

Interação Tangível: Avaliação da Usabilidade de uma Ferramenta Educacional Tangível sob a Perspectiva de Crianças e Jovens com Síndrome de Down

Laura Quevedo Jurgina¹, Eduarda P. Medeiros¹, Tiago D. Mackedanz¹,
João Pedro Lopes¹, Lui Gill Aquini¹, Fernando Moreira²,
Leomar Soares da Rosa Júnior¹ e Tiago Thompsen Primo¹

¹Universidade Federal de Pelotas (UFPEL)
Pelotas – RS – Brasil

²Universidade Portucalense
Porto – , Portugal

{epmedeiros, tdmackedanz, lgaquini, lqjurgina, leomarjr,
tiago.primo}@inf.ufpel.edu.br, lopes_230202@outlook.com,
fmoreira@upt.pt

Abstract. *Este trabalho explora a usabilidade do Alfaba, uma ferramenta educacional tangível e multissensorial destinada a apoiar a alfabetização, analisada sob a perspectiva de crianças e jovens com síndrome de Down. Sete participantes em processo de alfabetização foram envolvidos no teste. Os resultados indicam que os usuários compreenderam e utilizaram as funcionalidades do dispositivo, beneficiando-se do feedback luminoso e da repetição sonora. A manipulação das letras tangíveis foi bem recebida, facilitando o reconhecimento das formas. Entre as sugestões de melhorias, destacam-se a inclusão de grupos temáticos de palavras, as letras k, w e y e uma interface mais intuitiva e atraente.*

Resumo. *This paper explores the usability of Alfaba, a tangible and multisensory educational tool designed to support literacy, analyzed from the perspective of children and young people with Down syndrome. Seven participants in the process of learning to read and write were involved in the test. The results indicate that the users understood and utilized the device's functionalities, benefiting from light feedback and sound repetition. The manipulation of tangible letters was well received, facilitating shape recognition. Suggestions for improvement include the inclusion of thematic word groups, foreign letters, and a more intuitive and attractive interface.*

1. Introdução

A alfabetização é um passo fundamental no desenvolvimento cognitivo e social de qualquer criança. No entanto, as com síndrome de Down (SD) enfrentam desafios adicionais que podem dificultar esse processo. Essas crianças frequentemente apresentam dificuldades na memória de curto prazo, processamento auditivo, problemas visuais e discriminação fonológica, que são essenciais para a aquisição de habilidades de leitura e escrita [Fidler et al. 2009, Næss et al. 2011]. Essas dificuldades podem impactar o progresso acadêmico desses indivíduos, tornando necessária a adoção de estratégias pedagógicas diferenciadas e adaptadas às suas necessidades.

Ferramentas tecnológicas têm se mostrado importantes no apoio ao processo de alfabetização de crianças com necessidades educacionais específicas. Softwares educativos interativos podem fornecer um ambiente de aprendizado personalizado que se ajusta às capacidades individuais de cada criança, promovendo maior engajamento e sucesso no aprendizado [Burgoyne et al. 2012]. Nesse contexto, a ferramenta Alfaba [Jurgina et al. 2024] foi desenvolvida com o objetivo de auxiliar na alfabetização de crianças com dificuldades de aprendizado. No entanto, é possível adaptá-la para também atender pessoas com síndrome de Down.

A alfabetização de crianças e jovens com síndrome de Down requer a utilização de métodos de ensino que empreguem múltiplos canais sensoriais, como visual e auditivo, além de estratégias de reforço positivo e repetição [Kay-Raining Bird et al. 2000, Buckley and Bird 2001]. Estudos indicam que essas abordagens são benéficas, pois ajudam a superar as barreiras impostas pelas dificuldades cognitivas típicas da síndrome [Barker et al. 2013, Russo et al. 2017]. Portanto, adaptações específicas na ferramenta Alfaba são necessárias para atender a essas exigências e promover um aprendizado mais eficaz.

O uso de ferramentas tangíveis, como dispositivos interativos físicos, pode também melhorar a experiência de aprendizagem para crianças com síndrome de Down. Essas ferramentas proporcionam uma interação mais intuitiva e concreta, que é benéfica para crianças com dificuldades cognitivas [Cassidy and Ross 2008]. A integração de elementos tangíveis na ferramenta Alfaba pode aumentar ainda mais a eficácia da ferramenta ao tornar o aprendizado mais acessível e engajador.

