuais de usabilidade com crianças proporcionaram uma compreensão detalhada de como elas interagem com o Alfaba, avaliando a interface do dispositivo. Observou-se a facilidade de uso e a capacidade de engajar as crianças no processo de alfabetização.

Com base nos resultados dos testes, várias melhorias serão implementadas na nova versão do Alfaba. Estas mudanças vão desde ajustes na interface e usabilidade até aprimoramentos na experiência educacional proporcionada pelo dispositivo. Esta fase de refinamento garante que o Alfaba não apenas cumpra seu propósito pedagógico, mas também seja uma ferramenta eficaz e atraente para o público-alvo.

O Alfaba demonstrou poder ser mais do que uma ferramenta educativa; pode se tornar um meio de inclusão e apoio para crianças com dislexia. A prática educacional pode ser enriquecida por esta tecnologia, oferecendo novas estratégias para superar desafios de aprendizagem. A pesquisa sobre o Alfaba reforça a importância crescente da tecnologia na educação, exemplificando como ferramentas digitais podem ser adaptadas para atender às necessidades individuais dos alunos, proporcionando uma educação mais personalizada e eficaz.

Referências

- Alghabban, W. G., Salama, R. M., and Altalhi, A. H. (2017). Mobile cloud computing: An effective multimodal interface tool for students with dyslexia. *Computers in Human Behavior*, 75:160–166.
- Associação Brasileira de Dislexia (2016). O que é dislexia?
- Bosse, M.-L., Tainturier, M. J., and Valdois, S. (2007). Developmental dyslexia: The visual attention span deficit hypothesis. *Cognition*, 104(2):198–230.
- Chanchí, G. E. G., Sierra, L. M. M., and Campo, W. Y. M. (2020). Propuesta de un videojuego educativo como apoyo a las terapias de la dislexia, usando la plataforma gdevelop. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (E29):173–186.
- Cidrim, L., Braga, P. H. M., and Madeiro, F. (2018). Desembaralhando: um aplicativo para a intervenção no problema do espelhamento de letras por crianças disléxicas. *Revista CEFAC*, 20:13–20.
- Costa, G. A. d., Aguiar, Y. P. C., Silva, L. F. L. d., and Cardins, D. V. d. A. (2022). Desenvolvimento e avaliação de usabilidade e acessibilidade do sonata: um aplicativo para auxiliar crianças com dislexia auditiva. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 30:135–156.
- Cramer, E. S., Antle, A. N., and Fan, M. (2016). The code of many colours: Evaluating the effects of a dynamic colour-coding scheme on children's spelling in a tangible software system. In *Proceedings of the The 15th International Conference on Interaction Design and Children*, pages 473–485.
- Davis, R. D. and Braun, E. M. (2010). *The Gift of Dyslexia, Revised and Expanded: Why Some of the Smartest People Can't Read... and How They Can Learn*. Penguin, London, UK.
- Fan, M., Antle, A. N., Hoskyn, M., and Neustaedter, C. (2018). A design case study of a tangible system supporting young english language learners. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 18:67–78.
- GONÇALVES, P. and PEIXOTO, A. (2020). *10 perguntas e respostas para compreender a Dislexia*, volume 81320. Editora Dialética e Realidade, Curitiba.
- Hulme, C., Monk, A., and Ives, S. (1987). Some experimental studies of multi-sensory teaching: the effects of manual tracing on children's paired-associate learning. *British Journal of Developmental Psychology*, 5(4):299–307.
- iABCD (2020). Eduedu.
- INEP (2020). Dados finais do censo escolar de 2018.
- International Dyslexia Association, I. (2002). Definition of dyslexia.
- Isa, I. S., Rahimi, W. N. S., Ramlan, S. A., and Sulaiman, S. N. (2019). Automated detection of dyslexia symptom based on handwriting image for primary school children. *Procedia Computer Science*, 163:440–449.
- Leite, A. (2012). Aramumo: aplicativo para distúrbio de aprendizagem.
- MEC, M. d. E. (2017). Base nacional comum curricular.

Ministério da Educação (MEC) (2023). Estudo Internacional de Progresso em Leitura (PIRLS). Acesso em 16 de maio de 2023.

Ojeda-Zamalloa, I., Serpa-Andrade, L., Garcia, R., Quisi-Peralta, D., Vásquez-Álvarez, G., and Quevedo-Sacoto, S. (2020). Diseño, construcción e implementación de una herramienta para el soporte para ejercicios de grafo-motricidad en niños de cuatro a seis años. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (E33):263–274.

Stolk, A. B., Casagrande, C. E., and Bernhardt, M. d. F. (2013). Aprendendo com as sílabas: software de apoio ao aprendizado de crianças com dislexia. In *Anais do XVIII Congresso Internacional de Informática Educativa*, pages 413–418, Porto Alegre.