Estudos de usabilidade são importantes para avaliar a eficácia dessas adaptações. A observação direta do uso da ferramenta por crianças com síndrome de Down permite identificar pontos fortes e áreas que necessitam de melhorias [Nicholson et al. 2016]. Este estudo utiliza um método observacional para analisar como as adaptações na ferramenta Alfaba influenciam a interação e o engajamento das crianças, fornecendo dados para futuras melhorias.

O objetivo deste estudo é discutir as adaptações de usabilidade realizadas na ferramenta Alfaba para melhorar a experiência do usuário e a eficácia no ensino de crianças com síndrome de Down. Com base em um teste de observação, o estudo analisa as interações das crianças com a ferramenta e propõe melhorias futuras.

O restante deste trabalho está organizado da seguinte forma: a Seção 2 discute os desafios da alfabetização de crianças e jovens com síndrome de Down. A Seção 3 revisa trabalhos relacionados que utilizam tecnologias assistivas. A Seção 4 descreve a metodologia da avaliação de usabilidade do Alfaba. A Seção 5 apresenta os resultados e as interações dos usuários com o dispositivo, propondo melhorias. Por fim, a Seção 6 conclui com as implicações dos resultados e recomendações para futuras pesquisas e aplicações práticas.

2. A Síndrome de Down e a Alfabetização

A síndrome de Down (SD) é causada pela trissomia do cromossomo 21, resultando em uma série de manifestações que impactam diretamente o desenvolvimento cognitivo e motor dos indivíduos. Pessoas com SD frequentemente apresentam deficiências visuais

e auditivas, dificuldades na fala e linguagem, memória auditiva de curto prazo reduzida, menor período de concentração e dificuldades na consolidação e retenção de informações [de Freitas et al. 2023].

O desenvolvimento motor de crianças com SD é similar ao de crianças sem a síndrome, porém, ocorre de forma mais gradual. Esse ritmo mais desacelerado pode impactar diretamente a habilidade de realizar tarefas motoras finas, essenciais para o processo de escrita. O uso de ferramentas como lápis e papel, bem como a coordenação necessária para formar letras e palavras, pode ser mais desafiador para essas crianças [de Freitas et al. 2023].

Um dos principais desafios enfrentados por crianças com SD é o desenvolvimento da linguagem. A fala frequentemente se desenvolve mais lentamente e pode ser marcada por dificuldades na articulação e clareza. A compreensão auditiva pode ser prejudicada, dificultando a aquisição de novas palavras e conceitos. A limitada capacidade de memória de curto prazo também contribui para as dificuldades linguísticas [Almeida et al. 2020].

Muitos professores não utilizam métodos específicos ou adaptações curriculares adequadas para a alfabetização de crianças com SD. Estudos mostram que as práticas pedagógicas geralmente não são modificadas para atender às necessidades desses alunos, o que resulta em um ensino menos eficaz. Além disso, há uma falta de formação específica para professores que lidam com crianças com necessidades específicas [Sulpino 2021].

A inclusão social e educacional de crianças com SD ainda enfrenta obstáculos significativos. A falta de um ambiente escolar inclusivo e a inadequada preparação dos professores e da escola para receber essas crianças podem limitar suas oportunidades de aprendizagem. A interação social com colegas e a participação em atividades escolares podem ser prejudicadas, impactando negativamente o desenvolvimento cognitivo e social [Reis 2022].

Embora o uso de tecnologias assistivas possa potencializar a alfabetização de crianças com SD, sua implementação ainda é limitada. Ferramentas como jogos educativos digitais e softwares específicos têm mostrado potencial para auxiliar no desenvolvimento de habilidades de leitura e escrita, mas muitas escolas não dispõem desses recursos ou não sabem como utilizá-los eficazmente [Nascimento et al. 2023].

3. Trabalhos Relacionados

A inclusão de crianças com síndrome de Down no processo educacional requer estratégias pedagógicas que considerem suas necessidades específicas. Diferentes abordagens tecnológicas têm sido exploradas para melhorar o engajamento e o êxito da aprendizagem. Esta seção revisa e compara os métodos utilizados em pesquisas para avaliar o impacto de tecnologias como interfaces tangíveis, multi-touch e realidade aumentada no desenvolvimento de habilidades de leitura e escrita de crianças com síndrome de Down.

Haro et al. (2012) examinam uma estratégia pedagógica tecnológica para ajudar crianças com síndrome de Down a desenvolver habilidades de leitura. A metodologia “Down syndrome: reading and writing” (DSRW) foi incrementada com interfaces tangíveis e mostrou resultados positivos quando testada [Haro et al. 2012]. A pesquisa foi realizada em três etapas: observações diretas, criação de um design conceitual interativo multi-touch e avaliação de um protótipo refinado. Os resultados apontaram que o uso

de interfaces tangíveis aumentou o interesse e a atenção das crianças, promovendo uma aprendizagem mais rápida e motivadora.

Kumin et al. (2012) conduziram uma avaliação de usabilidade para analisar como adultos com síndrome de Down utilizam tablets multi-touch para tarefas relacionadas ao trabalho. O estudo envolveu 10 adultos, focando no êxito do uso de dispositivos multi-touch e no impacto do treinamento formal em computação. Observou-se que os adultos com síndrome de Down utilizam dispositivos multi-touch de forma eficaz para tarefas relacionadas ao trabalho, embora a usabilidade de senhas represente um desafio [Kumin et al. 2012].

Jadan-Guerrero et al. (2015) exploram o uso do kit educacional Kiteracy para melhorar o processo de alfabetização de crianças com síndrome de Down, proporcionando níveis mais elevados de interação. O estudo qualitativo foi realizado com doze crianças utilizando três formas de interação: cartolina, multi-touch e tangível. Os resultados indicaram que os objetos tangíveis ofereciam maior adaptabilidade para criar estratégias lúdicas de leitura, promovendo maior motivação e interação com as interfaces digitais e tangíveis [Jadan-Guerrero et al. 2015].

Da Cruz et al. (2023) analisam a aplicabilidade da realidade aumentada (RA) na alfabetização de crianças com síndrome de Down. A pesquisa foi realizada por meio de um estudo de caso experimental, envolvendo duas turmas de alunos de 4 a 5 anos, uma com uso de RA e outra sem. Os resultados indicaram que a utilização de RA promoveu maior envolvimento e interação dos alunos, contribuindo para uma maior inclusão social [da Cruz et al. 2023].

Os estudos analisados indicam que a integração de tecnologias como interfaces tangíveis, multi-touch e realidade aumentada pode melhorar o processo de alfabetização de crianças com síndrome de Down. Essas tecnologias não apenas aumentam o engajamento e a motivação dos alunos, mas também promovem a inclusão social, facilitando a interação e a colaboração entre as crianças. A utilização dessas abordagens tecnológicas representa uma ferramenta importante para criar ambientes de aprendizagem mais inclusivos para crianças com necessidades específicas.

4. Metodologia

O Alfaba é uma ferramenta educacional projetada para dar suporte ao processo de alfabetização, utilizando os princípios da neuroplasticidade e neurologia do aprendizado. Seu design multissensorial foi concebido para promover a formação de novas conexões sinápticas, o tornando potencialmente benéfico para todos os indivíduos nessa etapa de aprendizado [Jurgina et al. 2024].

Este trabalho, entretanto, tem o objetivo específico de avaliar como os usuários com síndrome de Down usam o Alfaba, para determinar se o dispositivo possui usabilidade adequada para esse público. Somente após confirmar que esse público consegue utilizar a ferramenta de maneira eficaz, o estudo poderá avançar para um teste controlado, que avaliará o impacto do Alfaba no processo de alfabetização.

A análise da usabilidade é importante, pois permite identificar problemas específicos e sugerir melhorias para adaptar o dispositivo às necessidades particulares desse grupo. Este artigo visa compartilhar as reflexões e especificidades observadas durante o

teste de usabilidade, fornecendo reflexões para que futuros desenvolvedores considerem essas singularidades em seus projetos.

4.1. Alfaba

O Alfaba é uma ferramenta educacional desenvolvida para apoiar a alfabetização de estudantes. Equipado com um conjunto de letras tangíveis, iluminação integrada, feedback auditivo e um painel de exibição, o dispositivo possui espaços dedicados para a montagem de palavras [Jurgina et al. 2023].

A operação do Alfaba é embasada em uma abordagem multissensorial. O dispositivo exibe uma imagem em sua tela, junto com a indicação de número de sílabas, e fornece a reprodução auditiva da palavra para reforçar a associação fonética. A criança pode repetir a pronúncia conforme necessário e deve montar a palavra utilizando peças tangíveis do alfabeto, colocando-as nos espaços designados.

Uma vez montada a palavra, um mecanismo de confirmação é ativado, acendendo LEDs: letras corretas emitem luz verde, letras incorretas emitem luz vermelha, e letras espelhadas, mas corretas, emitem luz azul, como apresentado na Figura 1.



Figura 1. Alfaba com letra “J” espelhada

Atualmente, o Alfaba inclui 6 grupos de palavras, cada um com dez palavras, que respeitam a complexidade crescente dos fonemas no português brasileiro. Cada nível corresponde a uma fase da alfabetização, permitindo que as crianças avancem de fonemas simples para complexos.

O design do Alfaba é fundamentado nos princípios de neuroplasticidade, proporcionando experiências de aprendizado variadas que promovem a formação de novas conexões sinápticas. Isso é importante para crianças sem acesso a ambientes de aprendizado enriquecedores, ajudando a mitigar disparidades educacionais.

A interação com estímulos visuais, auditivos e táteis facilita o aprendizado da leitura e escrita e aumenta a neuroplasticidade. Esta abordagem é relevante para crianças em ambientes menos estimulantes, permitindo o desenvolvimento eficaz de habilidades de alfabetização.

A alfabetização é um processo neuralmente complexo que envolve múltiplas áreas do cérebro. O Alfaba, embasado na neurologia do aprendizado [Dehaene 2010], oferece suporte direcionado, auxiliando na transição da decodificação consciente para o reconhecimento automático de palavras. Esta habilidade é essencial, especialmente para crianças que necessitam de suporte adicional.

O Alfaba integra conhecimentos da neurociência para criar experiências de aprendizado que correspondem à maneira como o cérebro processa a linguagem e a leitura. Isso inclui a ativação de áreas específicas do cérebro responsáveis pela compreensão da linguagem, memória e processamento sensorial, facilitando o desenvolvimento de habilidades de leitura e escrita e formando conexões neurais robustas.

4.2. Alfaba e o Público com Síndrome de Down

O Alfaba pode colaborar no processo de alfabetização de crianças e jovens com SD ao abordar as barreiras específicas desta etapa. As características específicas do Alfaba podem mitigar essas barreiras:

1. **Estímulos Multissensoriais:** Dificuldades na memória auditiva de curto prazo e na concentração podem ser atendidas pelas representações tangíveis, visuais e auditivas para ajudar na retenção de informações e melhorar a concentração [Almeida et al. 2020]. O uso de múltiplos sentidos simultaneamente fortalece as conexões neurais associadas à leitura e escrita, proporcionando um ambiente de aprendizagem envolvente.
2. **Interação Tátil para Desenvolver a Coordenação Motora Fina:** A manipulação de peças tangíveis para formar palavras melhora as habilidades motoras finas de maneira lúdica, tornando o aprendizado mais acessível e divertido.
3. **Feedback Auditivo e Visual Imediato:** O feedback auditivo imediato ajuda a correlacionar sons com letras e sílabas, promovendo a aprendizagem fonológica e a articulação correta das palavras.
4. **Flexibilidade e Adaptação ao Ritmo do Aluno:** O Alfaba é flexível e adaptável às necessidades individuais de cada aluno, permitindo que avancem no seu próprio ritmo, o que é importante para quem necessita de mais tempo e prática para dominar novas habilidades.
5. **Acessibilidade e Inclusão em Ambientes Educacionais:** Sendo um dispositivo de baixo custo, o Alfaba é acessível para escolas com recursos limitados, contribuindo para um ambiente escolar mais inclusivo, onde todos os alunos têm a oportunidade de desenvolver competências de leitura e escrita.
6. **Interação Tátil Tridimensional:** O contato direto com as letras e a possibilidade de sentir seus contornos tridimensionais facilita o reconhecimento e a memorização das formas das letras.
7. **Estímulo da Neuroplasticidade:** Baseado nos princípios da neuroplasticidade, o Alfaba promove a formação de novas conexões sinápticas ao oferecer experiências de aprendizagem ricas e diversificadas.

4.3. Avaliação da Usabilidade

O objetivo do teste de usabilidade foi avaliar a facilidade de uso do Alfaba. O principal propósito foi identificar problemas específicos de usabilidade e sugerir melhorias para adaptar o dispositivo às necessidades desse público, para que posteriormente o estudo possa avançar para o teste controlado para avaliar a sua colaboração no processo de aprendizagem.

Participaram do teste de usabilidade sete crianças e jovens com síndrome de Down, com idades variando entre 7 e 17 anos. Esses participantes representam uma faixa etária

ampla, refletindo as variações no processo de alfabetização que ocorrem mais tardiamente nesse grupo. Entre os participantes, alguns estavam no estágio de reconhecimento de letras e associação aos seus sons, enquanto outros já estavam na fase de construção de palavras.

A terapeuta ocupacional, que acompanha os participantes, determinou o estágio de alfabetização de cada um por meio de anamnese e pré-teste que incluía atividades de alfabetização. Os critérios de inclusão dos participantes consideraram a capacidade de seguir instruções básicas e a disposição para participar das sessões de teste.

O teste foi conduzido no escopo das sessões de terapia ocupacional deste grupo, nas instalações de uma associação de pais de crianças com síndrome de Down da cidade. A sala de testes era uma sala multiuso, equipada com espelhos para aulas de dança, recursos para fisioterapias e muitos brinquedos. Embora fosse um ambiente familiar para os usuários, a presença de muitas informações e itens conhecidos poderia causar desvios de atenção.

Cada sessão teve 20 minutos de duração. Estudos enfatizam os benefícios de conduzir testes de usabilidade em ambientes familiares e de apoio, particularmente para indivíduos com deficiências de desenvolvimento, como a síndrome de Down [BRAINS 2015]. Durante o teste, os participantes receberam suporte contínuo, que incluiu explicações sobre as funcionalidades do Alfaba e orientação personalizada conforme o nível de conhecimento de cada um.

As atividades realizadas incluíram o reconhecimento de letras no conjunto alfabético de letras disponível, iniciando o dispositivo e sendo apresentadas às suas funcionalidades. Em seguida, elas construíam palavras a partir da reprodução sonora, corrigindo seus erros de acordo com o feedback informado pela ferramenta. O grupo de palavras utilizado no teste era selecionado de acordo com a etapa de alfabetização de cada participante.

Durante a avaliação de usabilidade, foram observados alguns aspectos específicos:

- A interação com os botões do dispositivo e com os menus.
- O uso dos recursos propostos pelo Alfaba, como a manipulação de letras e seu encaixe no dispositivo.
- A adequação do tamanho da tela e a clareza visual.

Para as instruções foi utilizado um vocabulário amigável e simples, com palavras claras e um tom de voz audível. Frequentemente, perguntava-se aos participantes se estavam compreendendo as instruções, sempre as repetindo quando solicitado e/ou necessário. As orientações eram explicadas de maneira oral e demonstradas no dispositivo. O usuário selecionava o grupo indicado pelo mediador do teste e então partia para a construção da palavra, utilizando os recursos de repetição e verificação sempre que desejasse.

A coleta de dados foi realizada utilizando três métodos principais: observações diretas feitas pelos mediadores, gravações de vídeo das sessões de teste para análise detalhada das interações, e feedback verbal dos participantes durante a utilização do dispositivo. As observações diretas focaram na facilidade de uso, na frequência e tipo de erros cometidos, e no tempo necessário para completar cada tarefa. As gravações de vídeo foram analisadas utilizando software de análise qualitativa para identificar padrões de

comportamento e interações específicas com o dispositivo. Intervenções de terapia ocupacional demonstraram ser eficazes na melhoria das habilidades motoras e cognitivas de crianças com síndrome de Down, destacando a importância de abordagens personalizadas para testes de usabilidade [Special Strong 2019].

No presente estudo, todos os procedimentos éticos foram rigorosamente seguidos para salvaguardar os direitos e a dignidade dos participantes. A pesquisa foi conduzida em estrita conformidade com as Normas e Diretrizes Regulamentadoras da Pesquisa Envolvendo Seres Humanos, conforme estabelecido pela Resolução CNS n.º 466/2012, pela Norma Operacional 001/2013, pela Resolução CNS n.º 510/2016 e pela Resolução CNS n.º 674/2022. Estas diretrizes regulam e garantem a proteção integral dos participantes da pesquisa, assegurando que todos os cuidados éticos necessários foram observados e aplicados ao longo do estudo.

5. Resultados e Discussões

A avaliação de usabilidade do Alfaba revelou diversos aspectos significativos sobre o uso da interface tangível por crianças e jovens com síndrome de Down. Este processo de validação concentrou-se na identificação de problemas específicos de usabilidade, além de coletar sugestões para futuras melhorias.

Após a explicação dos botões e funcionalidades, os usuários compreenderam o uso do Alfaba e sentiram-se confiantes para explorar o dispositivo de forma independente. O botão de repetição do som das palavras foi amplamente utilizado, permitindo que refletissem sobre as letras que compõem cada palavra e facilitando sua construção. Quando surgiam dúvidas, eles demonstravam curiosidade e exploravam o Alfaba para descobrir mais sobre suas funcionalidades, aproveitando plenamente o dispositivo.

As letras foram fáceis de manipular e encaixar no dispositivo, proporcionando um momento de interação e reconhecimento dos contornos e formas (Figura 2). O uso de letras tangíveis foi importante, pois, devido às dificuldades motoras frequentes, esses usuários enfrentam problemas em desenhar as letras com lápis e canetas. Assim, puderam trabalhar o reconhecimento das letras de maneira mais adequada.



Figura 2. Criança interagindo com letras tangíveis do Alfaba

O feedback de iluminação para erros e acertos foi um dos pontos altos do teste, com as crianças reconhecendo os erros e acertos de forma eficiente e refletindo sobre as correções necessárias. Além disso, não houve dificuldades para encaixar as letras nos slots, e os botões e menus foram compreendidos adequadamente. O tamanho das letras também foi adequado, elas possuem as medidas de: 0,8cm x 4cm x 8,5cm. O recurso de

repetição de som foi utilizado várias vezes, sendo um elemento importante do dispositivo. Embora as crianças intuitivamente tentassem tocar na tela, o uso de botões despertou curiosidade e satisfação. A próxima versão do Alfaba incluirá botões gamificados para tornar o uso ainda mais divertido e engajador.

Em relação ao desempenho nas tarefas de alfabetização, os participantes encontraram dificuldades com algumas palavras. No entanto, a iluminação dos slots que aguardavam as letras ajudou-os a pensar na montagem das palavras, especialmente aquelas com fonemas mais complexos, como “lh”. O recurso de repetição da palavra também forneceu suporte adicional na construção das palavras. As dificuldades observadas eram esperadas e estavam relacionadas às barreiras da alfabetização, e não ao uso da ferramenta.

O Alfaba se mostrou eficiente no suporte à montagem e reflexão fonológica. Não houve diferença significativa entre os participantes, uma vez que o grupo de palavras estava alinhado com o estágio de alfabetização de cada um, fazendo com que as dificuldades fossem proporcionalmente iguais.

Os participantes relataram que gostaram de usar o Alfaba, destacando as funcionalidades de repetição do som das palavras e o feedback de iluminação como particularmente úteis. Essas funcionalidades os ajudaram a refletir sobre os erros e acertos e a corrigir suas tentativas de montagem de palavras. A manipulação das letras foi considerada divertida e educativa, ajudando os participantes a entender melhor as formas das letras (Figura 3).

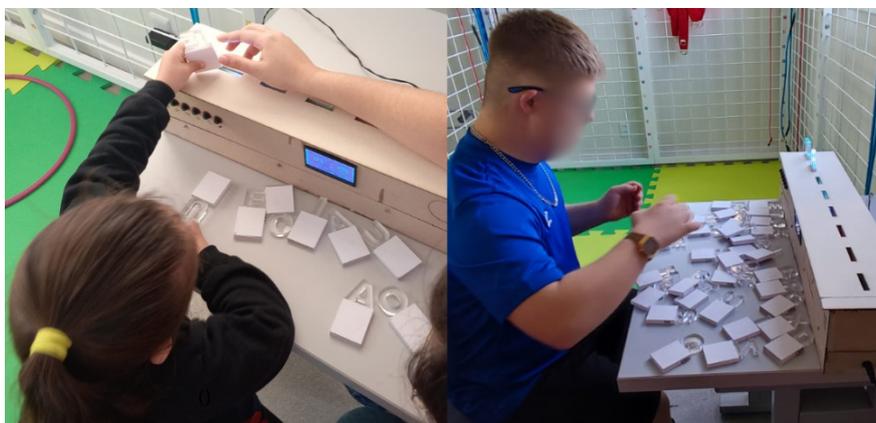


Figura 3. Usuários com o Alfaba

A partir das percepções dos mediadores, várias melhorias foram sugeridas. A inserção de grupos temáticos no Alfaba, como animais, festividades anuais e cores, pode tornar a ferramenta mais gamificada e engajadora. O atual conjunto de letras do Alfaba reflete as diretrizes tradicionais do português brasileiro, que historicamente excluíram as letras k', w' e 'y', usadas apenas em palavras estrangeiras e abreviaturas específicas. Contudo, com o Acordo Ortográfico de 1990, essas letras foram oficialmente incluídas no alfabeto português. Portanto, seria benéfico incluir essas letras na próxima versão, para alinhar a ferramenta às normas atuais da língua e atender às expectativas dos usuários [Academia Brasileira de Letras 2023].

Além disso, todos os participantes demonstraram uma intuitividade para interagir com a tela do Alfaba, como se fosse touchscreen. Embora a tela atual não tenha essa funci-

onalidade, uma tela maior e mais rica em cores poderia ser mais atrativa, aproximando-se da experiência de uso de tablets e celulares. Considerando que a exposição a telas faz parte do cotidiano dos usuários, essa mudança pode contribuir para o engajamento.

O tempo de atenção focada no dispositivo também foi observado como relativamente curto, uma característica comum devido à influência de redes sociais e vídeos curtos. Assim, é importante considerar a elaboração de atividades conjuntas que possam ser alternadas com o uso do Alfaba, como livros de atividades de pintura ou escrita, respeitando as limitações motoras do público. Isso pode ajudar a manter o interesse e a atenção das crianças, evitando atividades repetitivas.

Além disso, o ambiente para atividades de ensino deve ser planejado cuidadosamente. Manter diversos recursos próximos ao usuário pode induzir a uma explosão de curiosidade e mudança de foco. Portanto, é importante decidir entre criar um ambiente mais tranquilo, focado na ferramenta, ou enriquecer o ambiente com outros recursos que façam parte das tarefas a serem realizadas junto com o uso do Alfaba, mantendo a criança envolvida na atividade de aprendizagem.

O Alfaba não oferece sons das letras isoladas, o que é importante para que as crianças estimulem suas relações fonema-grafema, especialmente para sons anasalados, que são mais complexos dentro da língua portuguesa. Ainda, a próxima versão do protótipo será atualizada e otimizada para ser mais amigável e atraente para crianças, com uma interface de caixa mais rígida para suportar o uso.

As palavras, quando construídas corretamente, se iluminam de verde. No entanto, as crianças esperavam um incentivo adicional pelo acerto completo. Portanto, um feedback sonoro e visual será incorporado para incentivar os acertos e manter as crianças desafiadas e recompensadas por suas atividades, como forma de engajá-las ainda mais.

Os pontos altos do teste incluíram a compreensão e o uso das funcionalidades do Alfaba, a manipulação das letras e o feedback de iluminação, que foram especialmente eficazes. A ferramenta foi bem recebida pelos participantes, mostrando-se intuitiva e engajadora. As melhorias sugeridas são viáveis e podem tornar a ferramenta ainda mais eficaz e atrativa para o público-alvo.

6. Conclusões

Este trabalho apresentou a avaliação de usabilidade do Alfaba. Os resultados demonstram que a ferramenta é bem aceita e compreendida por crianças e jovens com síndrome de Down. A manipulação das letras tangíveis e o feedback de iluminação mostraram-se importantes para o reconhecimento de erros e acertos, facilitando a reflexão e correção. O recurso de repetição sonora também foi amplamente utilizado e considerado essencial para a construção correta das palavras.

Entretanto, foram identificadas algumas áreas para melhorias. A inclusão das novas letras e grupos temáticos de palavras pode tornar a ferramenta mais gamificada e atraente. Além disso, uma interface mais intuitiva e rica em cores, possivelmente com funcionalidade touchscreen, pode aumentar o engajamento.

A questão da concentração também é importante, pois observou-se que os participantes tendem a perder o foco rapidamente, influenciados pelo comportamento das redes sociais e informações rápidas. Portanto, é recomendado elaborar atividades com-

plementares que possam ser alternadas com o uso de ferramentas propostas, como livros de atividades de pintura ou escrita, para manter o interesse das crianças. Com essas melhorias, o Alfaba tem o potencial de se tornar uma ferramenta ainda mais eficaz e inclusiva no processo de alfabetização para este público.

7. Agradecimentos

Agradecemos à FAPERGS, ao CNPq e à CAPES pelo fomento à pesquisa que viabilizou este trabalho. Nosso sincero agradecimento também à Associação de Pais de Down de Pelotas (APADPEL) pelo acolhimento e pela participação no estudo.

Referências

- Academia Brasileira de Letras (2023). As novas letras k, w e y. Acesso em: 19 ago. 2024.
- Almeida, D. R. d., Battistello, V. C. d. M., Menegotto, L. M. d. O., and Martins, R. L. (2020). Alfabetização e síndrome de down nas pesquisas brasileiras. *Revista de Educação PUC-Campinas*, 25.
- Barker, T. A., Sevcik, R. A., Morris, R. D., and Romski, M. (2013). Can rhyme provide a helping hand for children with down syndrome who are at risk for reading failure? *Journal of Developmental and Physical Disabilities*, 25(4):625–639.
- BRAINS (2015). Occupational therapy intervention and down syndrome. *BRAINS*.
- Buckley, S. and Bird, G. (2001). Memory development for individuals with down syndrome. *Down Syndrome Research and Practice*, 7(2):67–70.
- Burgoyne, K., Duff, F. J., Clarke, P. J., Buckley, S., Snowling, M. J., and Hulme, C. (2012). Efficacy of a reading and language intervention for children with down syndrome: A randomized controlled trial. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 53(10):1044–1053.
- Cassidy, M. and Ross, J. (2008). The impact of tangible interfaces on children's learning and development. *Journal of Educational Computing Research*, 39(1):23–42.
- da Cruz, A. K. B. S., de Aquino Junior, M. A., Neto, G. d. O. C., Neto, C. d. S. S., Teixeira, M. M., da Cruz, P. T. M. B., Barbosa, K. B., and Brito, C. P. L. (2023). Aplicação de jogos educativos baseados em realidade aumentada como estratégia de auxílio na alfabetização de crianças com síndrome de down. In *Anais do XXXIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, pages 509–520. SBC.
- de Freitas, R. B., de Lima, J. R. S., Almeida, G. K. F. C., Magalhães, Y. C., and Almeida, W. R. M. (2023). Literacy of children with down syndrome supported by a digital game: Alfabetização de crianças com síndrome de down apoiada por um jogo digital. *Concilium*, 23(19):188–202.
- Dehaene, S. (2010). *Reading in the Brain: The Science and Evolution of a Human Invention*. Penguin.
- Fidler, D. J., Most, D. E., and Philofsky, A. (2009). The down syndrome behavioral phenotype: Taking a developmental approach. *Down Syndrome Research and Practice*, 12(1):37–44.

- Haro, B. P. M., Santana, P. C., and Magaña, M. A. (2012). Developing reading skills in children with down syndrome through tangible interfaces. In *Proceedings of the 4th Mexican conference on human-computer interaction*, pages 28–34.
- Jadan-Guerrero, J., Jaen, J., Carpio, M. A., and Guerrero, L. A. (2015). Kiteracy: a kit of tangible objects to strengthen literacy skills in children with down syndrome. In *Proceedings of the 14th international conference on interaction design and children*, pages 315–318.
- Jurgina, L. Q., Aquini, L. G., de Aguiar, M. S., da Rosa, L. S., Lopes, J. P., Mackedanz, T. D., Klein, A. I., Primo, T. T., and Iankowski, R. S. (2024). Neuroplasticity-based literacy rescue: A multisensory and tangible learning methodology for children at risk. In *2024 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, pages 1–10. IEEE.
- Jurgina, L. Q., Aquini, L. G., Iankowski, R. S., Rosa Júnior, L. S. d., Aguiar, M. S. d., and Primo, T. T. (2023). Alfaba: A tangible solution to support brazilian dyslexic students in their literacy process. *Educon Conference*.
- Kay-Raining Bird, E., Cleave, P., White, D., Pike, H., and HelmKay, A. (2000). Written and oral narrative development of children and adolescents with down syndrome. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 43(2):324–339.
- Kumin, L., Lazar, J., Feng, J. H., Wentz, B., and Ekedebe, N. (2012). A usability evaluation of workplace-related tasks on a multi-touch tablet computer by adults with down syndrome. *Journal of Usability studies*, 7(4):118–142.
- Næss, K.-A. B., Lyster, S.-A. H., Hulme, C., and Melby-Lervåg, M. (2011). Language and verbal short-term memory skills in children with down syndrome: A meta-analytic review. *Research in Developmental Disabilities*, 32(6):2225–2234.
- Nascimento, A. G., Pereira, N. D. V., Felix, Z. C., Almeida, I. R., Nobrega, A. M., and Nascimento, M. D. S. (2023). O mundo das letras: um serious game para auxílio ao letramento e alfabetização de crianças com síndrome de down (sd). In *Anais do XXIX Workshop de Informática na Escola*, pages 1337–1342. SBC.
- Nicholson, H., Stewart, E., and Oliver, J. (2016). Usability and accessibility guidelines for educational technology tools. *Journal of Educational Technology Systems*, 44(4):405–421.
- Reis, A. B. d. O. (2022). O uso da tecnologia assistiva na alfabetização e letramento de crianças com síndrome de down. Monografia (graduação em pedagogia), Instituto de Ciências Humanas e Sociais, Universidade Federal de Ouro Preto, Mariana, MG. 24 f.
- Russo, A., Hanson, E., and Cummings, L. (2017). The impact of reading instruction on the academic performance of children with down syndrome: A longitudinal study. *Research in Developmental Disabilities*, 62:110–119.
- Special Strong (2019). Occupational therapy interventions for down syndrome. *Special Strong*.
- Sulpino, A. P. M. (2021). Processo de alfabetização de crianças com síndrome de down: o que dizem os estudos mais recentes. Monografia de graduação, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB.