



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

CENTRO DE ARTES E COMUNICAÇÃO

CURSO DE BACHARELADO EM DESIGN

Daniel de Mesquita Monterazo

**ACESSIBILIDADE DE SOLUÇÃO PEDAGÓGICA NA EDUCAÇÃO DE CRIANÇAS
SURDAS: UM ESTUDO DO CAMPO DA USABILIDADE E SEMIÓTICA**

Recife

2025

Daniel de Mesquita Monterazo

**ACESSIBILIDADE DE SOLUÇÃO PEDAGÓGICA NA EDUCAÇÃO DE CRIANÇAS
SURDAS: UM ESTUDO DO CAMPO DA USABILIDADE E SEMIÓTICA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Bacharelado
em Design do Centro de Artes e
Comunicação da Universidade Federal
de Pernambuco, como requisito
parcial para a obtenção do grau de
Bacharel em Design.

Orientador: Prof. Walter Franklin
Marques Correia.

Coorientadora: Prof. Priscila Starosky.

Recife

2025

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Monterazo, Daniel de Mesquita.

Acessibilidade de Solução Pedagógica na Educação de Crianças Surdas: Um Estudo do Campo da Usabilidade e Semiótica / Daniel de Mesquita Monterazo. - Recife, 2025.

83 : il., tab.

Orientador(a): Walter Franklin Marques Correia

Coorientador(a): Priscila Starosky

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Artes e Comunicação, Design - Bacharelado, 2025.

Inclui referências, anexos.

1. Comunicação visual. 2. Libras. 3. Design Universal. 4. Acessibilidade. 5. Usabilidade. I. Correia, Walter Franklin Marques. (Orientação). II. Starosky, Priscila. (Coorientação). IV. Título.

370 CDD (22.ed.)

Aprovado em: 10 de abril de 2025

BANCA EXAMINADORA

Prof. Walter Franklin Marques Correia (Orientador)

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Prof. Rosiane Pereira Alves (Avaliadora Externa)

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Prof. Priscila Starosky (Coorientadora)

Universidade Federal Fluminense (UFF)

AGRADECIMENTOS

Sou especialmente grato à Priscila Starosky, cuja orientação generosa e comprometida viabilizou o desenvolvimento e os testes de usabilidade deste trabalho, ampliando minha formação com aprendizados valiosos para além do campo do design. Sem sua constante determinação em inovar no ensino da Libras este trabalho não seria possível.

Ao professor Walter Franklin, orientador deste trabalho, pelas contribuições fundamentais nas fases iniciais do projeto.

Às pesquisadoras de fonoaudiologia, pelo engajamento rigoroso e pela colaboração constante durante a coleta de dados, demonstrando sensibilidade e comprometimento com a qualidade do processo investigativo.

Agradeço à professora Virgínia Cavalcanti por expandir os meus conhecimentos acerca da prática de design e seu impacto social, tendo me introduzido aos estudos de semiótica aplicada ao Design.

Aos professores do Departamento de Design da UFPE, por construírem, ao longo da minha formação acadêmica, a base teórica, crítica e ética que sustenta este trabalho. Cada aula, orientação e provocação intelectual contribuíram diretamente para minha formação.

E a todos que, de alguma forma, contribuíram direta ou indiretamente, meu sincero agradecimento.

RESUMO

A educação de crianças surdas no Brasil enfrenta desafios significativos, notadamente pela carência de políticas de educação bilíngue (Libras/Português) eficazes, o que impacta negativamente seu desenvolvimento e trajetória acadêmica. Este cenário foi agravado pela pandemia de COVID-19, que dificultou o acesso à Libras, especialmente para crianças surdas filhas de pais ouvintes. Como resposta a essa problemática, este trabalho apresenta o processo de desenvolvimento e avaliação de usabilidade do "Hora da Libras", um jogo digital educativo para dispositivos móveis, co-desenvolvido por uma equipe interdisciplinar, destinado ao ensino da Língua Brasileira de Sinais (Libras) como primeira língua para crianças surdas a partir de 3 anos. A pesquisa adotou uma metodologia projetual e exploratória, fundamentada em princípios de Design Thinking, Semiótica Imagética, Engenharia Semiótica e Pedagogia Visual. Foram realizados testes de usabilidade iterativos com crianças surdas, utilizando o Método de Avaliação da Comunicabilidade (MAC) e o System Usability Scale (SUS) para avaliar duas versões de um protótipo interativo. A primeira versão apresentou rupturas de comunicabilidade, especialmente na navegação e compreensão de mecânicas do jogo, obtendo uma pontuação SUS de 72,5. Após uma reformulação focada na melhoria da hierarquia visual, na aplicação do método chunking para organização do conteúdo e no refinamento das metáforas visuais, a segunda versão demonstrou melhorias expressivas. Os resultados da avaliação do redesign indicaram uma redução de 60% nas rupturas de comunicabilidade e um aumento da pontuação SUS para 84,16. O estudo conclui que a abordagem iterativa e a colaboração interdisciplinar, com foco na semiótica e na acessibilidade, foram cruciais para aprimorar a interface, tornando-a uma ferramenta pedagógica mais eficaz e inclusiva, capaz de atender tanto crianças surdas quanto seus familiares ouvintes.

PALAVRAS-CHAVE: Comunicação visual; Universal Design; Libras, Acessibilidade; Usabilidade.

ABSTRACT

The education of deaf children in Brazil faces significant challenges, particularly due to the lack of effective bilingual education policies (Libras/Portuguese), which negatively impacts their development and academic trajectory. This situation was worsened by the COVID-19 pandemic, which hindered access to Libras, especially for deaf children of hearing parents. As a response to this issue, this study presents the development and usability evaluation process of *Hora da Libras*, an educational digital game for mobile devices, co-developed by an interdisciplinary team, aimed at teaching Brazilian Sign Language (Libras) as a first language to deaf children aged 3 and older. The research adopted a project-based and exploratory methodology, grounded in principles of Design Thinking, Visual Semiotics, Semiotic Engineering, and Visual Pedagogy. Iterative usability testing was conducted with deaf children using the Communicability Evaluation Method (CEM) and the System Usability Scale (SUS) to evaluate two versions of an interactive prototype. The first version revealed communicability breakdowns, especially in navigation and understanding of game mechanics, scoring 72.5 on the SUS. After a redesign focused on improving visual hierarchy, applying chunking strategies for content organization, and refining visual metaphors, the second version showed significant improvements. The redesign evaluation indicated a 60% reduction in communicability breakdowns and a SUS score increase to 84.16. The study concludes that an iterative approach and interdisciplinary collaboration, with a focus on semiotics and accessibility, were crucial to enhancing the interface, making it a more effective and inclusive pedagogical tool for both deaf children and their hearing families.

KEYWORDS: Visual communication; Universal Design; Libras; Accessibility; Usability.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	Contextualização/Problematização	10
1.2	Justificativa	13
1.3	Objetivos	16
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1.1	Abordagens Centrais: Design Thinking e Engenharia Semiótica	18
2.1.2	Pedagogia Visual e Comunicação por Signos	20
2.1.3	Princípios de Acessibilidade e Ferramentas de Avaliação	20
2.2	Engenharia Semiótica e Comunicabilidade	21
2.3	MAC	22
3	METODOLOGIA	29
3.1	Abordagem Metodológica	29
4	AVALIAÇÃO DA USABILIDADE	35
4.1	Participantes	35
4.2	Procedimentos	35
4.3	Instrumentos de Coleta	38
5	APLICAÇÃO DO MÉTODO DE AVALIAÇÃO DE COMUNICABILIDADE (MAC)	38
5.1	Objetivo da Aplicação do MAC	39
5.2	Procedimentos do MAC	40
5.3	Participantes e Aplicadores	41
5.4	System Usability Scale (SUS)	41
6	RESULTADOS	42

6.1 Aplicação dos testes de usabilidade na primeira versão do aplicativo	42
6.4 Categorização das Rupturas Comunicacionais no MAC	53
7 REFORMULAÇÃO DA INTERFACE BASEADA EM PRINCÍPIOS DE DESIGN E USABILIDADE	55
7.1 Justificativa da Reformulação	55
7.1.2 Análise das rupturas de comunicabilidade	57
7.3 Fundamentos de Design Utilizados	58
7.4 Aplicação dos Princípios à Nova Interface	61
7.5 Reconstrução da Meta-mensagem do Aplicativo "Hora da Libras"	62
7.7 Metáforas visuais e comunicabilidade	67
8 AVALIAÇÃO DO REDESIGN DO APLICATIVO	71
8.1 Categorização das Rupturas Comunicacionais no MAC	80
9 DISCUSSÃO	81
9.1 Possíveis caminhos para futuras versões do aplicativo	83
10 CONSIDERAÇÕES FINAIS	84
REFERÊNCIAS	86
ANEXOS	89

1. INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização/Problematização

A educação de surdos no Brasil ainda enfrenta desafios significativos, em grande parte devido à ausência de políticas públicas eficazes e à falta de formação adequada de professores. Segundo Lodi (2006), "desde a década de 1980, ocorre um movimento mundial que aponta para a necessidade de implantar uma política educacional bilíngue ao se pensar em educação para surdos". Esse modelo preconiza que os surdos devem primeiro desenvolver a Libras como sua língua materna (L1) antes de serem expostos ao ensino da língua escrita majoritária. No entanto, essa abordagem ainda não é amplamente implementada no Brasil, refletindo desafios estruturais na inclusão educacional de crianças surdas.

a maioria dos surdos brasileiros desconhece ou conhece pouco a LIBRAS, buscando aprender o português como língua única, pois frequentam escolas para ouvintes, com professores não capacitados para o ensino-aprendizagem dessa minoria e que desconhecem a LIBRAS (LODI, 2006, p.2)

A limitação no desenvolvimento da Libras como primeira língua (L1) restringe as oportunidades educacionais e sociais das crianças surdas. Esse aprendizado da língua de sinais ocorre, em grande parte, em instituições de ensino com professores fluentes no idioma, pois a maioria dessas crianças é oriunda de famílias ouvintes. Em contrapartida, a aquisição linguística de filhos de pais surdos usuários da língua de sinais tende a ser semelhante à de crianças ouvintes. Conforme descreve Karnopp (2004), crianças expostas à Libras desde o nascimento atravessam os mesmos estágios de desenvolvimento da linguagem observados em línguas orais, como o balbúcio, a produção de enunciados simples e a formação de sentenças complexas.

Como consequência, a restrição no acesso à educação bilíngue impacta significativamente a trajetória acadêmica da população surda no Brasil. Os dados evidenciam essa barreira estrutural: segundo a Alesp (2021), apenas 7% dos surdos no país chegam ao ensino superior e menos de 15% conseguem concluir o ensino médio. Além disso, 46% finalizam apenas o ensino fundamental e 32% sequer possuem grau de instrução. Tais números contrastam com os da população geral brasileira com 25 anos ou mais, na qual

53,2% concluíram o ensino médio e 19,2% alcançaram o ensino superior, de acordo com o IBGE (2022).

Essa disparidade evidencia a necessidade de políticas educacionais mais inclusivas, como a formação continuada de professores especialistas e a expansão de escolas bilíngues para garantir um ensino acessível e de qualidade. Adicionalmente, novas estratégias que utilizem tecnologias interativas podem ampliar o contato das crianças surdas com a Libras. Recursos como aplicativos educacionais e gamificação, por exemplo, podem proporcionar um aprendizado mais dinâmico e acessível mesmo fora do ambiente escolar, conforme apontado por Saman et al.

Durante a pandemia de COVID-19, a interrupção das aulas presenciais impactou significativamente o acesso das crianças surdas a Libras. O isolamento social evidenciou desafios já existentes, como a falta de intérpretes em aulas remotas e a ausência de suporte adequado para as famílias ouvintes, agravando as dificuldades no aprendizado da língua de sinais. A interrupção das aulas presenciais impactou significativamente o acesso dessas crianças à sua língua natural, uma vez que muitas escolas não estavam preparadas para oferecer ensino remoto acessível. Segundo Shimazaki, Menegassi e Fellini (2020), a falta de intérpretes em aulas online, a predominância de materiais didáticos impressos sem adaptação para a língua de sinais e a ausência de suporte adequado às famílias ouvintes comprometeram ainda mais o aprendizado da Libras e de outros conteúdos que dependiam desta língua como instrucional. Em algumas regiões do Brasil, alunos surdos ficaram sem qualquer tipo de atendimento educacional por meses, dificultando ainda mais seu desenvolvimento linguístico e social (SHIMAZAKI; MENEGASSI; FELLINI, 2020).

Com o propósito de construir uma solução de minimização desse problema, uma equipe de fonoaudiologia da Universidade Federal Fluminense (UFF), em parceria com o Curso de Sistemas de Informação do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca – campus Nova Friburgo (RJ) e com este autor, aluno de Design da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), procurou tornar a aprendizagem da Libras como primeira língua mais acessível para crianças surdas. A partir dessa necessidade, a equipe iniciou o desenvolvimento de um aplicativo educacional baseado em gamificação, utilizando princípios de usabilidade e acessibilidade para tornar o ensino da Libras mais eficaz.

Como resposta a esse desafio, a equipe interdisciplinar co-desenvolveu um aplicativo educacional para dispositivos móveis denominado “Hora da Libras”. Esse aplicativo combina conhecimentos em aquisição de linguagem, desenvolvimento de software e acessibilidade digital, utilizando tecnologias interativas e gamificação para proporcionar maior engajamento e facilitar a aprendizagem da língua de sinais (CARRILHO, 2023; SOUZA; ANDRADE, 2024).

A colaboração entre essas áreas permitiu a criação de uma interface adaptada às necessidades específicas das crianças surdas, potencializando uma experiência de aprendizado mais eficaz e inclusiva. A principal missão do desenvolvimento do aplicativo “Hora da Libras” foi desenvolver uma ferramenta pedagógica para auxiliar o aprendizado da Libras como primeira língua, promovendo uma experiência gamificada por meio de atividades interativas que estimulam a comunicação visual para a construção de significação de sinais. Durante o seu desenvolvimento, princípios de design inclusivo foram associados às estratégias de gamificação de modo a desenvolver uma experiência de aprendizagem envolvente e capaz de auxiliar a aquisição da Libras para crianças surdas, promovendo uma maior retenção dos conteúdos ao promover o contato com a língua de sinais fora da sala de aula.

Esta pesquisa buscou não apenas avaliar a eficácia do jogo digital na aquisição da Libras, mas também buscou contribuir para o avanço das práticas pedagógicas voltadas para a educação bilíngue de surdos, fortalecendo a acessibilidade no design educacional e promovendo diretrizes para a implementação de metodologias mais inclusivas. Ao integrar metodologias inovadoras ao ensino, espera-se criar uma ferramenta que possa ser utilizada amplamente, tanto por escolas quanto por famílias, reforçando a inclusão e o direito à educação equitativa para crianças surdas.

1.2 Justificativa

A língua de sinais e o campo do design compartilham visões de mundo semelhantes, pois ambos utilizam um suporte imagético para a comunicação. No design de interfaces, por exemplo, ícones e símbolos são usados para transmitir significados de forma intuitiva, assim como na Libras, onde os sinais representam conceitos e palavras. Essa relação entre comunicação visual e cognição facilita o entendimento e a navegação, tornando o design

acessível para diferentes públicos. No design de interfaces, a interpretação de símbolos e signos visuais é fundamental para a experiência do usuário, assim como na Libras, onde os sinais, realizados pela junção de movimentos manuais e expressões faciais e corporais, desempenham um papel central na comunicação. Essa relação evidencia como a semiótica visual é essencial tanto para a construção de interfaces intuitivas quanto para o ensino de uma língua baseada na comunicação imagética. Essa relação encontra respaldo na abordagem de Dondis (1973), que destaca a sintaxe da linguagem visual como elemento fundamental na estruturação da comunicação. Além disso, Niemeyer (2003) reforça que a percepção dos artefatos de design é influenciada pelo repertório imagético do usuário, o que evidencia a semelhança entre a interpretação de elementos visuais no design e a aquisição da Libras como L1. Essa conexão ganha relevância quando consideramos que recentemente a pedagogia visual, que se refere aos aspectos da visualidade da educação dos sujeitos, vem sendo explorada de maneira mais ampla no contexto da educação de surdos. Conforme descrito por Campello (2008), "a LSB¹ inscreve-se no lugar da visualidade e, sem dúvidas, encontra na imagem uma grande aliada junto às propostas educacionais relacionadas à educação de sujeitos surdos."

A pedagogia visual também promove uma reflexão sobre o estudo de interfaces e o papel do designer no seu desenvolvimento. Isso porque o processo de aquisição de uma língua de modalidade visual-espacial e da cultura surda é um processo semiótico no qual o repertório imagético é peça-chave para a atribuição de significado e o processo de construção de um léxico (conjunto de palavras de uma língua). Campello (2008) argumenta que a visualidade é um elemento central na construção do conhecimento para sujeitos surdos, pois sua interação com o mundo se dá predominantemente por meio da visão, e desta forma, da construção de signos visuais. A mediação semiótica, nesse sentido, supõe uma relação do sujeito surdo com o mundo, colocando-o em contato com um universo simbólico simultaneamente construído e interpretado. A língua de sinais, como língua natural da comunidade surda, opera numa estrutura multimodal, onde os signos visuais desempenham um papel essencial na cognição e na comunicação. Nesse sentido, a apropriação dos signos linguísticos visuais está diretamente relacionada ao contexto cultural e social em que a pessoa surda se desenvolve, permitindo que

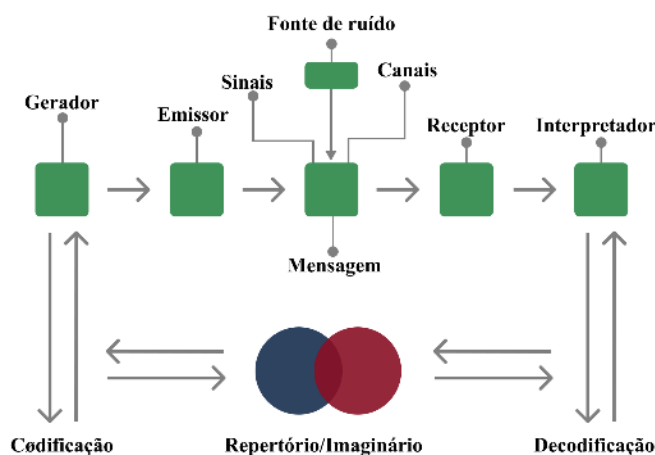
¹ LSB: Sigla para Língua de Sinais Brasileira, termo por vezes utilizado como sinônimo de Libras.

a linguagem e o pensamento sejam mediadores semióticos dessa interação (CAMPELLO, 2008a).

Analogamente, a interpretação dos elementos de uma interface também é um processo semiótico, no qual o repertório imagético do interpretador influencia diretamente a qualidade de uso do aplicativo. A maneira como os usuários atribuem significado aos elementos visuais impacta sua navegação e compreensão da interface, tornando essencial o estudo da semiótica para otimizar a experiência do usuário. Segundo Prates, de Souza e Barbosa (2000), a interface pode ser vista como uma linguagem interativa, composta por signos que comunicam as intenções do designer e precisam ser interpretados pelo usuário. Além disso, a abordagem socio-pragmática de Goldkuhl & Sjöström (2004) destaca que as interfaces orientam a interação por meio de affordances e restrições, cuja interpretação depende do repertório semiótico do usuário. Como aponta Campello (2008), a visualidade na educação de surdos está diretamente relacionada à interpretação de signos visuais, sendo um elemento essencial na mediação da comunicação e da aprendizagem.

A importância da semiótica para o design de interfaces pode ser melhor compreendida ao analisar as etapas do processo de comunicação, conforme ilustrado na Figura 1. Baseado no modelo de Niemeyer (2003), esse esquema destaca o fluxo de codificação e decodificação da mensagem, bem como a influência do repertório imagético na interpretação dos signos visuais.

Figura 1: As etapas do processo de comunicação



Fonte: Elaborado pelo autor com base no livro "Elementos da semiótica aplicado ao design", Niemeyer (2003)

Segundo Niemeyer (2003), em "Elementos da semiótica aplicados ao design", a produção de artefatos de design está inserida em um contexto político, econômico, social e cultural, refletindo as dimensões histórica e geográfica que influenciam sua recepção e interpretação. A interpretação dos artefatos de design ocorre a partir do repertório individual, influenciando como cada usuário atribui significado a esses produtos. Esse processo de interação é objeto de estudo de diversas áreas do conhecimento, dentre elas a semiótica e o design de experiência do usuário. De maneira análoga, a aquisição de uma língua percorre todo esse processo semiótico, sendo as dimensões culturais, históricas e geográficas fatores indissociáveis na aquisição da gramática de uma língua, incluindo seu vocabulário.

A justificativa para este estudo também é fundamentada na necessidade de aprimoramento da política educacional bilíngue para surdos, reconhecendo a Libras como primeira língua da Comunidade Surda. Por força do Decreto nº 5.626/2005, que regulamenta a Lei nº 10.436/2002, e mais recentemente da Lei 14.191, de 2021, que insere a Educação Bilíngue de Surdos na Lei Brasileira de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB - Lei 9.394, de 1996) como uma modalidade de ensino independente — antes incluída como parte da educação especial, a Libras deve ser garantida como meio de comunicação e instrução para surdos no Brasil, fortalecendo a importância de metodologias que incentivem seu ensino desde a infância. Um exemplo dessa aplicação ocorre em escolas bilíngues para surdos, onde professores deveriam ser fluentes em Libras e utilizarem materiais visuais e recursos interativos para facilitar a aprendizagem, promovendo um ambiente inclusivo e acessível. Infelizmente, isso ainda não é uma realidade em todo o Brasil, provocando uma situação de privação e vulnerabilidade linguística para crianças, adolescentes e adultos surdos e impactando negativamente seu desenvolvimento pessoal e social (ROLDÃO; SANTOS; CAVALCANTI, 2023; RUIZ; STAROSKY, 2023). Durante a pandemia de COVID-19, a urgência em facilitar o aprendizado da Libras para crianças surdas e suas famílias acentuou-se devido ao isolamento social. O desenvolvimento do jogo educativo surge como uma resposta a essa necessidade emergente e verificada no serviço de atendimento fonoaudiológico para surdos do Curso de Fonoaudiologia da Universidade Federal Fluminense, localizado no interior fluminense, município de Nova Friburgo.

A relevância do tema vai além do âmbito acadêmico, alcançando esferas políticas e sociais ao viabilizar a aprendizagem da Libras como L1 para a promoção de inclusão e acessibilidade. O estudo em questão tem como meta fomentar o debate, ressaltando a importância de considerar não somente a usabilidade, mas também a semântica visual na elaboração de interfaces. Isso estabelece uma conexão entre o ensino da Libras e as metodologias de design atuais.

1.3 Objetivos

Objetivo Geral

Desenvolver e avaliar a usabilidade de um jogo digital educativo, o "Hora da Libras", como uma ferramenta pedagógica para o ensino da Língua Brasileira de Sinais (Libras) como primeira língua para crianças surdas a partir de 3 anos.

Objetivos Específicos

- Aprimorar a usabilidade da solução por meio de um processo iterativo de prototipação e testes com o público-alvo.
- Analisar a relação entre a modalidade visual da Libras e o campo do Design, aplicando princípios de semiótica para fortalecer a comunicação da interface.
- Contribuir com diretrizes de design para o desenvolvimento de ferramentas educacionais acessíveis que atendam às necessidades específicas da comunidade surda.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A fundamentação teórica deste trabalho integra conceitos e metodologias para o desenvolvimento de interfaces acessíveis, colocando a interação humana como ponto central. Rocha e Baranauskas (2003) destacam a inseparabilidade entre interface e interação, enfatizando a importância do usuário no processo de design. Baranauskas et al. (2003) afirmam que a avaliação deve ser integrada ao ciclo de desenvolvimento, pois a interface reflete as interações do usuário com o sistema e não pode ser analisada isoladamente.

Com base nesses princípios, adotou-se a metodologia Design Thinking desde o início do desenvolvimento do aplicativo “Hora da Libras”. No entanto, aprofundar estudos sobre a cultura e percepção das pessoas surdas revelou a importância de estabelecer conexões com a pedagogia visual e os aspectos semióticos da experiência surda. Nesse sentido, **Campello (2008, p. 3)** ressalta a visão como principal meio de compreensão da realidade para os sujeitos surdos, ao afirmar que: "Nunca ouvi nenhum som sequer [...] entretanto, esses sons nunca foram essenciais para a compreensão do mundo, já que cada um deles sempre foi substituído por uma imagem visual".

Assim, tornou-se essencial relacionar a pedagogia visual ao campo da interação humano-computador. Para isso, utilizou-se a Engenharia Semiótica, abordagem que analisa interfaces como mensagens transmitidas pelos designers aos usuários (DE SOUZA, 2005). Essa perspectiva possibilitou compreender melhor como a percepção visual dos usuários surdos influencia sua experiência interativa.

A criação de interfaces acessíveis ao público surdo demanda, portanto, um processo iterativo que assegure avaliação contínua e adaptações às necessidades dos usuários. Métodos como o **Método de Avaliação da Comunicabilidade (MAC)** são fundamentais para identificar e corrigir barreiras de interação entre usuários e interfaces, por meio da observação do uso pelos participantes surdos.

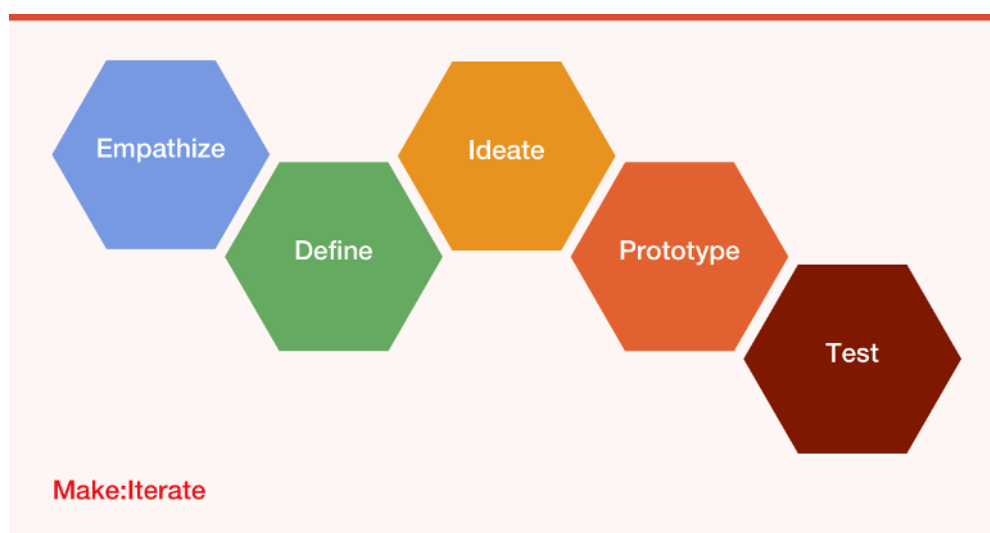
2.1.1 Abordagens Centrais: Design Thinking e Engenharia Semiótica

O Design Thinking, proposto por Tim Brown (2009), é uma abordagem centrada no ser humano que busca resolver problemas complexos por meio de processos iterativos e colaborativos. Diferentemente dos métodos tradicionais, enfatiza empatia com os usuários, experimentação contínua e prototipagem rápida, permitindo o desenvolvimento e testes contínuos de soluções inovadoras (BROWN, 2009).

Brown (2009) estrutura o Design Thinking em cinco fases principais: Empatia, Definição, Ideação, Prototipagem e Teste. A fase de empatia envolve compreender profundamente o problema e as necessidades dos usuários por meio de observação e imersão. A definição organiza as informações coletadas para identificar desafios centrais. A ideação

gera múltiplas soluções possíveis, incentivando criatividade e pensamento divergente. A prototipagem materializa ideias em modelos com diferentes níveis de fidelidade. Por fim, a fase de teste avalia as soluções desenvolvidas, validando-as com base na experiência real dos usuários.

Figura 2 – As cinco etapas do processo de *Design Thinking*



O modelo representa o fluxo iterativo do *Design Thinking*, composto pelas etapas de empatia (*Empathize*), definição do problema (*Define*), geração de ideias (*Ideate*), prototipação (*Prototype*) e teste (*Test*).
 Fonte: STANFORD UNIVERSITY. Design Thinking. Disponível em: https://web.stanford.edu/class/me113/d_thinking.html. Acesso em: 31 mar. 2025.

Neste trabalho, o Design Thinking foi essencial para guiar o refinamento da interface do aplicativo "Hora da Libras", focando nas fases de ideação, prototipagem e teste. A prototipação iterativa permitiu testar diferentes versões da interface, coletando feedback dos usuários surdos em cada ciclo. Esse processo está alinhado à perspectiva de Brown (2009), que enfatiza aprendizado contínuo e flexibilidade no desenvolvimento de soluções acessíveis, e à abordagem de Baranauskas et al. (2003), que defende avaliações constantes ao longo do desenvolvimento para garantir melhor usabilidade.

Além disso, o Design Thinking ressalta a importância da colaboração interdisciplinar, integrando acessibilidade digital, pedagogia visual e semiótica, garantindo interfaces funcionais, intuitivas e culturalmente adequadas ao público surdo.

Portanto, o uso do Design Thinking permitiu um refinamento eficaz da interface, assegurando a melhoria contínua da experiência do usuário por meio de testes empíricos e análises qualitativas. Essa abordagem possibilitou criar um ambiente digital mais inclusivo e

responsivo às necessidades dos alunos surdos, alinhando-se ao conceito de design centrado no usuário e promovendo maior acessibilidade na educação digital.

2.1.2 Pedagogia Visual e Comunicação por Signos

A Pedagogia Visual, relevante para a educação de surdos, complementa essa discussão. Campello (2008) enfatiza que a visualidade desempenha papel essencial na construção do conhecimento por sujeitos surdos, já que sua interação com o mundo ocorre predominantemente por signos visuais.

No design de interfaces, isso implica que os elementos visuais sejam cuidadosamente planejados para facilitar a compreensão e navegação do usuário, reduzindo a necessidade de mediação textual e tornando a interação mais intuitiva. Essa abordagem reforça a importância de interfaces acessíveis que potencializam a experiência imagética do público-alvo, garantindo uma comunicação visual clara, coerente e significativa.

Dondis (1973) também destaca a importância da sintaxe visual como elemento essencial na comunicação eficaz em design. Por sua vez, Prates, de Souza e Barbosa (2000) observam que interfaces podem ser vistas como linguagens interativas, nas quais signos comunicam intenções do designer e precisam ser interpretados pelo usuário. Goldkuhl & Sjöström (2004) complementam essa visão argumentando que as affordances e restrições têm papel fundamental na orientação da interação, impactando diretamente a experiência do usuário.

2.1.3 Princípios de Acessibilidade e Ferramentas de Avaliação

Referências da área de design, como o Universal Design Handbook (2011) e a obra Design e Avaliação de Interfaces Humano-Computador de Baranauskas et al. (2003), oferecem conceitos essenciais para o desenvolvimento de artefatos acessíveis e para a condução de testes de usabilidade.

No teste e validação desses artefatos, é essencial combinar métodos qualitativos e quantitativos, como entrevistas, observações, testes de usabilidade e questionários. Entre esses, destaca-se o System Usability Scale (SUS), criado por John Brooke em 1986. O SUS é um instrumento padronizado e amplamente utilizado para mensurar a percepção de

usabilidade dos usuários por meio de um questionário de dez itens com escala Likert. Sua aplicação é rápida e fornece resultados quantitativos que permitem comparações entre diferentes sistemas e interfaces. No contexto da acessibilidade, o SUS auxilia na identificação de barreiras gerais de uso que podem impactar usuários surdos, especialmente quando combinado a métodos qualitativos e análises semióticas mais aprofundadas (BROOKE, 1996).

Baranauskas et al. (2003) destacam que diferentes tipos de avaliação são necessários ao longo do desenvolvimento, incluindo métodos empíricos e heurísticos. Isto é especialmente importante em aplicações destinadas a crianças surdas, pois estratégias de avaliação precisam identificar barreiras linguísticas e comunicacionais específicas, que não surgiriam em testes com usuários ouvintes.

Assim, interfaces acessíveis para crianças surdas demandam uma abordagem multidisciplinar, integrando design centrado no usuário, semiótica aplicada e pedagogia visual. A Engenharia Semiótica torna-se fundamental ao permitir identificar rupturas comunicacionais e melhorar a comunicação da interface com o usuário.

No próximo tópico, aprofundaremos a relação entre Semiótica, Engenharia Semiótica e conceitos importantes para a metodologia MAC, como a “meta-mensagem”, centrais na estratégia de melhorar a comunicabilidade da interface para usuários surdos.

2.2 Engenharia Semiótica e Comunicabilidade

Além da prototipação e iteração no desenvolvimento de soluções digitais, é essencial compreender como a interface comunica suas funções ao usuário. Nesse contexto, a Engenharia Semiótica (de Souza, 2005; Prates & Barbosa, 2007) surge como um referencial teórico fundamental, permitindo analisar como as mensagens concebidas pelo designer são interpretadas pelos usuários finais. Segundo essa abordagem, a interface não é apenas um meio funcional, mas um artefato de meta-comunicação, por meio do qual o designer expressa suas intenções, suposições e decisões sobre o usuário. De acordo com Sjöström e Goldkuhl (2003), a interação entre usuário e sistema deve ser compreendida sob uma perspectiva sociopragmática, onde a interface não apenas fornece instruções, mas também influencia diretamente a forma como os usuários realizam ações dentro do sistema.

Assim, além dos princípios de acessibilidade e usabilidade discutidos anteriormente, um fator crucial para garantir a compreensão do usuário é a forma como a interface transmite significados e orienta a interação. De Souza (1995) destaca que a interface não é somente um conjunto de elementos gráficos como botões e menus, mas uma meta-mensagem que comunica as intenções do designer, podendo ser entendida como:

"Esta é a minha interpretação sobre quem você é, o que entendi que você deseja ou precisa fazer, de que formas prefere fazê-lo e por quê. Eis, portanto, o sistema que concebi para você, que você pode ou deve usar desta maneira a fim de atingir uma série de objetivos associados a esta (minha) visão." (de Souza, 1995, p. 84)

Nesse sentido, ao projetar um aplicativo educacional para crianças surdas, o designer embute no sistema suas percepções sobre como o usuário irá interagir, o conhecimento prévio que ele possui e quais caminhos são intuitivos na interface. No entanto, se essa meta-mensagem for mal interpretada, surgem rupturas comunicacionais que podem comprometer a usabilidade e acessibilidade do sistema.

Peirce define o signo como tudo aquilo que significa algo para alguém (Houser & Kloesel, 1992-1998). Um signo conecta uma representação (representamen), como uma palavra, imagem ou gesto, a um objeto ou referente e a uma ideia formada na mente do receptor, conhecida como interpretante. No contexto da Libras, que é uma língua visual-espacial, os signos são formados não apenas por sinais, mas também por expressões faciais e pelo espaço tridimensional em que são realizados. Isso implica que um aplicativo educativo para crianças surdas precisam garantir que os signos apresentados na interface sejam coerentes com a forma como a Libras é processada cognitivamente, evitando rupturas comunicacionais que dificultem a experiência do usuário e comprometam o aprendizado.

Sjöström e Goldkuhl (2003) complementam que a comunicação mediada por interfaces deve ser analisada tanto no nível técnico quanto pragmático e social. Assim, a interpretação da interface pelo usuário envolve tanto aspectos visuais e interativos quanto o contexto da interação. Conforme apontado por Goldkuhl e Sjöström (2004), as affordances e restrições da interface desempenham papel fundamental na orientação da interação, influenciando diretamente a experiência do usuário.

Conforme Amorim (2020), em sua análise sobre Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) para surdos, foram identificadas falhas no uso de elementos visuais que resultaram em

dificuldades de navegação e compreensão da interface. Essas dificuldades são associadas a rupturas na meta-mensagem do designer, dificultando a correta interpretação das funcionalidades do sistema.

Dessa forma, a utilização do Método de Avaliação de Comunicabilidade (MAC) permitiu realizar ajustes na interface, tornando-a mais acessível e intuitiva para crianças surdas. A Engenharia Semiótica mostra-se, portanto, uma ferramenta essencial para analisar e minimizar rupturas comunicacionais, garantindo que a mensagem do designer seja corretamente interpretada pelo usuário e contribuindo para interfaces mais eficazes e inclusivas.

2.3 MAC

O **Método de Avaliação da Comunicabilidade (MAC)** é uma abordagem essencial para identificar rupturas de comunicação entre a interface e o usuário. Esse método possibilita detectar falhas na transmissão da meta-mensagem do designer, garantindo que o usuário compreenda corretamente os elementos visuais e interativos do sistema (**Prates, de Souza e Barbosa, 2000**).

A tabela a seguir apresenta as **etiquetas de ruptura** identificadas no MAC, categorizando os diferentes tipos de dificuldades que os usuários podem enfrentar ao interagir com uma interface digital:

Quadro 1: Descrição das expressões para etiquetagem do MAC.

Fonte: Prates e Barbosa (2007)

Etiqueta	Descrição
Cadê?	Ocorre quando o usuário sabe a operação que deseja executar mas não a encontra de imediato na interface. O principal sintoma desta ruptura é a procura pela

	operação na interface, inspecionando diversos elementos de interface sem ativá-los (e.g. abrindo e fechando menus e submenus ou passando o cursor de mouse sobre botões para ver a dica associada).
Ué, o que houve?	Identificado quando o usuário não percebe a resposta dada pelo sistema a uma ação sua (e.g. a resposta é muito sutil, ou mesmo inexistente) ou não é capaz de entendê-la. Os sintomas típicos incluem repetir a ação ou buscar uma forma alternativa de alcançar o resultado esperado.
E agora?	O usuário não sabe o que fazer e procura descobrir qual é o seu próximo passo. Os sintomas incluem vagar com o cursor do mouse sobre a tela e iniciar um caminho aleatório de interação.
Epa!	O usuário realiza uma ação indesejada e, ao perceber isto, imediatamente desfaz a ação. Os sintomas incluem o acionamento imediato do “Undo” ou o cancelamento de um quadro de diálogo aberto indevidamente. Observe-se que este segundo sintoma poderia ser visto também como parte de uma busca (“Cadê?”). O “Epa!” se diferencia por ser uma única ação e não parte de uma sequência maior.
Assim não dá.	O usuário realiza uma sequência de ações e acredita estar seguindo por um caminho improdutivo, interrompendo-o e cancelando-o. Os sintomas incluem o acionamento de “Undo” repetidas vezes, a interrupção de um caminho guiado pelo sistema ou ainda o cancelamento quadros de diálogos relacionados. A diferença entre o “Assim não dá.” e o “Epa!” é que o primeiro envolve vários passos, enquanto o “Epa!” envolve apenas um.
Onde	O usuário tenta efetuar operações que não são apropriadas para o contexto no qual se encontra, mas o seriam para outros contextos do sistema, indicando uma

estou?	confusão em relação ao contexto com o qual está interagindo (e.g. tenta editar um elemento da interface disponível apenas para visualização). Um sintoma típico é desfazer a ação incorreta e mudar em seguida para o contexto desejado.
O que é isto?	Ocorre quando o usuário não sabe o que significa um elemento de interface. O principal sintoma consiste em deixar o cursor do mouse sobre o elemento por alguns instantes, esperando que uma dica seja apresentada. Outro sintoma é quando o usuário abre menus e submenus ou quadros de diálogos para ver a que se referem. Observe que este sintoma pode acontecer também para a expressão “Cadê?”. A diferença está na intenção do usuário. Quando o usuário está procurando algo então este mesmo sintoma seria um “Cadê?”, se está explorando a interface, então seria “O que é isto?”.
Por que não funciona?	A operação efetuada não produz o resultado esperado, e o usuário não entende o porquê (ou não se conforma com o fato). O sintoma é quando o usuário executa uma ação (ou sequência de ações), percebe que não obteve o resultado desejado e então repete sua ação na tentativa de identificar a causa de não ter atingido o efeito esperado e corrigi-la.
Socorro!	O usuário não consegue realizar sua tarefa através da exploração da interface e recorre a signos de meta-comunicação para conseguir entender e dar continuidade à sua tarefa. O sintoma é recorrer aos sistemas de ajuda (e.g. agentes automáticos aos quais se pode fazer uma pergunta, ou funções de ajuda que apresentam explicações a elementos da interface em um contexto), documentação (eletrônica ou impressa), ou mesmo pedir explicação a outra pessoa.
Vai de outro jeito.	O usuário não consegue realizar a tarefa da forma prevista como preferencial pelo designer (seja porque não sabe que ela está disponível, ou não sabe como utilizá-la), e resolve seguir outro caminho, geralmente mais longo ou complicado. Cabe ao avaliador determinar, se possível junto ao designer, qual é a forma

	preferencial de execução da tarefa. Normalmente, as formas mais salientes na interface são as consideradas preferenciais. O sintoma é a tentativa frustrada de executar uma ação utilizando a forma preferencial, seguida da adoção de uma solução alternativa, ou mesmo a direta da solução alternativa, sem dar sinais de conhecimento da existência da forma preferencial.
Não, obrigado.	O usuário conhece a solução preferencial do designer, mas opta explicitamente por uma outra forma de interação. O sintoma é o usuário utilizar a ação preferencial (ou demonstrar conhecê-la) e depois utilizar uma ou mais formas alternativas para se alcançar o mesmo resultado.
Para mim está bom	O usuário acha equivocadamente que concluiu uma tarefa com sucesso. O sintoma típico é encerrar a tarefa e indicar na entrevista ou no questionário pós-teste que a tarefa foi realizada com sucesso. O observador, no entanto, sabe que se trata de um engano, provavelmente causado por uma falha de resposta do sistema ou modo de visualização inadequado para a tarefa atual.
Desisto	O usuário não consegue fazer a tarefa e desiste. O sintoma é a interrupção prematura da tarefa. A causa pode ser falta de conhecimento, tempo, paciência, informação necessária, entre outros.

Além disso, o MAC classifica as falhas de comunicação em três categorias principais: **completas, parciais e temporárias**. A tabela a seguir detalha essas classificações e os sintomas observados:

Quadro 2: Classificação da etiqueta em relação ao tipo de falha (referência):

Tipo de falha	Aspecto Semiótico	Característica Específica	Expressão
Completas		Usuário percebe	Desisto
		Usuário não percebe	Para mim está bom...
Parciais		Usuário entende solução proposta	Não, obrigado
		Usuário não entende solução proposta	Vai de outro jeito.
Temporárias	Semiose do usuário é interrompida temporariamente	(a) Não encontra expressão apropriada para sua intenção	Cadê?
		(b) Não percebe ou entende expressão do preposto	Ué, o que houve?

Temporárias		(c) Não consegue formular sua intenção	E agora?
	Usuário percebe que seu ato comunicativo não foi bem sucedido.	(a) "Dito" no contexto errado.	Onde estou?
		(b) A expressão utilizada está errada	Epa!
		(c) Vários passos da comunicação não chegaram ao resultado desejado.	Assim não dá.
	Usuário procura esclarecer ato comunicativo feito pelo sistema	Através da metacomunicação implícita	O que é isso?
		Através da metacomunicação explícita	Socorro!

		Através de repetidos testes de hipóteses sobre o significado da comunicação	Por que não funciona?
--	--	---	-----------------------

Fonte: Prates e Barbosa (2007)

3. METODOLOGIA

3.1 Abordagem Metodológica

A opção pela metodologia exploratória e projetual justificou-se pela necessidade de abordar um tema pouco explorado e desafiador: o desenvolvimento de um jogo digital educativo destinado ao ensino de Libras como primeira língua para crianças surdas a partir dos 3 anos. Este campo, repleto de particularidades, demanda uma compreensão das características específicas da língua de sinais e dos desafios educacionais enfrentados pela comunidade surda.

A fase exploratória é fundamental para uma melhor compreensão da temática, mapeando o cenário, identificando necessidades específicas e estabelecendo um embasamento teórico da Libras em diálogo com as práticas contemporâneas de design. Nesse contexto interdisciplinar, a metodologia projetual foi incorporada a este trabalho para traduzir os conhecimentos adquiridos em uma solução comprometida a entregar uma proposta pedagógica inédita no mercado de aplicativos. O desenvolvimento de um jogo digital para a educação exige não apenas a aplicação de teorias educacionais, mas também um estudo sobre a relação entre design e pedagogia visual. A Pedagogia Visual foi incorporada no processo de design do jogo ao considerar como crianças surdas percebem e processam informações visuais, no seu processo de significação, preferencialmente e massivamente em relação a outras, garantindo que os elementos gráficos, ícones e animações favoreçam a aprendizagem de maneira intuitiva e eficaz.

Nesse sentido, a abordagem projetual oferece a flexibilidade necessária para experimentar e iterar diferentes concepções do jogo, considerando aspectos pedagógicos, cognitivos e lúdicos. O foco na criação de um produto final tangível e funcional está alinhado com os objetivos práticos do estudo, que visa não apenas compreender a problemática, mas também propor uma solução que seja de fato capaz de acessibilizar a educação para crianças surdas.

A convergência da pesquisa para a realização de um teste de usabilidade com crianças surdas é estratégica, uma vez que a validação prática do jogo é essencial para o sucesso da proposta pedagógica. A metodologia exploratória e projetual estabelece uma base para a criação do aplicativo, sendo a execução de testes com o público-alvo crucial para garantir que a solução proposta contemple de maneira efetiva às necessidades educacionais das crianças surdas. O processo iterativo possibilitou refinamentos progressivos no design do jogo, ajustando aspectos de navegabilidade, feedback visual e acessibilidade com base nos resultados dos testes de usabilidade. A realização desses testes permitirá uma avaliação mais precisa da usabilidade do aplicativo e contribuirá diretamente para seu aprimoramento, assegurando que seja uma ferramenta possível para o ensino da Libras como primeira língua.

A avaliação da usabilidade da plataforma foi realizada utilizando o **Método de Avaliação de Comunicabilidade (MAC)** e o **System Usability Scale (SUS)**. O MAC foi utilizado para identificar rupturas comunicacionais na interface, permitindo uma análise qualitativa das dificuldades enfrentadas pelos usuários. Já o SUS, ao oferecer uma visão quantitativa da usabilidade, complementou os achados do MAC, permitindo uma correlação entre os feedbacks observacionais e a percepção geral de facilidade de uso. A combinação desses dois métodos possibilitou uma avaliação mais abrangente, identificando tanto barreiras específicas de comunicação quanto a usabilidade geral da interface. O SUS foi escolhido por sua reconhecida aplicabilidade em avaliações quantitativas de sistemas e aplicativos digitais, conforme validado por Hyzy et al. (2022). No entanto, devido à barreira linguística dos usuários, que não tinham domínio da língua portuguesa, a aplicação do SUS foi adaptada. Nesse contexto, a pontuação foi obtida por meio da análise dos aplicadores do teste de usabilidade, que responderam ao questionário com base em suas observações durante as interações dos usuários com a plataforma. Um registro do ambiente de teste, ilustrando a filmagem das interações para análise posterior, é apresentado na Figura 3.

Figura 3 – Registro ilustrativo dos testes com usuários pela metodologia MAC

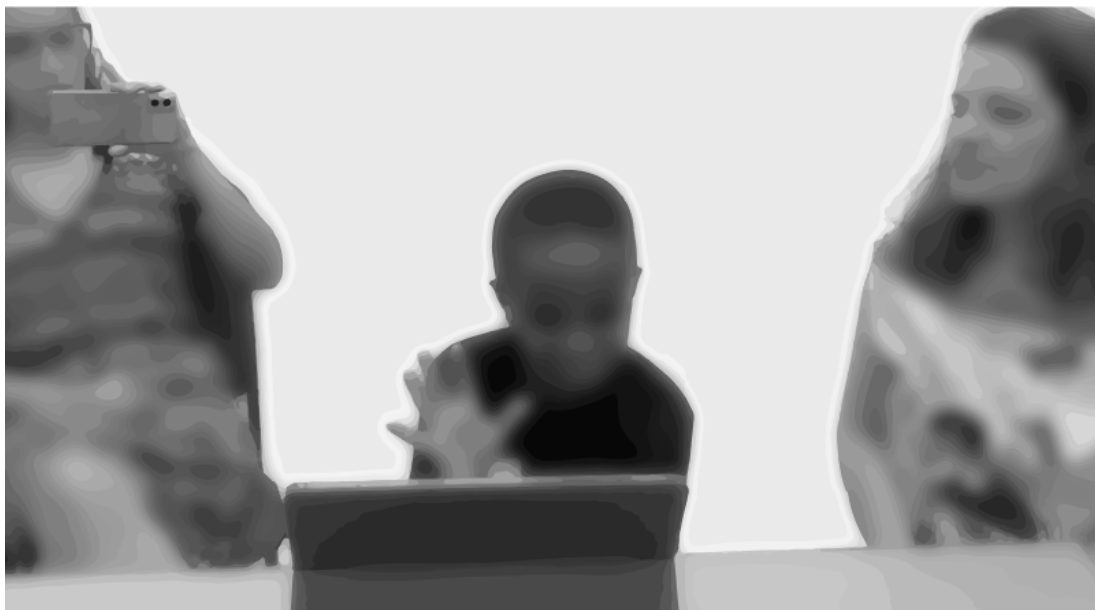


Imagem ilustrativa capturada durante os testes de usabilidade aplicando o Método de Avaliação de Comunicabilidade (MAC), com acompanhamento de observadores. A filmagem foi utilizada como base para a análise das rupturas comunicacionais. Fonte: o autor.

Apresentação da interface avaliada

Antes de iniciar a prototipagem da primeira versão do aplicativo, foi construída uma versão inicial da meta-mensagem do sistema, conforme orienta a metodologia MAC (SOUZA, 2005). Como já discutido, a meta-mensagem expressa aquilo que o designer quis comunicar ao usuário por meio da interface e serve como base para identificar rupturas de comunicabilidade durante os testes.

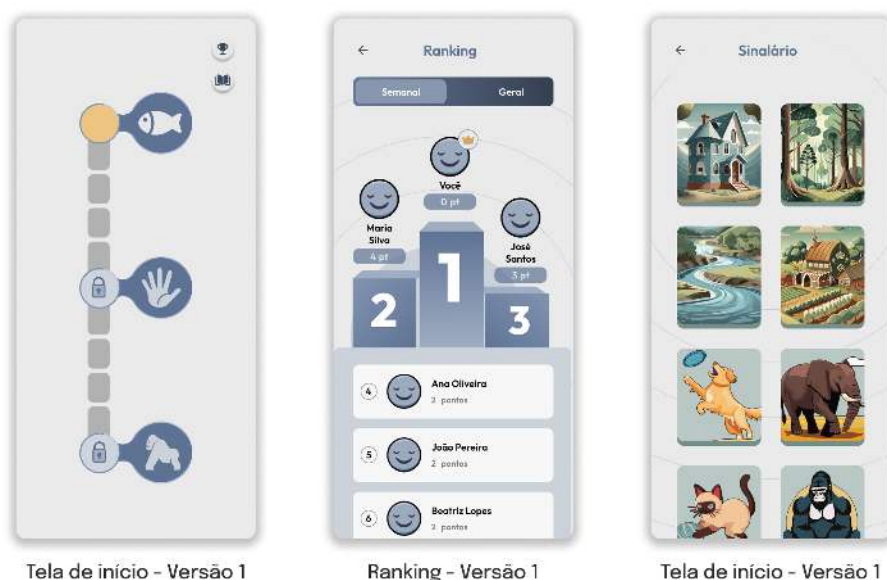
Além disso, o desenvolvimento do projeto também foi guiado pelas etapas do Design Thinking, principalmente as fases de empatia, definição e ideação, que ajudaram a entender melhor o contexto das crianças surdas e mapear os principais desafios do problema. Segundo Brown (2009), o Design Thinking parte da escuta ativa e da observação dos usuários para criar soluções mais humanas e eficazes.

A meta-mensagem inicial do aplicativo foi formulada da seguinte forma:

Querida criança surda, sei que aprender Libras pode ser um grande desafio, especialmente se sua família não domina essa língua. Este aplicativo foi criado para ajudar você nessa jornada, oferecendo atividades divertidas e educativas que ensinam Libras de maneira simples e interativa. Aqui você pode descobrir novos sinais, praticá-los em desafios e acompanhar o quanto já aprendeu. Aproveite e divirta-se aprendendo Libras como sua primeira língua.

Essa primeira formulação foi essencial para guiar as escolhas de interface da versão inicial, pois conectava diretamente o objetivo do sistema às necessidades levantadas nas etapas iniciais do projeto. As telas da interface avaliada nesta primeira versão do protótipo são exibidas na Figura 4.

Figura 4 – As telas de menu, ranking e sinalário.



Fonte: o autor

1. Tela de Início (Versão 1)

- Na lateral esquerda, há um **itinerário vertical** representando as unidades ou etapas do jogo (por exemplo, Unidade “Peixe”, Unidade “Mão”, Unidade “Gorila”), cada uma em um **círculo**.
- Cada círculo indica um tópico/tema que, ao ser selecionado, dá acesso aos respectivos **exercícios** ou **atividades** de Libras. Alguns círculos estão

“bloqueados” (exibem um ícone de cadeado), sinalizando que o usuário precisa concluir a unidade anterior ou cumprir algum pré-requisito para liberá-los.

- No **canto superior direito**, há dois **botões**:
 1. Um **ícone de troféu**, que leva à tela de **Ranking**.
 2. Um **ícone de livro**, que conduz ao **Sinalário**.

2. Tela de Ranking

- Aqui, os usuários podem visualizar suas pontuações e as dos demais jogadores.
- O **pódio** ocupa a região central, destacando as **três maiores pontuações** do período.
- Abaixo, há uma **lista** com a sequência de outros participantes, mostrando nomes, “carinhas” (avatars simples) e pontos acumulados.
- No topo, há abas ou botões para alternar entre o **Ranking Semanal** e o **Ranking Geral**, facilitando a navegação entre períodos de pontuação diferentes.

3. Tela de Sinalário

- Esse é um **repositório dos vídeos de sinais** que reúne ilustrações associadas a sinais. Cada bloco possui uma **ilustração** que, ao ser **selecionado**, exibe o vídeo do sinal da Libras o qual se relaciona.
- A disposição em **grelha** (vários cards lado a lado) facilita a **visão geral** do conteúdo disponível.

4. Tela de exercício “Seleção simples”

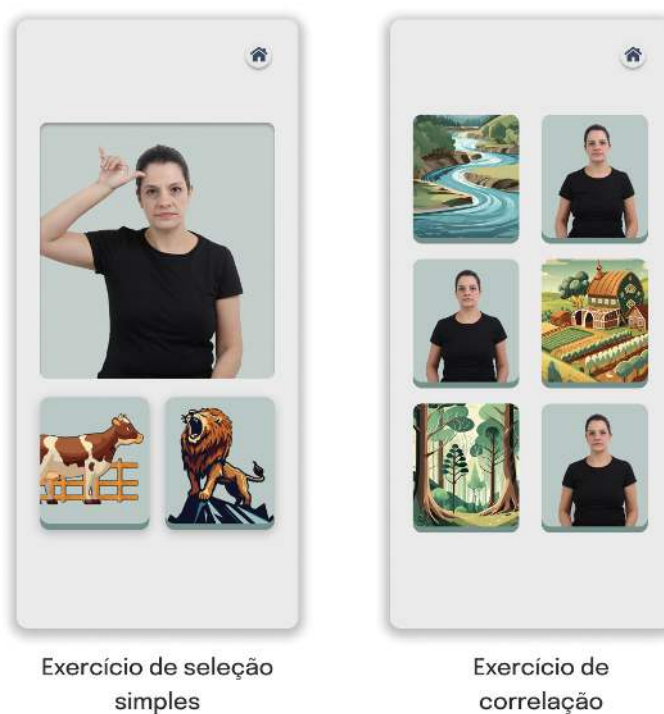
- Esse tipo de exercício exibe uma imagem centralizada de uma ilustração ou sinal da Libras. Na região inferior da tela, são exibidos dois botões

representando duas alternativas e resposta para o usuário.

5. Tela de exercício “Seleção simples”

- Esse tipo de exercício exibe 2 grupos de 3 botões cada, totalizando 6 botões. Nessa mecânica, o usuário deve correlacionar ilustrações aos seus respectivos sinais da Libras, selecionando uma figura e a sua correspondente em seguida.

Figura 5 – Exercício de seleção simples (esquerda) e de correlação (direita).



Fonte: o autor

Apesar da escassez de referências sobre interfaces gráficas destinadas ao público surdo que ainda não concluiu o processo de aquisição da Libras ou da língua portuguesa, cada **ícone** e **ilustração** foi projetado objetivando ser reconhecido independente do grau de conhecimento da língua portuguesa por parte do usuário. O botão para a tela inicial (Tela de Início) está sempre visível, e funções de apoio como ranking e sinalário estão acessíveis no canto superior direito. Buscando promover uma boa comunicabilidade da interface sob a perspectiva da **Engenharia Semiótica**, foram utilizadas como referência interfaces de aplicativos já existentes e possivelmente familiares às crianças. A disposição vertical das unidades sugere um progresso linear, enquanto os ícones do troféu e do livro empregam signos visuais amplamente reconhecidos para representar competição e aprendizado. Assim, a interface busca comunicar suas funcionalidades de forma intuitiva, priorizando a acessibilidade e a compreensão imediata dos elementos do jogo.

4. AVALIAÇÃO DA USABILIDADE

Para investigar a eficiência da interface e sua adequação ao público-alvo, foram conduzidos testes de usabilidade com crianças surdas. O objetivo foi identificar dificuldades na interação, padrões de navegação e possíveis melhorias para otimizar a experiência do usuário. Através de um **protótipo navegável e interativo na ferramenta Figma** desenvolvido pelo autor, foi possível seguir um protocolo estruturado para os testes, conforme descrito a seguir.

4.1. Participantes

Cada rodada dos testes de comunicabilidade e usabilidade contou com três crianças surdas, com idades entre 5 e 10 anos, selecionadas com base no seu grau de desenvolvimento em Libras, **conforme avaliação da equipe de fonoaudiologia responsável pelo acompanhamento das participantes**. Em cada rodada, foi incluída uma criança com **baixo, médio e alto nível de conhecimento da Libras**, permitindo a análise da interface em diferentes perfis de usuários. As crianças avaliadas são surdas, comunicam-se usando Libras como primeira língua, e no momento do estudo, eram atendidas nos serviços de fonoaudiologia bilíngue de duas universidades públicas federais situadas no estado do Rio de Janeiro. Este estudo recebeu aprovação ética pelo parecer número 6.760.627 do Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Saúde de Nova Friburgo (UFF) e do parecer número 5.570.162 do Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Neurologia Deolindo Couto - INDC/UFRJ que autorizaram a realização do estudo com os participantes em questão por meio da assinatura do Termo de Assentimento Livre e Esclarecido pelas crianças e do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido pelos seus responsáveis.

4.2. Procedimentos

Os testes foram realizados em um ambiente preparado para minimizar distrações, garantindo que os participantes pudessem explorar a interface de forma natural e intuitiva.

A coleta de dados contou com o suporte de uma equipe especializada formada por uma fonoaudióloga e quatro estudantes do curso de Fonoaudiologia, que atuaram como assistentes de pesquisa durante as sessões de teste. A fonoaudióloga e pesquisadora Priscila

Starosky forneceu orientação clínica durante a observação das interações, oferecendo subsídios importantes sobre o comportamento das crianças na relação com o aplicativo. As estudantes Mannuela Rapozo Guimarães Soares, Beatriz Barros Faria de Oliveira, Giovana Moreira e Giovanna Costa acompanharam atentamente todas as etapas da coleta, realizando registros detalhados e sistemáticos das respostas e reações dos participantes ao longo das tarefas propostas. Além disso, cada membro dessa equipe respondeu ao questionário SUS (System Usability Scale), agregando suas perspectivas sobre a usabilidade da interface a partir da experiência direta na aplicação dos testes. As observações dessas colaboradoras foram essenciais para garantir a riqueza e a consistência das informações coletadas, permitindo uma triangulação mais efetiva dos dados qualitativos obtidos.

O processo seguiu as seguintes etapas:

1. Configuração do ambiente e dispositivos

- O protótipo foi acessado através da plataforma **Figma**, dependendo da abordagem da sessão.
- As crianças foram posicionadas de maneira confortável, e **duas câmeras** registraram suas interações: uma focada na tela do dispositivo e outra no rosto do participante para avaliar suas expressões faciais durante o uso da interface.

2. Familiarização

- Foi permitido que as crianças **explorassem a interface livremente**, sem uma ordem rígida de navegação.
- Os facilitadores apenas observavam, intervindo apenas quando necessário para esclarecer dúvidas.

3. Execução das tarefas

- Os participantes interagiram com as atividades propostas no jogo, incluindo a seleção de unidades, o acesso ao Sinalário e a visualização do ranking.
- Foram analisadas **ações espontâneas**, dificuldades encontradas e padrões de comportamento.

4. Registro de dados

- Após a realização das interações, foram **coletadas métricas de desempenho** acessando a tela de Ranking, onde um botão invisível permitia a extração de dados de **acertos e erros** em cada unidade.
- Questionários estruturados, como o **MAC (Método de Avaliação de Comunicabilidade)** e o **SUS (System Usability Scale)**, foram preenchidos no Notion do projeto para documentar a experiência dos usuários.

4.3. Instrumentos de Coleta

Além da observação direta, foram utilizadas as seguintes ferramentas para análise da usabilidade:

- **Figma:** Plataforma utilizada para prototipação navegável e registro das interações dos usuários.
- **Gravação de Interação:** Vídeos das sessões de teste foram analisados posteriormente para identificar padrões de uso e dificuldades.
- **Entrevistas pós-teste:** Os próprios aplicadores dos testes de usabilidade, com base em sua experiência, responderam ao questionário SUS (System Usability Scale) para fornecer uma avaliação adicional da interface.

Embora os testes de usabilidade tenham permitido mapear dificuldades na navegação e interação dos usuários, eles não foram suficientes para compreender **como e por que** certas rupturas ocorreram. Algumas dificuldades podem não estar relacionadas à estrutura da interface em si, mas sim à forma como os usuários interpretam os elementos visuais e interativos. Por esse motivo, tornou-se necessário complementar a análise com o **Método de Avaliação de Comunicabilidade (MAC)**, uma abordagem que investiga diretamente a **clareza da mensagem transmitida pela interface**.

Esperava-se que usuários com **menor domínio da Libras** enfrentassem mais dificuldades na interpretação da interface, especialmente em elementos que dependem de **associações simbólicas e metáforas visuais**. Além disso, telas como **Ranking** e **Sinalário**

eram potenciais fontes de rupturas, pois exigiam um nível mais avançado de familiaridade com convenções interativas. Com base nisso, aplicamos o MAC conforme proposto por Prates, de Souza e Barbosa (2000), permitindo uma análise detalhada dos pontos em que a interface falhou em comunicar suas intenções ao usuário. A seguir, detalhamos a aplicação do método e os achados obtidos nos testes.

5. APLICAÇÃO DO MÉTODO DE AVALIAÇÃO DE COMUNICABILIDADE (MAC)

O **Método de Avaliação de Comunicabilidade (MAC)** foi empregado para identificar rupturas na comunicação entre a interface e os usuários, analisando como as crianças surdas interpretaram os elementos visuais e interativos do aplicativo. A aplicação do MAC permitiu observar quais elementos da interface eram compreendidos intuitivamente e quais geraram dúvidas, contribuindo para ajustes na usabilidade do sistema. Diferente dos testes de usabilidade, que avaliaram a eficiência da interface em termos de navegação e execução de tarefas, o MAC permitiu uma análise mais aprofundada das barreiras de interpretação enfrentadas pelos usuários. Isso foi essencial para compreender se os elementos visuais estavam comunicando corretamente suas funções e se o design da interface estava alinhado ao repertório imagético das crianças surdas. A seguir, detalhamos os objetivos do método e sua aplicação no estudo.

5.1. Objetivo da Aplicação do MAC

Além dessas questões gerais, a aplicação do MAC também teve como foco identificar quais áreas da interface apresentavam maior taxa de rupturas comunicacionais e como os diferentes perfis de usuários lidavam com a interpretação dos elementos visuais. Esperava-se que usuários com menor domínio da Libras enfrentam mais dificuldades na interpretação da interface, especialmente ao navegar por telas que exigiam abstração e reconhecimento de símbolos visuais.

De acordo com Prates, de Souza e Barbosa (2000), a comunicabilidade de uma interface é essencial para garantir que os usuários compreendam corretamente as mensagens do sistema. Assim, a metodologia do MAC foi aplicada para identificar padrões de ruptura na comunicação da interface e avaliar se o design estava alinhado às expectativas e ao repertório

imagético das crianças surdas. Essa análise foi fundamental para compreender quais elementos precisam ser reformulados para melhorar a experiência do usuário.

- De que maneira a interface comunica suas intenções ao usuário surdo?
- Em quais momentos ocorrem rupturas na comunicação?
- Quais elementos da interface geram confusão ou dificuldades de interpretação?
- Como o nível de conhecimento da Libras dos usuários influencia a experiência de uso?

Além dessas questões gerais, foram estabelecidos **objetivos específicos** para a primeira rodada de testes, baseando-se nos princípios do MAC para avaliar a capacidade dos usuários em:

- Concluir as unidades de exercícios disponíveis.
- Alcançar um mínimo de 60% de acertos nas atividades.
- Navegar corretamente até a tela de Ranking.
- Acessar o Sinalário sem dificuldades.
- Identificar corretamente o botão da primeira unidade ao iniciar o jogo.

A metodologia foi aplicada para mapear rupturas na comunicação entre o sistema e os usuários, permitindo uma análise detalhada sobre quais interações foram bem compreendidas e quais apresentaram dificuldades, alinhando-se ao referencial teórico. A aplicação do MAC complementa os testes de usabilidade ao evidenciar falhas na comunicação da interface, que poderiam não ser detectadas apenas por métricas tradicionais de usabilidade. Dessa forma, a triangulação entre essas abordagens possibilitou uma visão mais completa sobre as dificuldades enfrentadas pelos usuários.

5.2. Procedimentos do MAC

O método foi aplicado da seguinte forma:

1. **Coleta de Expressões dos Usuários:** Durante a interação, registramos momentos em que as crianças demonstravam dúvidas ou dificuldades, associando suas reações a expressões-padrão do MAC (ex.: “O que é isso?”, “Onde estou?”, “Oops!”).
2. **Categorização das Rupturas de Comunicação:** As expressões foram classificadas conforme o modelo proposto por Prates, de Souza e Barbosa (2000).

3. **Análise dos Dados:** Os registros foram cruzados com os vídeos da interação e os resultados da gravação facial, permitindo mapear quais elementos da interface causaram rupturas de comunicação. As reações faciais das crianças foram analisadas para correlacionar frustração, confusão ou momentos de sucesso na interação.
4. **Correlação com os Testes de Usabilidade:** Os dados coletados foram comparados às métricas de usabilidade, permitindo identificar padrões entre rupturas de comunicação e dificuldades na navegação ou compreensão dos elementos visuais.

5.3. Participantes e Aplicadores

- **Usuários:** As mesmas crianças que participaram dos testes de usabilidade, divididas em grupos de três, com diferentes níveis de conhecimento da Libras (baixo, médio e avançado).
- **Avaliadores:** O MAC foi conduzido pelos aplicadores dos testes de usabilidade, que registraram os momentos críticos e responderam ao questionário SUS para complementar a análise da experiência do usuário.

A aplicação do MAC foi estruturada para garantir que as análises qualitativas e quantitativas fossem complementares. Os dados observacionais coletados nos testes foram cruzados com os registros das expressões dos usuários e com as métricas de usabilidade previamente coletadas. Esse processo garantiu que as rupturas comunicacionais identificadas fossem interpretadas à luz das interações reais dos participantes, fornecendo **uma visão holística da experiência do usuário**.

5.4 System Usability Scale (SUS)

O **System Usability Scale (SUS)** foi utilizado para medir a usabilidade do aplicativo, fornecendo uma avaliação quantitativa sobre a percepção de facilidade de uso da interface. O SUS é amplamente empregado em estudos de usabilidade e se baseia em uma escala de 0 a 100, onde pontuações mais altas indicam melhor usabilidade (**Bangor, Kortum e Miller, 2009**).

Entretanto, devido à barreira linguística dos participantes, a aplicação do questionário SUS foi adaptada: em vez de respostas diretas das crianças, a pontuação foi atribuída pelos avaliadores com base na observação de suas interações com o sistema. Essa adaptação foi necessária para garantir uma avaliação mais precisa, evitando possíveis distorções causadas por dificuldades na compreensão textual do questionário.

Estudos como os de **Grier et al. (2013)** demonstram que a conversão de pontuações do SUS para escalas alfabéticas (A, B, C, etc.) não segue uma distribuição linear tradicional. Com base nessa abordagem, pontuações **acima de 80** indicam **usabilidade excelente**, enquanto valores entre **68 e 73,9** são considerados **bons, mas com oportunidades de melhoria**.

A aplicação do SUS será detalhada na próxima seção, junto aos relatos da **segunda rodada de testes**, onde os resultados serão discutidos em comparação com a primeira versão do aplicativo.

6. RESULTADOS

6.1 Aplicação dos testes de usabilidade na primeira versão do aplicativo

Nesta seção, serão apresentados os registros detalhados dos testes realizados com os usuários **MA, LY e DL** (para assegurar o sigilo e proteção da identidade dos participante foram usadas apenas as iniciais dos nomes), utilizando o **Método de Avaliação da Comunicabilidade (MAC)** e a **System Usability Scale (SUS)**. A análise desses testes permitirá compreender as principais dificuldades enfrentadas pelos participantes, identificando padrões de interação, rupturas comunicacionais e aspectos da interface que impactaram a usabilidade do aplicativo.

Os resultados obtidos servirão como base para recomendações e refinamentos no design do jogo, garantindo que a solução final seja mais acessível, intuitiva e eficiente no ensino de Libras para crianças surdas.

Resultados do MAC da Versão 1: Usuário MA

Tarefa	Descrição da sequência de ações
1	02m10s: Usuário vê o exercício de correlação pela primeira vez e fica na dúvida sobre o que deveria ser feito •<i>Etiqueta: Por que não funciona?</i> 02m45s: Usuário pede ajuda à fonoaudióloga para entender o que deve ser feito •<i>Etiqueta: Socorro!</i>
2	08m00s: A correlação efetuada não produz o resultado esperado e o usuário não entende o porquê. O usuário repete a sua ação na tentativa de identificar a causa de não ter atingido o efeito esperado •<i>Etiqueta: Por que não funciona?</i> 09m04s: Usuário tenta entender como as correlações devem ser realizadas, tentando correlacionar dois pontos de articulação e posteriormente dois sinais da Libras •<i>Etiqueta: E agora?</i>
6	18m24s: O usuário não entende o que precisa ser feito após concluir novamente a unidade 2 e não percebe as outras funcionalidades do menu além dos botões das unidades

	•<i>Etiqueta: E agora?</i>
5	19m23s: O usuário após abrir um vídeo na tela de sinalário, tenta interagir com ele da mesma forma como seria possível numa atividade de correlação ou seleção •<i>Etiqueta: Onde estou?</i> 20m05s: O usuário enfrenta dificuldades para conseguir voltar ao menu após ter rolado a página do sinalário para baixo •<i>Etiqueta: Socorro!</i>
4	24m53s: O usuário busca entender o significado do pódio na tela do ranking e o seu funcionamento •<i>Etiqueta: O que é isto?</i>

Objetivos do MAC - Usuário MA

Respondido por fonoaudióloga pesquisadora 1, estudantes de fonoaudiologia assistentes de pesquisa 1 e 2 e pesquisador principal desing

Objetivos	Acertos/Total de Respostas
1 - Concluir a Unidade 1 dos exercícios	4/4 (Concluído)

2 - Concluir a Unidade 2 dos exercícios	4/4 (Concluído)
3 - Alcançar média de 60% de acertos na unidade de exercícios 1	4/4 (Concluído)
4 - Alcançar média de 60% de acertos na unidade de exercícios 2	4/4 (Concluído)
5 - Acessar o Ranking	0/4 (Não concluído)
6 - Acessar Sinalário	0/4 (Não concluído)
7 - Selecionar o botão da primeira unidade na primeira tentativa de iniciar o jogo	4/4 (Concluído)

Resultado SUS do Usuário MA

Respondido por: fonoaudióloga pesquisadora 1, estudantes de fonoaudiologia assistentes de pesquisa 1, 2, 3 e 4 e pesquisador principal desing

Interpretante	Pontuação
<i>fonoaudióloga pesquisadora 1</i>	67.5
Manuella	85
estudante de fonoaudiologia assistente de pesquisa 2	90
<i>pesquisador principal desing</i>	55
Média	74,375

Resultados do MAC e SUS da Versão 1: Usuário LY

Tarefa	Descrição da sequência de ações
1	00m26s: Usuário vê o exercício de seleção pela primeira vez e fica na dúvida sobre o que deveria ser feito •<i>Etiqueta: E agora?</i>

2	03m23s: Usuário vê um exercício de Ponto de Articulação (PA) pela primeira vez e não entende imediatamente o seu significado. •<i>Etiqueta: O que é isto?</i>
5 e 6	08m46s: Ao concluir a unidade 2, a usuário não identifica as outras funcionalidades do menu que podem ser acionadas além dos botões das unidades •<i>Etiqueta: E agora?</i> 09m33s: Após reiniciar a unidade 2, é comunicado para a usuário retornar ao menu para explorar o ranking e o sinalário, mas ela não identifica o botão "Home". •<i>Etiqueta: Vai de outro jeito</i>

Objetivos do MAC - Usuário LY (Versão 1 do App)

Respondido por: fonoaudióloga pesquisadora 1, estudantes de fonoaudiologia assistentes de pesquisa 1, 2, 3 e 4 e pesquisador principal desing

Objetivos	Acertos/Total de Respostas
1 - Concluir a Unidade 1 dos exercícios	6/6 Concluído
2 - Concluir a Unidade 2 dos exercícios	6/6 Concluído

3 - Alcançar média de 60% de acertos na unidade de exercícios 1	6/6 Concluído
4 - Alcançar média de 60% de acertos na unidade de exercícios 2	6/6 Concluído
5 - Acessar o Ranking	4/6 Concluído
6 - Acessar Sinalário	½ Não concluído
7 - Selecionar o botão da primeira unidade na primeira tentativa de iniciar o jogo	(Não concluído) Tentou acessar mas tocou fora

Resultado SUS do Usuário LY

Respondido por: fonoaudióloga pesquisadora 1, estudantes de fonoaudiologia assistentes de pesquisa 1, 2, 3 e 4 e pesquisador principal desing

Interpretante	Pontuação
<i>fonoaudióloga pesquisadora 1</i>	95 (Grau A)
estudante de fonoaudiologia assistente de pesquisa 1	87.5 (Grau A)
estudante de fonoaudiologia assistente de pesquisa 2	77.5 (Grau B)
<i>estudantes de fonoaudiologia assistentes de pesquisa 3</i>	92.5 (Grau A)
<i>estudantes de fonoaudiologia assistentes de pesquisa 4</i>	70 (Grau C)
<i>pesquisador principal desing</i>	70 (Grau C)
Média	82 (Grau A)

Resultado do MAC - Usuário DL (Versão 1 do App)

Tarefa	Descrição da sequência de ações
1	00m13s: O usuário toca no primeiro botão da primeira unidade do jogo, mas nada acontece, pois ele não acertou a área de toque. •<i>Etiqueta: Por que não funciona?</i> 01m44s: O usuário fica confuso sobre o que deve ser feito quando vê um exercício de correlação pela primeira vez. •<i>Etiqueta: E agora?</i> 06m24s: Após concluir a primeira unidade, o usuário é redirecionado ao menu. Tentando continuar, toca no botão da unidade 1 e, em vez de novos exercícios, retorna ao início da unidade. Ele percebe o comportamento como improdutivo, demonstrando insatisfação •<i>Etiqueta: Assim não dá</i>
5	06m24s: Após concluir a segunda unidade, o usuário é redirecionado ao menu sem entender o próximo passo, sem perceber a opção de explorar o ranking ou o menu.

	•<i>Etiqueta: E agora?</i> 14m21s: Ao abrir a tela de ranking, o usuário não compreende seu significado nem sua relação com o desempenho no jogo. •<i>Etiqueta: O que é isto?</i>
--	---

Objetivos do MAC - Usuário DL (Versão 1 do App)

Objetivos	Acertos/Total de Respostas
1 - Concluir a Unidade 1 dos exercícios	Concluído
2 - Concluir a Unidade 2 dos exercícios	Concluído
3 - Alcançar média de 60% de acertos na unidade de exercícios 1	Concluído
4 - Alcançar média de 60% de acertos na unidade de exercícios 2	Não Concluído

5 - Acessar o Ranking	Não Concluído
6 - Acessar Sinalário	Não Concluído
7 - Selecionar o botão da primeira unidade na primeira tentativa de iniciar o jogo	Não Concluído

Resultado SUS do Usuário DL

Respondido por: Fonoaudióloga pesquisadora 1, estudantes de fonoaudiologia assistentes de pesquisa 1 e 2, fonoaudióloga pesquisadora 2, estudantes de fonoaudiologia assistentes de pesquisa 3 e pesquisador principal design

Interpretante	Pontuação
<i>fonoaudióloga pesquisadora 1</i>	67.5
<i>estudantes de fonoaudiologia assistentes de pesquisa 1</i>	85
<i>estudantes de fonoaudiologia assistentes de pesquisa 2</i>	82,5

<i>pesquisador principal desing</i>	55
Média	72,5

6.4 Categorização das Rupturas Comunicacionais no MAC

Para entender as dificuldades encontradas pelos usuários na interação com a interface do jogo, as rupturas comunicacionais foram classificadas segundo os níveis **operacional, tático e estratégico**, conforme proposto pelo **Método de Avaliação da Comunicabilidade (MAC)**. Essa categorização permite analisar a gravidade das falhas na comunicação entre a interface e os usuários, ajudando a identificar quais ajustes são mais urgentes para garantir uma experiência mais intuitiva e acessível.

De acordo com **de Souza (2005)**, a **comunicabilidade** de um sistema refere-se à capacidade de transmitir, por meio da interface, as intenções do designer ao usuário. Quando essa comunicação falha, ocorrem **rupturas**, que podem ser classificadas em diferentes níveis, conforme discutido por **Prates e Barbosa (2007)**:

- **Operacional:** Ocorre quando o usuário tem dificuldades em executar ações pontuais dentro da interface. São falhas localizadas, geralmente relacionadas à manipulação de elementos da interface ou à ausência de feedback adequado.

Exemplo observado: O usuário não consegue retornar ao menu após rolar a tela no **Sinalário**.

- **Tático:** Envolve problemas na **sequência de ações** necessárias para atingir um objetivo. Essas rupturas indicam que o fluxo de interação não está claro ou que o usuário não compreende os passos exigidos pelo sistema.

Exemplo observado: O usuário tenta correlacionar sinais da Libras, mas não entende a lógica da atividade.

- **Estratégico:** Representa falhas mais graves, que comprometem a compreensão global do sistema ou de suas funcionalidades. Esse tipo de ruptura indica que o design da interface não comunicou adequadamente seu propósito.

Exemplo observado: O usuário não entende o objetivo do jogo e não sabe como progredir entre as unidades.

A seguir, a **Tabela 1** apresenta um resumo das rupturas identificadas para os Usuários 1, 2 e 3, categorizadas conforme os níveis descritos acima.

Usuário	Tarefa	Etiqueta	Nível
MA	Concluir Unidade 1	E agora?	Estratégico
MA	Concluir Unidade 1	Socorro!	Estratégico
MA	Concluir Unidade 2	Por que não funciona?	Tático
MA	Navegar pelo Menu	E agora?	Estratégico
MA	Acessar Sinalário	Onde estou?	Operacional
MA	Acessar Ranking	O que é isto?	Estratégico
LY	Concluir Unidade 1	E agora?	Estratégico

LY	Concluir Unidade 2	O que é isto?	Tático
LY	Navegar pelo Menu	E agora?	Estratégico
LY	Acessar Sinalário	Vai de outro jeito	Tático
DL	Concluir Unidade 1	E agora?	Estratégico
DL	Concluir Unidade 1	Por que não funciona?	Tático
DL	Navegar pelo Menu	E agora?	Estratégico
DL	Acessar Sinalário	Onde estou?	Operacional
DL	Acessar Ranking	O que é isto?	Estratégico

7 - REFORMULAÇÃO DA INTERFACE BASEADA EM PRINCÍPIOS DE DESIGN E USABILIDADE

7.1 Justificativa da Reformulação

Tendo em vista os achados coletados através dos testes de comunicabilidade e usabilidade, foi projetado um redesenho do aplicativo de modo a melhor atender às demandas dos usuários e reduzir o número de rupturas de comunicabilidade.

Uma das decisões centrais da reformulação partiu da seguinte pergunta norteadora: seria possível adicionar a língua portuguesa para facilitar o uso da interface por pessoas ouvintes e, ainda assim, melhorar a qualidade de uso para usuários surdos? Através de discussões com a equipe de fonoaudiologia, ficou evidente a importância de garantir uma boa experiência de uso não apenas para as crianças surdas, mas também para seus responsáveis ouvintes, que frequentemente acompanham ou intermediam o uso de dispositivos móveis em casa. Essa intermediação é comum e recomendada em contextos educacionais, especialmente na primeira infância, e está em consonância com o que preconiza o Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA), ao reforçar o papel dos pais ou responsáveis na mediação do acesso a conteúdos e ferramentas digitais, conforme disposto no Art. 22, que lhes atribui o dever de educar e garantir o cumprimento das orientações de profissionais da saúde e da educação (BRASIL, 1990).

A inclusão de trechos em português na interface buscou, portanto, tornar o aplicativo mais acessível para esses familiares, ao mesmo tempo em que estratégias visuais foram adotadas para preservar a clareza da comunicação com usuários surdos, independentemente do nível de domínio da língua portuguesa. Para garantir que essa adição textual não comprometesse a acessibilidade de crianças surdas com diferentes níveis de aquisição da Libras ou da língua portuguesa, a estratégia adotada foi reforçar a comunicação visual por meio de metáforas visuais claras e ícones de fácil reconhecimento. Essa abordagem buscou estabelecer uma meta-comunicação visual, na qual os elementos gráficos apoiam ou até substituem o conteúdo textual, permitindo que a interface seja compreendida de forma intuitiva por um público diversificado. Conforme argumenta Rocha e Baranauskas (2003, p. 126), as metáforas visuais "nos ajudam a construir modelos mentais sobre o artefato com o

qual interagimos", permitindo que usuários transfiram conhecimentos prévios para novos contextos interacionais.

Essas metáforas visuais foram inseridas principalmente nas telas que apresentaram maior índice de rupturas de comunicabilidade durante os testes. É o caso da antiga tela de ranking, substituída por uma tela de perfil com recompensas colecionáveis, que passou a comunicar seus propósitos de forma mais direta. Outro exemplo é a tela de seleção de fase, que precisou incorporar textos em português, mas foi cuidadosamente redesenhada com ícones descritivos para preservar a clareza comunicativa.

7.1.2 Análise das rupturas de comunicabilidade

A presente subseção detalha as rupturas de comunicabilidade observadas na primeira versão do aplicativo e como elas fundamentaram o processo de redesign, com base nas métricas obtidas por meio do Método de Avaliação da Comunicabilidade (MAC) e da escala System Usability Scale (SUS).

O redesign da interface foi guiado por princípios da Engenharia Semiótica, da Pedagogia Visual e da Acessibilidade, garantindo que as modificações respondessem diretamente às barreiras identificadas. Os testes revelaram dificuldades significativas em três áreas principais:

- Dificuldade na navegação do Sinalário, onde crianças não compreendiam como acessar e retornar aos vídeos (**Etiqueta MAC: “Onde estou?”**);
- Progressão pouco clara nas unidades, causando confusão sobre como avançar no aprendizado (**Etiqueta MAC: “E agora?”**);
- Interpretação limitada da tela de Ranking, onde os usuários não compreendiam a relação entre sua pontuação e o progresso no jogo (**Etiqueta MAC: “O que é isto?”**).

Essas limitações resultaram em uma pontuação SUS média de 72,5, indicando usabilidade “boa”, mas com espaço para aprimoramentos. A meta do redesign foi aumentar a

clareza dos elementos visuais e a navegabilidade da interface, garantindo que a comunicação entre sistema e usuário fosse mais intuitiva (PRATES; DE SOUZA; BARBOSA, 2000).

As decisões tomadas dialogam com as conclusões de Althaus e Ramos (2022), que, ao analisarem jogos voltados para a educação de surdos, destacam a importância de interfaces que combinem representações visuais acessíveis com objetivos educacionais claros, sobretudo em contextos onde há heterogeneidade linguística. Assim, a reformulação da interface buscou justamente articular esses elementos de forma equilibrada, sem comprometer a experiência de uso de nenhum dos públicos envolvidos.

Com base nos achados do MAC e do SUS, o redesign foi orientado por quatro diretrizes principais:

- **Melhoria na comunicação visual da interface**, reduzindo ambiguidades e reforçando elementos-chave para orientar o usuário (DONDIS, 1973; NIEMEYER, 2003);
- **Reestruturação da navegação**, aplicando princípios de *affordances* para tornar as interações mais previsíveis (GOLDKUHL; SJÖSTRÖM, 2004);
- **Refinamento da hierarquia informacional**, organizando melhor os fluxos de interação para garantir um aprendizado progressivo (CAMPELLO, 2008; UNIVERSAL DESIGN HANDBOOK, 2011);
- **Implementação do método *chunking* como estratégia de game design**, organizando conteúdos e desafios de forma a reduzir a carga cognitiva dos usuários e facilitar a progressão do aprendizado (MILLER, 1956; YABLONSKI, 2020).

7.3 Fundamentos de Design Utilizados

Método Chunking e sua Aplicação no Design do Aplicativo

O método Chunking, amplamente utilizado no design instrucional e no desenvolvimento de jogos, consiste em agrupar informações em blocos menores e organizados, facilitando a assimilação e memorização pelos usuários. No contexto do redesign

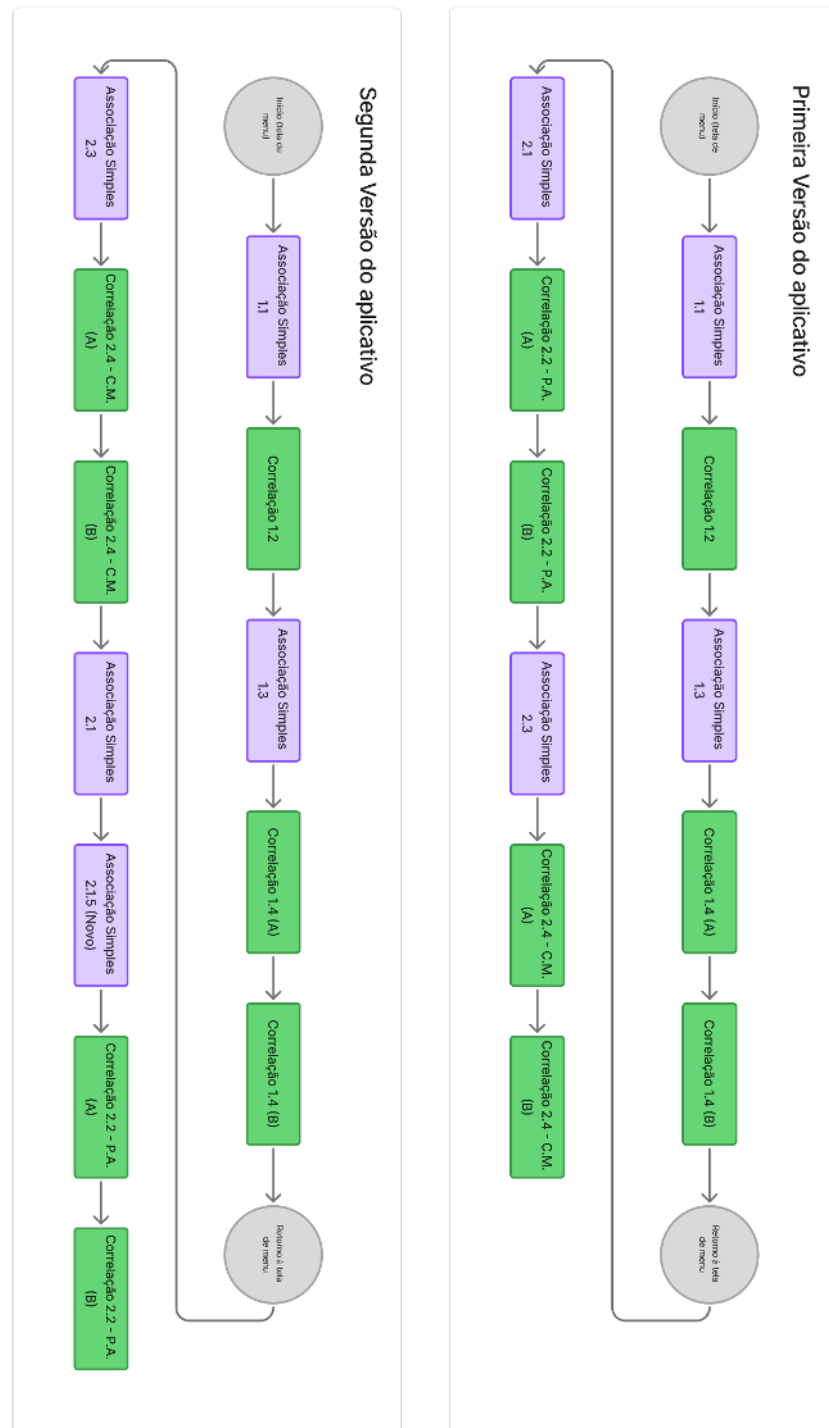
do aplicativo, essa abordagem foi aplicada para estruturar as atividades de aprendizado de maneira progressiva, reduzindo a sobrecarga cognitiva e garantindo que as crianças surdas possam interagir com os conteúdos de forma mais fluida.

No fluxo original do aplicativo (Section 1), os exercícios eram apresentados na seguinte sequência: **Home > Fase 1 > 1.1 Associação Simples > 1.2 Correlação F > 1.3 Associação Simples > Correlação A > Correlação D > 2.1 Ponto de Articulação (PA)**. No entanto, os testes revelaram que os usuários tinham maior dificuldade para compreender o conceito de **Ponto de Articulação (PA)** do que **Configuração de Mão (CM)**.

Para reduzir essa sobrecarga cognitiva, o redesign do aplicativo (Section 2) alterou a sequência de introdução dos conceitos. Primeiro, o conceito de **Configuração de Mão (CM)** passou a ser introduzido antes do **Ponto de Articulação (PA)**. Assim, após a **Correlação D**, foram introduzidos os exercícios **2.3 Associação Simples**, seguidos por **Correlação F** e **Correlação C**, que também abordam **Configuração de Mão (CM)**. Isso garantiu que os usuários assimilassem esse conceito antes de avançarem para conteúdos mais complexos.

Na figura 6, os diagramas apresentam a organização das atividades em blocos com a mesma mecânica e objetivo pedagógico. A segunda estrutura segue a estratégia de *chunking* para reduzir a carga cognitiva e facilitar o aprendizado. As cores indicam os tipos de exercício (lilás para associação simples e verde para correlação), e as setas representam o percurso do usuário.

Figura 6 – Comparativo entre duas versões do fluxo de aprendizagem com base na estratégia de *chunking*.



Fonte: o autor.

Além disso, o redesign aplicou o método Chunking na introdução do conceito de **Ponto de Articulação (PA)**. Em vez de introduzi-lo diretamente com exercícios de correlação (mais complexos), foi criada uma nova etapa intermediária chamada “**Método Chunking para PA**”, composta por **exercícios de seleção simples**. Essa estratégia fragmentou a aprendizagem de PA, permitindo que os usuários primeiro compreendessem sua definição antes de aplicá-lo em atividades de maior complexidade. Só então foram introduzidos os exercícios de **Correlação E** e **Correlação B**, que haviam apresentado maior taxa de erro na primeira versão do aplicativo.

Além da reestruturação do conteúdo, as cores dos botões foram padronizadas para facilitar a categorização das atividades. Cada tipo de botão (Sinais, Configuração de Mão, Ponto de Articulação e Habitats) passou a ter uma cor específica para seu background, explorando uma associação semiótica, como o uso de tons verdes para animais. Essa modificação foi aplicada em todo o aplicativo, ajudando os usuários a identificar rapidamente os grupos aos quais cada botão pertence.

Essas mudanças tornaram o aprendizado mais estruturado e intuitivo, garantindo que os usuários assimilassem os conceitos progressivamente, sem sobrecarga cognitiva, conforme preconizado pelo método Chunking (MILLER, 1956; YABLONSKI, 2020; ROCHA; BARANAUSKAS, 2003).

7.4 Aplicação dos Princípios à Nova Interface

A comparação entre os fluxos das versões **Section 1** (versão inicial) e **Section 2** (versão redesenhada) demonstrou ajustes significativos para melhorar a experiência do usuário:

- **Reestruturação da tela inicial:** A tela inicial foi reformulada para enfatizar a progressão do usuário, tornando mais explícita a hierarquia das unidades de exercícios. Elementos gráficos foram ajustados para facilitar o reconhecimento dos níveis e indicar claramente o estado de avanço no jogo.
- **Reorganização do acesso ao Ranking e Sinalário:** O ranking foi transformado em uma tela de perfil que exibe conquistas de desempenho coletadas durante o jogo. Essa funcionalidade, junto ao Sinalário, passou a ser acessada por meio da barra de navegação inferior, o que facilita sua identificação e visa reduzir as rupturas de

comunicabilidade observadas anteriormente.

- **Melhoria na distinção entre categorias e unidades:** Durante os testes, observou-se que algumas crianças apresentaram dificuldade para diferenciar as categorias das atividades. Para solucionar esse problema, foram adicionados marcadores visuais e adotado um layout mais segmentado, facilitando a compreensão da estrutura do conteúdo.
- **Feedback visual:** Foram incorporados indicadores visuais aos botões, como mudanças de cor no plano de fundo para indicar cromaticamente o tipo de conteúdo representado. Essas alterações permitem que os usuários percebam de forma imediata quando uma ação foi concluída com sucesso, reduzindo a incerteza sobre o estado do sistema e aumentando a previsibilidade das interações. Os feedbacks também foram padronizados em todas as telas, promovendo uma experiência mais coesa e intuitiva.
- **Perfil do usuário:** A nova tela de perfil permite que os usuários acompanhem seu progresso e visualizem suas conquistas, o que contribui para o engajamento e a motivação no uso contínuo do aplicativo.

Essas mudanças buscaram garantir uma interface mais acessível, reduzindo o esforço cognitivo necessário para interagir com o sistema (**Rocha & Baranauskas, 2003; Baranauskas et al., 2003**).

7.5 Reconstrução da Meta-mensagem do Aplicativo "Hora da Libras"

A reconstrução da interface do aplicativo foi guiada pela Engenharia Semiótica, considerando que toda interface comunica uma **meta-mensagem** do designer para o usuário (DE SOUZA, 2005). O redesign do aplicativo buscou reformular essa meta-mensagem para melhor atender às necessidades das crianças surdas, garantindo que a interface transmitisse uma experiência de aprendizado acessível e intuitiva.

A meta-mensagem redesenhada do aplicativo pode ser sintetizada da seguinte maneira:

"Esta é a minha interpretação sobre quem você é, o que entendi que você deseja ou precisa fazer, de que formas prefere fazê-lo e por quê. Eis, portanto, o sistema que concebi para você, que você pode ou deve usar desta maneira, a fim de atingir uma série de objetivos associados a esta (minha) visão."

De forma mais específica para o público-alvo:

"Cara criança surda, eu entendo que você vem de uma família ouvinte e pode sentir dificuldade durante o processo de aquisição da Libras por esse motivo. Por isso, estou lhe propondo uma forma de ajudar no aprendizado da Libras e possibilitar que entre em contato com essa língua mais frequentemente. Você inicia uma trilha de atividades onde precisará compreender conceitos linguísticos para completar os desafios propostos e ganhar pontos. Além disso, você pode visualizar um Sinalário com todos os sinais que já aprendeu dentro do aplicativo e competir com outros jogadores dentro de um sistema de ranqueamento. Este aplicativo foi feito principalmente para crianças surdas aprenderem Libras como primeira língua e, por isso, o uso da língua portuguesa foi reduzido ao máximo. Ainda assim, ele pode ser útil também para pais de crianças surdas ou qualquer pessoa que queira aprender sobre a Libras."

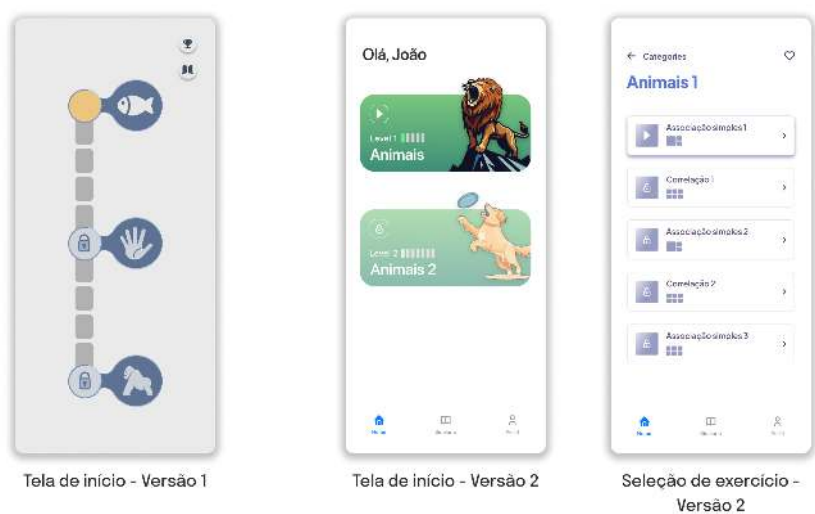
Inicialmente, a identidade visual do aplicativo foi reformulada com o objetivo de melhorar a meta-mensagem comunicada pela interface. Dentro desse processo, desenvolveu-se o novo ícone do aplicativo, considerando a necessidade de comunicar sua proposta de forma mais clara e eficaz.

Figura 7 – Ícone redesenhado do aplicativo “Hora da Libras”



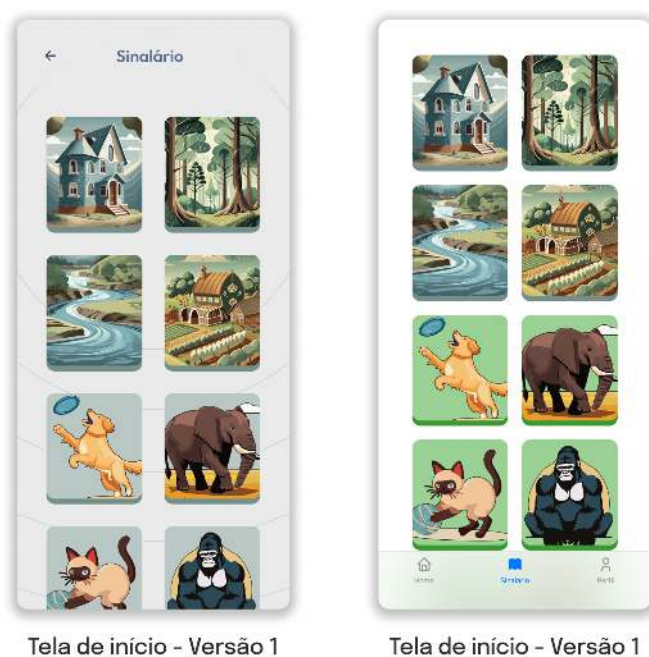
Fonte: o autor.

Figura 8 – Comparação entre a tela de início do aplicativo na versão 1, onde o usuário deveria tocar nos retângulos quadrados para acessar um conjunto de exercícios em específico e a versão 2, onde uma nova tela de seleção de exercícios foi adicionada para comunicar mais claramente a progressão dentro das unidades do jogo e facilitar a seleção de atividades em específico.



Fonte: o autor.

Figura 9 – Tela de sinalário do aplicativo nas versões 1 e 2.

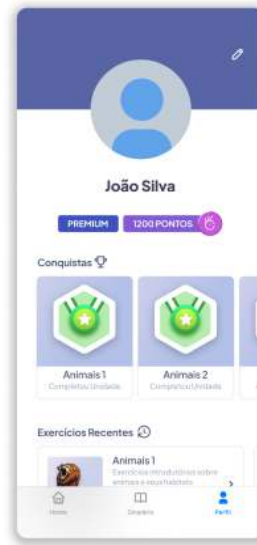


Fonte: o autor.

Figura 10 – Tela de ranking nas versões 1 e 2 do aplicativo. Na versão 2, o ranking foi incorporado a uma nova tela de perfil do usuário.



Tela de início - Versão 1

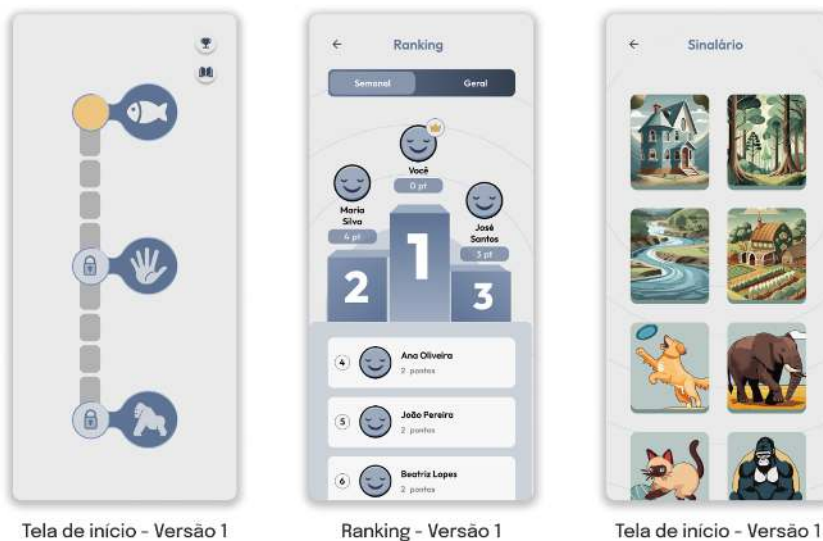


Tela de início - Versão 1

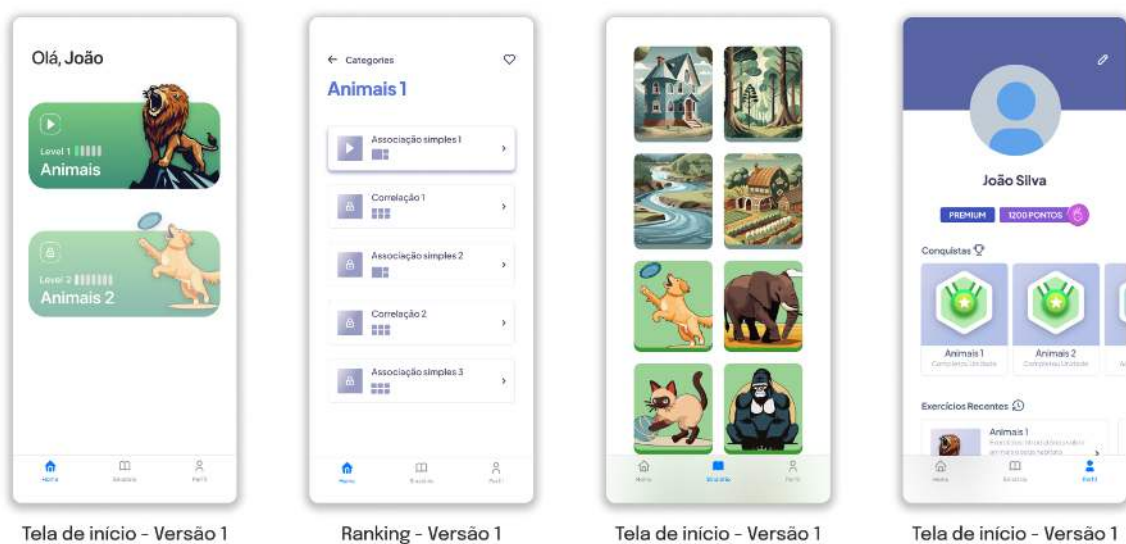
Fonte: o autor.

Figura 11 – Comparativo entre as telas de navegação principal das versões 1 e 2 do aplicativo.

Telas de navegação principal da versão 1



Telas de navegação principal da versão 2



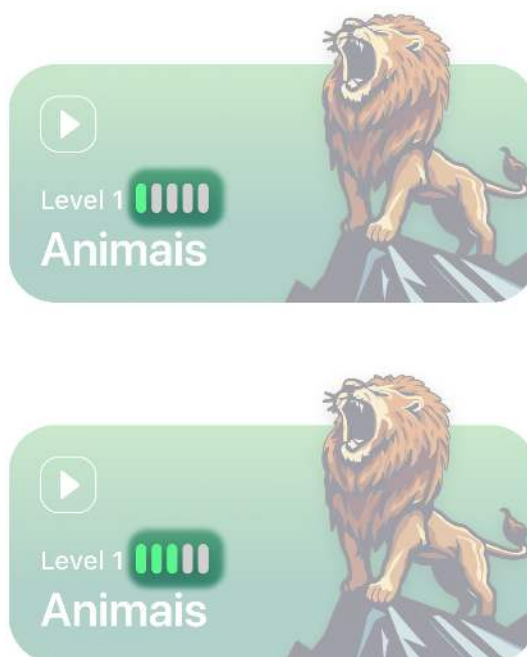
Fonte: o autor.

7.7 Metáforas visuais e comunicabilidade

Para potencializar a comunicabilidade da interface, foram empregadas metáforas visuais amplamente reconhecidas por usuários habituados a jogos e ambientes digitais. Ícones como o botão de “play” e o símbolo de cadeado foram utilizados com base em sua carga semântica consolidada, facilitando a identificação imediata de ações como iniciar e desbloquear atividades. Além dessas convenções já estabelecidas, foram criadas novas metáforas visuais específicas para as dinâmicas do jogo, como o uso de ícones representando seleção simples (mão apontando) e correlação (linha conectando dois elementos). Essas metáforas operam como pontes cognitivas entre o repertório imagético dos usuários e os objetivos da tarefa, atuando na construção de modelos mentais consistentes.

Segundo Rocha e Baranauskas (2003, p. 126), as metáforas de interface “nos ajudam a construir modelos mentais sobre o artefato com o qual interagimos”, permitindo ao usuário transferir conhecimentos prévios para contextos novos. Essa estratégia é particularmente relevante quando o público-alvo inclui crianças surdas em processo de aquisição da Libras, pois o uso de metáforas visuais fortalece a mediação semiótica da experiência. Dondis (1997) complementa ao afirmar que a sintaxe da linguagem visual — composta por elementos como forma, cor, estrutura e proporção — contribui para a clareza da comunicação, especialmente em contextos educativos. Do mesmo modo, Campello (2008) observa que “a visualidade é um elemento central na construção do conhecimento para sujeitos surdos”, o que reforça o papel das metáforas como ferramenta de acessibilidade cognitiva no design de interfaces educacionais.

Figura 12 – Representação visual do progresso dentro de uma unidade de exercícios do jogo na tela inicial do aplicativo.



Fonte: o autor.

Figura 14 – Sombreamento no último nível desbloqueado (associação simples 1) direciona o usuário no processo de seleção de exercícios.



Fonte: o autor.

Figura 15 – A representação gráfica da mecânica de cada jogo. A composição de 3 quadrados representa um exercício de associação simples e a de 6 quadrados um de correlação.



Fonte: o autor.

Para reforçar a categorização dos conteúdos apresentados no aplicativo, a segunda versão passou a utilizar cores distintas nos planos de fundo dos botões, associando cada cor a um tipo específico de conteúdo: **amarelo para os pontos de articulação (PA)**, **laranja para configurações de mão (CM)**, **verde vibrante para animais** e **verde pastel para sinais em geral**. Essa estratégia cromática teve como objetivo facilitar o reconhecimento dos grupos temáticos e ajudar na navegação visual, especialmente para usuários com baixa proficiência em leitura da língua portuguesa. Conforme destaca Dondis (1997, p. 66), “o uso consciente de elementos básicos do design — como forma, estrutura, equilíbrio e contraste — contribui para a clareza e eficácia da mensagem visual, especialmente em contextos educativos”. A diferenciação cromática, nesse sentido, atuou como uma ferramenta de organização perceptiva, reduzindo a sobrecarga cognitiva e ampliando a previsibilidade da navegação, em conformidade com os princípios do design visual aplicados à educação. (Figura 13)

Além disso, uma barra de progresso foi adicionada às telas de exercício, fornecendo um feedback visual do avanço do usuário perante a conclusão de um exercício ou conjunto de atividades. (Figura 13)

Figura 13 – Exercício de correlação entre sinais e pontos de articulação (PA) na primeira e segunda versão do aplicativo.



Fonte: o autor.

Figura 16 – Comparativo entre botões da primeira e segunda versão do aplicativo. O grupo ao qual cada botão pertence (CM, PA ou Ilustração) passou a ser representado pela sua cor de fundo.



Fonte: o autor.

8. AVALIAÇÃO DO REDESIGN DO APLICATIVO

Resultado do MAC - MA 2

Tarefa	Descrição da sequência de ações
4	04m51s: Usuário é redirecionado ao ranking pela primeira vez e fica na dúvida sobre o que deve ser realizado

	• <i>Etiqueta: E agora?</i>
--	-----------------------------

Tarefa 4

04m51s: Usuário é redirecionado ao ranking pela primeira vez e fica na dúvida sobre o que deve ser realizado.

- **Nível: Operacional**
- Etiqueta: "E agora?"
- **Justificativa:** O usuário não entende o propósito da tela do ranking nem quais ações pode realizar nela. Isso indica uma falha na comunicação da funcionalidade.

Objetivos do MAC - MA 2

Objetivos	Resultado
1 - Concluir a Unidade 1 dos exercícios	Concluído
2 - Concluir a Unidade 2 dos exercícios	Concluído
3 - Alcançar média de 60% de acertos na unidade de exercícios 1	Concluído
4 - Alcançar média de 60% de acertos na unidade de exercícios 2	Concluído

5 - Acessar o Ranking	Concluído
6 - Acessar Sinalário	Concluído
7 - Selecionar o botão da primeira unidade na primeira tentativa de iniciar o jogo	Concluído

SUS

Resultado SUS do Usuário MA (Na segunda versão do jogo)

Respondido por: fonoaudióloga pesquisadora 1, estudante de fonoaudiologia assistente de pesquisa 1 e pesquisador principal desing

Interpretante	Pontuação
<i>fonoaudióloga pesquisadora 1</i>	77,5
Manuella	97,5
<i>pesquisador principal desing</i>	77,5
Média	84,16

Usuário 5 - S

Resultado do MAC - S (Usuário 5)

Tarefa	Descrição da sequência de ações
1	02m03s: Usuário vê o exercício de correlação pela primeira vez e fica na dúvida sobre o que deveria ser feito •<i>Etiqueta: E agora?</i> 03m41s: Usuário vê o exercício de correlação envolvendo sinais pela primeira vez e fica na dúvida sobre o que deveria ser feito •<i>Etiqueta: E agora?</i>
2	05m02s: Usuário visualiza pela primeira vez um exercício de seleção simples envolvendo configuração de mão e fica confuso quanto ao que fazer •<i>Etiqueta: E agora?</i>

Objetivos do MAC - Usuário S

Objetivos	Resultado
-----------	-----------

1 - Concluir a Unidade 1 dos exercícios	Concluído
2 - Concluir a Unidade 2 dos exercícios	Parcialmente Concluído
3 - Alcançar média de 60% de acertos na unidade de exercícios 1	Concluído
4 - Alcançar média de 60% de acertos na unidade de exercícios 2	Concluído
5 - Acessar o Ranking	Não Concluído
6 - Acessar Sinalário	Não Concluído
7 - Selecionar o botão da primeira unidade na primeira tentativa de iniciar o jogo	Concluído

SUS

Resultado SUS do Usuário MA (Na segunda versão do jogo)

Respondido por: fonoaudióloga pesquisadora 1, estudante de fonoaudiologia assistente de pesquisa 1 e pesquisador principal desing

Interpretante	Pontuação
Fonoaudióloga pesquisadora 1	82,5
Estudante de fonoaudiologia assistente de pesquisa 1	85
Pesquisador principal desing	77.5
Média	81,66

Usuário 6 - A

Resultado do MAC - AR (Usuário 4)

Tarefa	Descrição da sequência de ações
1	00m43s: Usuário vê o exercício de correlação pela primeira vez e fica na dúvida sobre o que deveria ser feito •<i>Etiqueta: E agora?</i>

	01m55s: Usuário vê o exercício de correlação envolvendo imagens de locais e seus respectivos sinais e fica confuso •<i>Etiqueta: E agora?</i>
4	07m00s: Usuário é redirecionado para tela de ranking após concluir a segunda unidade de exercícios e fica confuso sobre seu uso

Objetivos do MAC - Usuário AR

Respondido por fonoaudióloga pesquisadora 1, estudante de fonoaudiologia assistente de pesquisa 1 e 2 e pesquisador principal desing

Objetivos	Resultado
1 - Concluir a Unidade 1 dos exercícios	Concluído
2 - Concluir a Unidade 2 dos exercícios	Concluído
3 - Alcançar média de 60% de acertos na unidade de exercícios 1	Concluído
4 - Alcançar média de 60% de acertos na unidade de exercícios 2	Concluído

5 - Acessar o Ranking	Concluído
6 - Acessar Sinalário	Concluído
7 - Selecionar o botão da primeira unidade na primeira tentativa de iniciar o jogo	Concluído

SUS

Resultado SUS do Usuário MA (Na segunda versão do jogo)

Respondido por: estudante de fonoaudiologia assistente de pesquisa 2, fonoaudióloga pesquisadora 1 e pesquisador principal desing

Interpretante	Pontuação
estudante de fonoaudiologia assistente de pesquisa 2	87.5
fonoaudióloga pesquisadora 1	97,5
pesquisador principal desing	82,5

Média	89,16
--------------	--------------

8.1 Categorização das Rupturas Comunicacionais no MAC

Os mesmos critérios de categorização foram aplicados aos Usuários 4, 5 e 6, permitindo a identificação de padrões de ruptura semelhantes aos observados nos primeiros participantes. A análise dessas interações reforça a necessidade de ajustes específicos na interface, especialmente no que se refere à clareza das instruções e ao feedback fornecido pelo sistema.

A Tabela 2 apresenta a classificação das rupturas comunicacionais registradas para esses usuários, seguindo os níveis operacional, tático e estratégico definidos por de Souza (2005) e Prates e Barbosa (2007).

Tabela 2:

Usuário	Tarefa	Etiqueta	Nível
MA	Acessar Ranking	E agora?	Operacional
SA	Concluir Unidade 1	E agora?	Tático
SA	Concluir Unidade 2	E agora?	Tático
AR	Concluir Unidade 1	E agora?	Estratégico

AR	Concluir Unidade 2	E agora?	Tático
AR	Acessar Ranking	E agora?	Operacional

9. DISCUSSÃO

Os resultados da segunda rodada de testes demonstraram melhorias significativas na usabilidade do aplicativo. A pontuação média no System Usability Scale (SUS) subiu para 84,16, classificando a interface como 'excelente' em termos de usabilidade. Além disso, as rupturas identificadas pelo Método de Avaliação da Comunicabilidade (MAC) foram significativamente reduzidas, especialmente nas categorias "E agora?" e "Onde estou?", indicando que a comunicação entre interface e usuário foi aprimorada. Especificamente, houve uma redução de 60% no número de rupturas de comunicabilidade da primeira para a segunda versão.

A reformulação da estrutura das atividades, através da adoção do método Chunking, proporcionou uma experiência de aprendizado progressiva, reduzindo a carga cognitiva dos usuários e tornando o fluxo das atividades mais coerente. O uso de feedback visual aprimorado, reorganização da navegação e implementação de um mini onboarding foram também destacados pelos participantes como melhorias relevantes. Esses ajustes foram embasados na colaboração interdisciplinar entre as áreas de design, fonoaudiologia e sistemas de informação, o que fortaleceu significativamente a eficácia pedagógica e a acessibilidade da solução.

O conceito de Design Universal, descrito pelo Universal Design Handbook (2011), fundamenta-se no princípio de que ambientes, produtos e serviços devem ser projetados desde o início para atender às necessidades de todos os usuários, independentemente das suas habilidades, promovendo inclusão sem segregação ou estigmatização. Este conceito foi essencial para o desenvolvimento da segunda versão do aplicativo, que se tornou mais inclusiva ao atender não apenas crianças surdas, mas também usuários ouvintes, através da

incorporação de elementos em língua portuguesa. Dessa forma, comprovou-se que a língua escrita não representa um obstáculo para o design acessível, desde que estratégias eficazes de comunicação visual sejam adotadas, particularmente por meio de metáforas visuais, como o uso de ícones representativos das ações do aplicativo, para apoiar a comunicação textual.

Essas estratégias são particularmente importantes considerando que a maioria das crianças surdas nasce em famílias ouvintes. Por isso, foram adotadas narrativas e desafios lúdicos alinhados à pedagogia visual (Campello, 2008) e ao ensino de conceitos linguísticos específicos da Libras, como Ponto de Articulação (PA), Configuração de Mão (CM) e Sinais. A abordagem bilíngue (Libras–Português), juntamente com ícones e ilustrações intuitivas, atende às necessidades tanto das crianças surdas quanto de seus familiares ouvintes, em consonância com as diretrizes de acessibilidade propostas pelo Universal Design Handbook (2011).

A adoção da semiótica imagética foi crucial para desenvolver uma experiência atrativa e intuitiva para as crianças surdas. Campello (2008) afirma que a semiótica imagética desempenha papel fundamental na criação de interfaces eficazes, permitindo que mensagens visuais sejam universalmente compreensíveis. Complementando essa abordagem, as categorias semióticas de Peirce – ícone, índice e símbolo (Houser e Kloesel, 1992) – forneceram a base conceitual para a construção de representações visuais claras no aplicativo.

Durante os testes realizados com crianças a partir dos 3 anos de idade, foram identificadas rupturas comunicativas específicas nas telas de desafios que exigiam correlação entre imagens e sinais, especialmente relacionadas aos pontos de articulação (PA). A análise pelo MAC identificou tais rupturas com etiquetas como “E agora?” e “O que é isso?”, levando a uma reformulação para clarificar as instruções das atividades.

Além disso, notou-se que elementos como ranking e sinalário, embora frequentemente utilizados para gamificação (Adams e Rollings, 2010), geraram problemas na meta-comunicação – ou seja, na compreensão do seu funcionamento e propósito. Estas dificuldades indicaram a necessidade de revisar o layout e as instruções dessas telas para garantir uma comunicação mais intuitiva, o que foi parcialmente resolvido na segunda versão, através da incorporação do ranking à tela de perfil e revisão dos signos visuais utilizados.

Outro aspecto relevante apontado pelos testes foi a importância dos feedbacks imediatos e personalizados como forma de aumentar a interação e o engajamento das crianças, validando o papel estratégico das técnicas de gamificação implementadas.

Em resumo, a coleta e análise dos dados mostraram que os objetivos deste estudo foram amplamente alcançados, apesar de ainda existirem oportunidades para melhoria, como ajustes adicionais na meta-comunicação e nas instruções. Sugere-se, para futuras versões, o desenvolvimento de novas mecânicas de jogo para aumentar ainda mais o engajamento das crianças.

A evolução do aplicativo em termos de acessibilidade e engajamento destaca a importância da iteração contínua, centralizada no usuário (Prates, de Souza e Barbosa, 2000), enfatizando que o aprimoramento frequente, impulsionado por testes empíricos e avaliações de usabilidade (Hyzy et al., 2022), é fundamental para o desenvolvimento eficaz de ferramentas educacionais acessíveis.

9.1 - Possíveis caminhos para futuras versões do aplicativo

Além disso, o texto “*A pedagogia visual e o uso das tecnologias*” (Souza & Andrade, 2024) reforça a importância do uso de estratégias interativas como avatares e jogos com narrativa, o que amplia o engajamento e favorece a assimilação de conteúdos linguísticos complexos, especialmente entre crianças surdas.

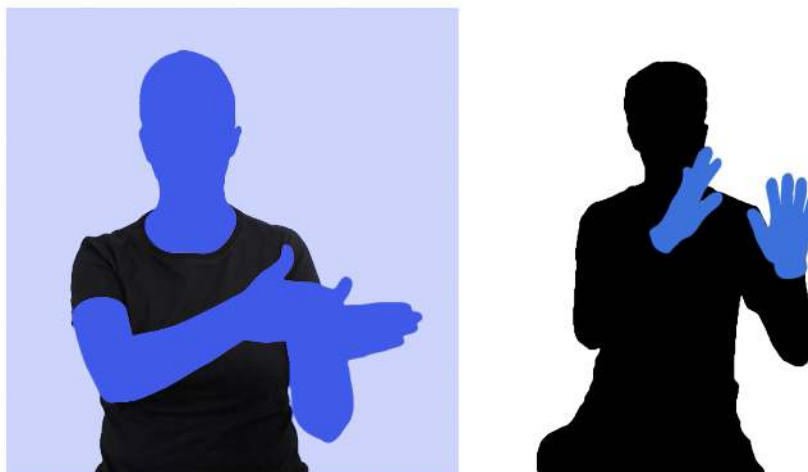
Para além da apresentação isolada de sinais, recomenda-se que versões futuras do aplicativo considerem a formulação de frases em Libras, promovendo uma aprendizagem mais contextualizada e fluente. Uma possível estratégia didática consiste em introduzir novos campos semânticos a partir de sinais com maior grau de iconicidade, facilitando o reconhecimento imediato e a associação visual, para depois progredir gradualmente para sinais menos icônicos, que exigem maior abstração e familiaridade com a estrutura da língua.

Nesse sentido, o uso da técnica de **rotoscopia** poderia ser explorado para representar de forma mais precisa o parâmetro linguístico de **movimento (M)**, permitindo a modelagem detalhada de transições corporais e expressões espaciais nos sinais.

Tais melhorias dialogam com os princípios da Zona de Desenvolvimento Proximal de Vygotsky, segundo os quais o aprendizado se torna mais significativo quando ocorre com mediação adequada, oferecendo suporte para que a criança alcance níveis mais altos de compreensão e performance (Fino, 2001). Como destacam autores como Vygotsky (1978) e Cole e Wertsch (1996), o uso de ferramentas culturais — como avatares e sistemas interativos — transforma o funcionamento psicológico, ampliando as possibilidades cognitivas do aprendiz.

Nesse contexto, a criação de sequências narrativas interativas com personagens guias pode atuar como **andaimes pedagógicos** (*scaffolding*), termo que designa um apoio temporário dado ao aprendiz para que ele realize tarefas além de seu nível atual de autonomia, sendo retirado gradualmente conforme o domínio é alcançado (WOOD; BRUNER; ROSS, 1976).

Figura 13 – Testes com efeito de rotação à vídeo de sinais da Libras.



Fonte: o autor.

10. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho partiu do desafio de promover a acessibilidade digital na educação de crianças surdas, um campo que carece de ferramentas pedagógicas eficazes para o ensino da Libras como primeira língua. O objetivo central foi, portanto, desenvolver e

avaliar a usabilidade do aplicativo "Hora da Libras", transformando princípios teóricos de design, semiótica e pedagogia em uma solução prática e inclusiva.

A pesquisa demonstrou que um design centrado no usuário, fundamentado em um processo iterativo de prototipação e testes, é crucial para o sucesso de tecnologias educacionais. A avaliação da primeira versão do protótipo revelou rupturas de comunicabilidade que foram superadas no redesign, resultando em uma interface com usabilidade classificada como "excelente" e uma experiência de aprendizado mais fluida e intuitiva. A principal conclusão é que a colaboração interdisciplinar e a aplicação rigorosa de métodos de avaliação foram determinantes para traduzir a intenção do projeto em uma experiência de uso eficaz para o público-alvo.

As contribuições deste estudo são multifacetadas: oferece-se uma ferramenta pedagógica funcional, o "Hora da Libras", com potencial para auxiliar crianças surdas e suas famílias; contribui-se com diretrizes de design para a criação de interfaces acessíveis para este público; e reforça-se a importância da sinergia entre o Design e a Fonoaudiologia. O trabalho evidencia que é possível criar soluções que atendam simultaneamente a usuários surdos e ouvintes, sem comprometer a clareza e a acessibilidade, ao equilibrar a linguagem visual com a textual.

Por fim, é importante destacar algumas limitações encontradas neste estudo. A amostra de participantes, embora selecionada para abranger diferentes níveis de proficiência em Libras, contemplou uma ampla faixa etária (5 a 10 anos), o que implica em variações significativas no desenvolvimento cognitivo e motor. Sugere-se que pesquisas futuras possam focar em grupos etários mais específicos para analisar as necessidades de cada fase do desenvolvimento infantil de forma mais aprofundada. Além disso, recomenda-se a realização de avaliações longitudinais para medir o impacto educacional do aplicativo a longo prazo e a exploração de mecânicas de gamificação mais avançadas, como narrativas interativas, para aumentar o engajamento dos usuários.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DO ESTADO DE SÃO PAULO (ALESP). **Projeto da FDE garante ensino de Libras para alunos surdos e ouvintes**. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/noticia/?id=428203>. Acesso em: 30 mar. 2025.

BATISTA, Cláudia; ALMEIDA, Igor; MENDES, Leila. Jogos digitais acessíveis para o ensino de Libras: uma revisão da literatura. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 31, n. 1, p. 1–20, 2023.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2022**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 1 mar. 2024.

BRASIL. Lei nº 10.436, de 24 de abril de 2002. Dispõe sobre a Língua Brasileira de Sinais – Libras e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 25 abr. 2002. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/2002/L10436.htm. Acesso em: 12 mar. 2021.

BRASIL. Lei nº 8.069, de 13 de julho de 1990. Estatuto da Criança e do Adolescente. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 16 jul. 1990. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8069.htm. Acesso em: 6 abr. 2025.

BROWN, Tim. Design thinking. **Harvard Business Review**, jun. 2008. Disponível em: <https://hbr.org/2008/06/design-thinking>. Acesso em: 8 abr. 2025.

CAMPBELLO, Ana Regina. **Aspectos da visualidade na educação de surdos**. 2008. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

CARRILHO, M. C. S. **“Hora da Libras”: jogo digital para desenvolvimento semântico-lexical e da consciência fonológica da Língua Brasileira de Sinais como primeira língua**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Fonoaudiologia) – Universidade Federal Fluminense, Instituto de Saúde de Nova Friburgo, Nova Friburgo, 2023.

COLE, Michael; WERTSCH, James V. A teoria sociocultural: novas ideias para a prática e pesquisa educacional. In: STEINER, V.; SOUZA, D. (Org.). **Psicologia, sociedade e educação**. São Paulo: Cortez, 1996. p. 83–107.

DE SOUZA, Clarisse Sieckenius; BARBOSA, Simone Diniz Junqueira; PRATES, Raquel Oliveira. A semiotic engineering approach to user interface design. **Knowledge-Based Systems**, v. 14, n. 8, p. 461-465, 2001.

DIZEU, Liliane Correia Toscano de Brito; CAPORALI, Sueli Aparecida. A língua de sinais constituindo o surdo como sujeito. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 26, n. 91, p. 583-597, maio/ago. 2005.

DONDIS, Donis A. **Sintaxe da linguagem visual**. São Paulo: Martins Fontes, 1973.

FINO, Cíntia Helena dos Santos. **Contribuições de Vygotsky para a educação escolar contemporânea**. Curitiba: UNICENTRO, 2001.

GRIER, R. A. The System Usability Scale: beyond standard usability testing. In: **Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting**, v. 57, n. 1, p. 187–191, 2013.

HOUSER, Nathan; KLOESEL, Christian. **The Essential Peirce: selected philosophical writings**. Bloomington, IN: Indiana University Press, 1992-1998. 2 v.

HYZY, Maciej et al. System Usability Scale benchmarking for digital health apps: meta-analysis. **JMIR mHealth and uHealth**, v. 10, n. 8, e37290, 2022. Disponível em: <https://mhealth.jmir.org/2022/8/e37290>. Acesso em: 26 nov. 2024.

LODI, A. C. B. A educação de surdos e o reconhecimento da diferença. **Revista Brasileira de Educação**, v. 11, n. 32, p. 354–365, 2006.

LODI, Ana Claudia Balieiro; MOURA, Maria Cecília de. Primeira língua e constituição do sujeito: uma transformação social. **ETD**, [online], v. 7, n. 2, p. 1–13, 2006.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

NIELSEN, Jakob. Usability inspection methods. In: **Conference Companion on Human Factors in Computing Systems (CHI '94)**. New York: ACM, 1994. p. 413–414.

NIEMEYER, Lucy. **Elementos da semiótica aplicados ao design**. Rio de Janeiro: 2AB, 2003.

PAGAIME, R. et al. Educação bilíngue e políticas públicas para surdos no Brasil: desafios e perspectivas. **Cadernos de Educação**, v. 58, p. 203–225, 2022.

PRATES, R. O.; DE SOUZA, C. S.; BARBOSA, S. D. J. A method for evaluating the communicability of user interfaces. **Interactions**, v. 7, n. 1, p. 31–38, 2000.

PREISER, Wolfgang F. E.; SMITH, Korydon H. (ed.). **Universal design handbook**. 2. ed. New York: McGraw-Hill, 2011.

REILY, L. A visualidade na educação de surdos: uma revisão sistemática da literatura. **Revista Educação**, v. 16, n. 1, p. 29–35, 2021.

SAMAN, F. I.; SHARIFF, N. F. M.; NASARUDDIN, N. I. S. **i-Sign: sign language learning application via gamification**. Malásia: Universiti Teknologi Mara, 2019.

SHIMAZAKI, A. K.; MENEGASSI, R.; FELLINI, M. Impactos do ensino remoto na educação de crianças surdas durante a pandemia. **Revista Brasileira de Educação Especial**, v. 26, n. 4, p. 547–564, 2020.

SJÖSTRÖM, Jonas; GOLDKUHL, Göran. The semiotics of user interfaces: a socio-pragmatic perspective. In: LIU, K. (Ed.). **Virtual, Distributed and Flexible Organisations: Studies in Organisational Semiotics**. The Netherlands: Kluwer Academic Publisher, 2004. p. 217-236.

SOUZA, J. L. B.; ANDRADE, V. H. R. A pedagogia visual e o uso das tecnologias no processo de ensino-aprendizagem do aluno surdo. **Revista Extensão & Sociedade**, v. 13, n. 2, p. 1–16, 2024.

SOUZA, J. L. B.; ANDRADE, V. H. R. **Hora da Libras: um aplicativo para o ensino da Língua Brasileira de Sinais como primeira língua**. 2024. Trabalho de Conclusão

de Curso (Sistemas de Informação) – Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, Nova Friburgo, 2024.

VYGOTSKY, Lev Semionovich. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. 6. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

ANEXOS

ANEXO A – Parecer de Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da UFF (Polo Nova Friburgo)

POLO UNIVERSITÁRIO DE
NOVA FRIBURGO DA
UNIVERSIDADE FEDERAL
FLUMINENSE - UFF



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DA EMENDA

Título da Pesquisa: Processo de produção, aplicação e avaliação de jogo digital (aplicativo) para desenvolvimento semântico-lexical e da consciência fonológica da Língua Brasileira de Sinais

Pesquisador: Priscila Starosky

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 58500022.1.0000.5626

Instituição Proponente: Universidade Federal Fluminense - Pólo de Nova Friburgo

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.760.627

Apresentação do Projeto:

De acordo com arquivo anexado [¿PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_2301891_E1.pdf¿](#) em 18/03/2024 às 14:38:18, onde lê-se:

O referido projeto apresenta um estudo qualitativo transversal e experimental sobre o desenvolvimento, a aplicação e a avaliação de um jogo digital (aplicativo) para o trabalho com os níveis semântico-lexical e fonológico da Língua Brasileira de Sinais.

Para realizar tal propósito, os métodos predominantes utilizados para a produção, implementação e avaliação do protótipo do jogo (aplicativo) serão o Design Thinking (BROWN; WYATT, 2021) e o Design Science Research (DSR) (DRESCH; LACERDA; ANTUNES, 2015). Serão realizadas as seguintes etapas:

A) Imersão e Conscientização: da problematização da realidade a que o produto será aplicado à fundamentação (estudo teórico);

B) Ideação e Sugestão: realização de [¿brainstorming¿](#) para a construção do design do jogo e a definição dos objetivos;

C) Prototipação e Desenvolvimento: desenvolvimento do protótipo do jogo (aplicativo) materializando as idéias previamente concebidas.

D) Avaliação: utilização e avaliação do protótipo por parte de 25 crianças e adolescentes surdos; 25 familiares ou cuidador principal, 10 Profissionais fonoaudiólogos ou professores e 10

Endereço: Rua Dr. Silvio Henrique Braune, 22, Sala 01, Mezanino, 2º andar, anexo - Centro, Nova Friburgo, CEP
Bairro: CENTRO **CEP:** 28.625-650
UF: RJ **Município:** NOVA FRIBURGO
Telefone: (22)98101-2753 **E-mail:** cep.isnf.comite@id.uff.br

POLO UNIVERSITÁRIO DE
NOVA FRIBURGO DA
UNIVERSIDADE FEDERAL
FLUMINENSE - UFF



Continuação do Parecer: 6.760.627

estagiários de fonoaudiologia.

E) Conclusão: com base na análise dos resultados do feedback dos participantes ao qual foi aplicado o protótipo, é realizado o seu aprimoramento. O protótipo pode passar por vários ciclos de avaliação e aprimoramento até chegar à sua versão final que seria a sua conclusão propriamente dita. As etapas A, B e C estão sendo realizadas pelos pesquisadores da Universidade Federal Fluminense (instituição proponente) e do Centro Federal de Educação Tecnológica (CEFET/RJ) de Nova Friburgo (instituição co-participante).

A etapa de avaliação do aplicativo será realizada no Ambulatório de Surdez do Instituto de Neurologia Deolindo Couto da Universidade Federal do Rio de Janeiro (instituição co-participante) e no Estágio em Surdez do Curso de Fonoaudiologia da Universidade Federal Fluminense (instituição proponente), tendo como participantes crianças e adolescentes surdos atendidos nestes serviços, seus familiares e/ou cuidadores principais e estagiários. A etapa E será realizada pelas três instituições.

Antes do uso do aplicativo, as crianças e adolescentes surdos participantes do estudo serão avaliadas quanto ao vocabulário e à consciência fonológica da Libras, durante os atendimentos fonoaudiológicos, por meio das avaliações padronizadas: ABFW ζ vocabulário (ANDRADE, 2004) e avaliação de Língua de Sinais e Cognição (LISCO) - Triagem do nível fonético-fonológico (BARBOSA; NEVES, 2017).

Após a avaliação, ainda nesta etapa, será disponibilizado aos participantes o software (aplicativo) para instalação em dispositivos como celulares e tablets aos quais tenham acesso com as orientações e apoio necessários da equipe de pesquisa. Os participantes, também, poderão optar pela utilização do software em dispositivos disponibilizados pela equipe de pesquisa.

A instalação do software será realizada pela equipe de pesquisa em momento oportuno aos participantes. A utilização do software poderá ser realizada durante os atendimentos fonoaudiológicos em momentos definidos pelos estagiários responsáveis e/ou em momentos oportunos aos demais participantes - crianças e familiares cuidadores responsáveis ζ no caso em que o software for instalado nos dispositivos disponibilizados por estes. O processo de utilização do software será orientado pela equipe de pesquisa aos estagiários responsáveis pelos atendimentos e aos familiares que disponibilizarem seus dispositivos para instalação. No momento de uso do software nos atendimentos fonoaudiológicos, poderão ser realizadas observações in loco e/ou gravações em vídeo da interação da criança/estagiário/familiar com o aplicativo. Após o uso do aplicativo, os participantes adultos (estagiários, profissionais e

Endereço: Rua Dr. Sílvio Henrique Braune, 22, Sala 01, Mezanino, 2º andar, anexo - Centro, Nova Friburgo, CEP
Bairro: CENTRO **CEP:** 28.625-650
UF: RJ **Município:** NOVA FRIBURGO
Telefone: (22)98101-2753 **E-mail:** cep.isnf.comite@id.uff.br

POLO UNIVERSITÁRIO DE
NOVA FRIBURGO DA
UNIVERSIDADE FEDERAL
FLUMINENSE - UFF



Continuação do Parecer: 6.760.627

familiares) responderão a uma entrevista semiestruturada e o questionário adaptado do Suitability Assessment of Materials - SAM (Anexo 1) para o Português (SOUSA; TURRINI; POVEDA, 2015). Os critérios de inclusão serão participantes com idade de 3 anos a 18 anos, com perda auditiva bilateral neurossensorial de grau severo a profundo, pré lingual, ou seja, de acometimento anterior ou ao longo do desenvolvimento linguístico de modalidade oral. Serão incluídos familiares que sejam os cuidadores principais das crianças e adolescentes participantes. Serão incluídos(as) estagiários(as) dos locais/serviços em que a pesquisa será realizada que sejam os responsáveis pelos atendimentos fonoaudiológicos das crianças e adolescentes participantes. No caso de perda pré-lingual, considera-se, também, para esse critério ter sido acometido antes dos 6 (seis) anos completos.

Os critérios de exclusão serão participantes Serão excluídos os participantes que apresentem deficiência visual, ou seja, cegueira ou baixa visão. Os referenciais de cegueira e baixa visão são da PORTARIA Nº 3.128, DE 24 DE DEZEMBRO DE 2008.

Além da avaliação qualitativa da entrevista realizada com os juízes (estagiários e profissionais de fonoaudiologia, familiares e educadores), os resultados obtidos por meio do questionário serão avaliados item por item, por meio do Índice de Validade de Conteúdo (IVC). Nesta análise, os itens são considerados válidos se alcançarem porcentagem de concordância entre os juízes, com um nível pré-estabelecido de 0,8 ou 80%. O IVC para cada item é calculado dividindo-se o número de juízes que valoraram o item com score equivalente pelo total de juízes (SOUSA; TURRINI; POVEDA, 2015). Os itens que não alcançarem o valor de 0,8 serão alvo de aprimoramento.

A análise dos dados será realizada por meio da avaliação das interações entre os participantes com o software e entre si durante o seu uso. A análise das entrevistas semi estruturadas realizadas com os participantes será realizada por meio da análise de conteúdo, que poderá sistematizar categorias a partir dos objetivos do estudo, realizando a avaliação qualitativa da aplicação da ferramenta. E, por fim, será realizada a análise comparativa entre as avaliações padronizadas realizadas individualmente com as crianças e adolescentes surdos antes e depois do estudo. Os resultados dessas avaliações não serão comparados entre os participantes pela heterogeneidade de idades e do desenvolvimento linguístico e cognitivo que apresentam.

Objetivo da Pesquisa:

De acordo com arquivo anexado PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_2301891_E1.pdf, em

Endereço: Rua Dr. Sílvio Henrique Braune, 22, Sala 01, Mezanino, 2º andar, anexo - Centro, Nova Friburgo, CEP
Bairro: CENTRO **CEP:** 28.625-650
UF: RJ **Município:** NOVA FRIBURGO
Telefone: (22)98101-2753 **E-mail:** cep.isnf.comite@id.uff.br

POLO UNIVERSITÁRIO DE
NOVA FRIBURGO DA
UNIVERSIDADE FEDERAL
FLUMINENSE - UFF



Continuação do Parecer: 6.760.627

18/03/2024 às 14:38:18, onde lê-se:

Objetivo Primário:

Este estudo tem como objetivo primário o desenvolvimento e aplicação de um jogo digital (aplicativo) voltados à aquisição dos níveis semântico-lexical e fonológico da Língua Brasileira de Sinais de sujeitos surdos.

Objetivo Secundário:

Este estudo tem como objetivo secundário a avaliação do uso do jogo digital (aplicativo) voltado à aquisição dos níveis semântico-lexical e fonológico da Língua Brasileira de Sinais por sujeitos surdos.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

De acordo com arquivo anexado [¿PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_2301891_E1.pdf¿](#) em 18/03/2024 às 14:38:18, onde lê-se:

Riscos: ¿A pesquisadora responsável e a equipe de pesquisa admitem que os procedimentos que envolvem o estudo podem acarretar aos participantes danos, riscos ou desconfortos relativos às dimensões psicológica, intelectual, emocional, física, moral, social, cultural ou espiritual, tais como: constrangimento e/ou cansaço ao responder a entrevista; fadiga ou cansaço de manipular os jogos, desconforto; medo; vergonha; estresse; quebra de sigilo ou anonimato, entre outros. Um dos procedimentos, para que riscos, danos e desconfortos sejam evitados, será a explanação e esclarecimentos, pelas pesquisadoras, a todos os participantes do estudo, sobre os objetivos e etapas de realização da pesquisa em linguagem apropriada por meio do TALE e TCLE e/ou outros meios que sejam necessários, como por exemplo, apresentar detalhadamente, no momento da explanação, o jogo digital e o seu funcionamento, desde a instalação no dispositivo até sua usabilidade, para crianças e familiares para que avaliem os riscos envolvidos, entre outros a serem avaliados e executados neste momento). Para assegurar a confidencialidade e a privacidade, assim como a proteção da imagem e a não estigmatização, a identidade dos participantes do estudo, especialmente dos mais vulneráveis - crianças e estagiários - será preservada por meio do uso de nomes fictícios nos textos da pesquisa que serão divulgados, pela manutenção das gravações em vídeo, durante a execução da pesquisa, nos prontuários das crianças em seus respectivos serviços de origem e do descarte desses registros, depois da sistematização e análise dos dados do estudo. Não serão utilizados no estudo dados socioeconômicos e culturais dos participantes. A não obtenção dos benefícios descritos e da hipótese inicial do estudo não ser confirmada também podem ser

Endereço: Rua Dr. Sílvio Henrique Braune, 22, Sala 01, Mezanino, 2º andar, anexo - Centro, Nova Friburgo, CEP
Bairro: CENTRO **CEP:** 28.625-650
UF: RJ **Município:** NOVA FRIBURGO
Telefone: (22)98101-2753 **E-mail:** cep.isnf.comite@id.uff.br

POLO UNIVERSITÁRIO DE
NOVA FRIBURGO DA
UNIVERSIDADE FEDERAL
FLUMINENSE - UFF



Continuação do Parecer: 6.760.627

considerados riscos aos participantes. Estes riscos são minimizados pelo fato das avaliações pré e pós e o uso do jogo digital estarem sendo aplicados ao contexto do atendimento fonoaudiológico das crianças e adolescentes surdos e estarem sujeitos a não trazerem benefícios ou necessitar de adequações ou, até mesmo, de serem descartados do plano de cuidados assim como qualquer outra estratégia/atividade. A equipe de pesquisa compromete-se em estar atenta a esse aspecto, não utilizando preferencialmente jogo digital em detrimento de outras atividades/estratégias que constam nos planos de cuidados, e redirecionando ou não utilizando o jogo, caso seja avaliado, no processo, que não seja uma estratégia adequada. No caso do uso de dispositivos disponibilizados pelos participantes, a equipe se responsabilizará pelo processo de instalação e desinstalação e qualquer dano resultante desse processo.¿

Benefícios: ¿O benefício direto às crianças e seus familiares será o possível aprimoramento comunicativo e linguístico em Libras com o uso do jogo (aplicativo). Os ganhos diretos aos estagiários responsáveis pelos atendimentos é o possível aprimoramento da sua formação ao participarem da aplicação da proposta de uso de jogo digital e da compreensão dos possíveis benefícios destes para o desenvolvimento infantil, especialmente no contexto da surdez. Indiretamente, esperamos que o estudo traga benefícios no que se refere ao desenvolvimento de novas tecnologias adaptadas ¿ jogos digitais com fins específicos - a sujeitos surdos originários de famílias ouvintes, a serem usados nos contextos fonoaudiológico, pedagógico e familiar, com o objetivo de impulsionar o desenvolvimento linguístico da Libras de surdos e ouvintes, favorecendo a sua comunicação e socialização.¿

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

De acordo com arquivo anexado ¿PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_2301891_E1.pdf¿ em 18/03/2024 às 14:38:18, onde lê-se:

Trata-se de um estudo qualitativo transversal e experimental sobre o desenvolvimento, a aplicação e a avaliação de um jogo digital (aplicativo) para o trabalho com os níveis semântico-lexical e fonológico da Língua Brasileira de Sinais, com previsão de desdobramento entre Abril a Dezembro de 2024, realizado no Brasil. Financiamento próprio no valor de 100,00 reais.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Vide campo Conclusões e Pendências e Lista de inadequações.

Endereço: Rua Dr. Sílvio Henrique Braune, 22, Sala 01, Mezanino, 2º andar, anexo - Centro, Nova Friburgo, CEP
Bairro: CENTRO **CEP:** 28.625-650
UF: RJ **Município:** NOVA FRIBURGO
Telefone: (22)98101-2753 **E-mail:** cep.isnf.comite@id.uff.br

**POLO UNIVERSITÁRIO DE
NOVA FRIBURGO DA
UNIVERSIDADE FEDERAL
FLUMINENSE - UFF**



Continuação do Parecer: 6.760.627

Recomendações:

Vide campo Conclusões e Pendências e Lista de inadequações.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Sem pendências.

Considerações Finais a critério do CEP:

Diante do exposto, O Comitê de ética em Pesquisa - CEP, de acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS 466, de acordo com 2012, e na norma Operacional no 001, de 2013 do CNS, prevê pendências que devem ser respondidas exclusivamente pelo pesquisador responsável, no prazo de 30 dias, a partir da data de envio do parecer pelo CEP. Após esse prazo, o protocolo de pesquisa deverá ser arquivado, e a tramitação encerrará. As pendências devem ser respondidas por meio de carta resposta, ordenadas, apresentando as respostas as pendências. Os documentos deverão ser apresentados com marcação colorida nos trechos onde ocorreram alterações.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_230189_1_E1.pdf	18/03/2024 14:38:18		Aceito
Parecer Anterior	PB_PARECER_CONSUBSTANCIADO_CEP_5458603.pdf	18/03/2024 14:35:28	Priscila Starosky	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	ParecerComissaoPesquisaISNF.pdf	18/03/2024 14:34:39	Priscila Starosky	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoDetalhadoEmenda.pdf	18/03/2024 14:30:20	Priscila Starosky	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLEmaiorEmenda.docx	18/03/2024 14:28:14	Priscila Starosky	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLEmenorEmenda.docx	18/03/2024 14:28:04	Priscila Starosky	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	DeclaracaoAnuencialNES.pdf	18/03/2024 14:27:25	Priscila Starosky	Aceito

Endereço: Rua Dr. Sílvio Henrique Braune, 22, Sala 01, Mezanino, 2º andar, anexo - Centro, Nova Friburgo, CEP
Bairro: CENTRO **CEP:** 28.625-650
UF: RJ **Município:** NOVA FRIBURGO
Telefone: (22)98101-2753 **E-mail:** cep.isnf.comite@id.uff.br

POLO UNIVERSITÁRIO DE
NOVA FRIBURGO DA
UNIVERSIDADE FEDERAL
FLUMINENSE - UFF



Continuação do Parecer: 6.760.627

Folha de Rosto	FolhaderostoEmendaAssinada.pdf	18/03/2024 14:24:30	Priscila Starosky	Aceito
Outros	declaracao.pdf	07/06/2022 14:34:11	Marcio Almeida Nicolau	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	InstituicaoCoparticipanteServicoFono.pdf	06/05/2022 15:57:33	Priscila Starosky	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	InstituicaoCoparticipanteINDC.pdf	06/05/2022 15:54:22	Priscila Starosky	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	InstituicaoCoparticipanteCEFET.pdf	06/05/2022 15:54:14	Priscila Starosky	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

NOVA FRIBURGO, 12 de Abril de 2024

Assinado por:
Renato Guimarães Varges
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Dr. Sílvio Henrique Braune, 22, Sala 01, Mezanino, 2º andar, anexo - Centro, Nova Friburgo, CEP
Bairro: CENTRO **CEP:** 28.625-650
UF: RJ **Município:** NOVA FRIBURGO
Telefone: (22)98101-2753 **E-mail:** cep.isnf.comite@id.uff.br

**ANEXO B – Parecer de Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa do
INDC/UFRJ**



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

Elaborado pela Instituição Coparticipante

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Processo de produção, aplicação e avaliação de jogo digital (aplicativo) para desenvolvimento semântico-lexical e da consciência fonológica da Língua Brasileira de Sinais

Pesquisador: Priscila Starosky

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 58500022.1.3001.5261

Instituição Proponente: Instituto de Neurologia Deolindo Couto - INDC/UFRJ

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.570.162

Apresentação do Projeto:

Estudo multicêntrico que trata do desenvolvimento e aplicação de um jogo digital(aplicativo) voltado à aquisição dos níveis semântico-lexical e fonológico da Língua Brasileira de Sinais de crianças e adolescentes surdos. As etapas iniciais do estudo serão realizadas pelos pesquisadores da Universidade Federal Fluminense (instituição proponente) e do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca – campus Nova Friburgo (CEFET/NF - instituição co-participante). A etapa intermediária de avaliação do aplicativo será realizada no Ambulatório de Surdez do Serviço de Fonoaudiologia do Instituto de Neurologia Deolindo Couto (INDC) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (instituição co-participante) e no Estágio em Surdez do Curso de Fonoaudiologia da Universidade Federal Fluminense (instituição proponente). A etapa final será realizada pelas três instituições.

A amostra de participantes será estabelecida por conveniência, a partir das crianças e adolescentes surdas (n=15), familiares/cuidadores (n=15) e estagiários (n=10) que estarão vinculados aos serviços de Fonoaudiologia nos quais e no momento que o estudo será realizado. A faixa etária

Endereço: Av. Venceslau Brás 95

Bairro: Botafogo

CEP: 22.290-140

UF: RJ

Município: RIO DE JANEIRO

Telefone: (21)3938-5638

E-mail: cep@indc.ufrj.br



Continuação do Parecer: 5.570.162

dos participantes surdos do estudo será dos 3 anos aos 18 anos. Foi estimada, portanto uma população total a ser estudada em torno de 40 participantes.

Serão incluídos no estudo crianças e adolescentes, de 3 anos a 18 anos, com perda auditiva bilateral neurossensorial de grau severo a profundo, pré lingual, ou seja, de acometimento anterior ou ao longo do desenvolvimento linguístico de modalidade oral.

Serão incluídos familiares que sejam os cuidadores principais das crianças e adolescentes participantes. Serão incluídos(as) estagiários(as) dos locais/serviços em que a pesquisa será realizada que sejam os responsáveis pelos atendimentos fonoaudiológicos das crianças e adolescentes participantes. Serão excluídos os participantes que apresentem deficiência visual, ou seja, cegueira ou baixa visão.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Este estudo tem como objetivo primário o desenvolvimento e aplicação de um jogo digital (aplicativo) voltados à aquisição dos níveis semântico-lexical e fonológico da Língua Brasileira de Sinais de sujeitos surdos.

Objetivo Secundário:

Este estudo tem como objetivo secundário a avaliação do uso do jogo digital (aplicativo) voltado à aquisição dos níveis semântico-lexical e fonológico da Língua Brasileira de Sinais por sujeitos surdos.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

RISCOS:

Os procedimentos que envolvem o estudo podem acarretar aos participantes danos, riscos ou desconfortos relativos às dimensões psicológica, intelectual, emocional, física, moral, social, cultural ou espiritual, tais como: constrangimento e/ou cansaço ao responder a entrevista; fadiga ou cansaço de manipular os jogos, desconforto; medo; vergonha; estresse; quebra de sigilo ou anonimato, entre outros.

A não obtenção dos benefícios descritos e da hipótese inicial do estudo não ser confirmada também podem ser considerados riscos aos participantes.

Endereço: Av. Venceslau Brás 95	CEP: 22.290-140
Bairro: Botafogo	
UF: RJ	Município: RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)3938-5638	E-mail: cep@indc.ufrj.br



Continuação do Parecer: 5.570.162

O pesquisador refere estratégias para evitar a presença de alguns desses riscos , como:

1. A não obtenção dos benefícios descritos e da hipótese inicial do estudo não ser confirmada também podem ser considerados riscos aos participantes e;
2. A confidencialidade e a privacidade, assim como a proteção da imagem e a não estigmatização, a identidade dos participantes do estudo, especialmente dos mais vulneráveis - crianças e estagiários - será preservada por meio do uso de nomes fictícios nos textos da pesquisa que serão divulgados, pela manutenção das gravações em vídeo, durante a execução da pesquisa, nos prontuários das crianças em seus respectivos serviços de origem e do descarte desses registros, depois da sistematização e análise dos dados do estudo. Não serão utilizados no estudo dados socioeconômicos e culturais dos participantes;
3. A não obtenção dos benefícios descritos e da hipótese inicial do estudo não ser confirmada também podem ser considerados riscos aos participantes. Estes riscos são minimizados pelo fato das avaliações pré e pós e o uso do jogo digital estarem sendo aplicados ao contexto do atendimento fonoaudiológico das crianças e adolescentes surdos e estarem sujeitos a não trazerem benefícios ou necessitar de adequações ou, até mesmo, de serem descartados do plano de cuidados assim como qualquer outra estratégia/atividade. A equipe de pesquisa compromete-se em estar atenta a esse aspecto, não utilizando preferencialmente jogo digital em detrimento de outras atividades/estratégias que constam nos planos de cuidados, e redirecionando ou não utilizando o jogo, caso seja avaliado, no processo, que não seja uma estratégia adequada.

No caso do uso de dispositivos disponibilizados pelos participantes, a equipe se responsabilizará pelo processo de instalação e desinstalação e qualquer dano resultante desse processo.

BENEFÍCIOS:

1. O benefício direto às crianças e seus familiares será o possível aprimoramento comunicativo e linguístico em Libras com o uso do jogo (aplicativo);
2. Os ganhos diretos aos estagiários responsáveis pelos atendimentos é o possível aprimoramento

Endereço: Av. Venceslau Brás 95		CEP: 22.290-140
Bairro: Botafogo		
UF: RJ	Município: RIO DE JANEIRO	
Telefone: (21)3938-5638	E-mail: cep@indc.ufrj.br	



Continuação do Parecer: 5.570.162

da sua formação ao participarem da aplicação da proposta de uso de jogo digital e da compreensão dos possíveis benefícios destes para o desenvolvimento infantil, especialmente no contexto da surdez;

3.O estudo trará benefícios no que se refere ao desenvolvimento de novas tecnologias adaptadas - jogos digitais com fins específicos - a sujeitos surdos originários de famílias ouvintes, a serem usados nos contextos fonoaudiológico, pedagógico e familiar, com o objetivo de impulsionar o desenvolvimento linguístico da Libras de surdos e ouvintes, favorecendo a sua comunicação e socialização.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Trata-se de um estudo multicêntrico com participação do UFF, CEFET e INDC/UFRJ, com amostra de 40 participantes dentre crianças/adolescentes, familiares/cuidadores e estagiários. É viável, de baixo custo e de importância clínica, com ganhos para os pacientes, estagiários e pesquisadores, já tendo sido aprovado pelo CEP UFF e autorizado no CEFET.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Docs anexados na plataforma:

Os termos estavam adequados e em resposta as exigências, os pesquisadores incluíram, além dos demais e da carta de resposta, os seguintes termos revisados:

- 1.TCLEs menor e maior formato INDC;
- 2.Termo de Assentimento (TA) adequado
- 3.Projeto detalhado com entrevista completa.

*O pesquisador informou que o documento a esclarecer foi anexado no projeto equivocadamente.

Recomendações:

O pesquisador atendeu as exigências e não há mais recomendações.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Projeto aprovado

Considerações Finais a critério do CEP:

Endereço: Av. Venceslau Brás 95	CEP: 22.290-140
Bairro: Botafogo	
UF: RJ	Município: RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)3938-5638	E-mail: cep@indc.ufrj.br



Continuação do Parecer: 5.570.162

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1964025.pdf	22/07/2022 17:47:55		Aceito
Outros	RespostaAoParecerINDC.pdf	22/07/2022 17:46:56	Priscila Starosky	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoDetalhadoComEntrevistaCompleta.pdf	22/07/2022 17:45:25	Priscila Starosky	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE_UFRJ.docx	22/07/2022 17:44:32	Priscila Starosky	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLEmenor_UFRJ.docx	22/07/2022 17:44:17	Priscila Starosky	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLEmaior_UFRJ.docx	22/07/2022 17:43:54	Priscila Starosky	Aceito
Outros	FolhadeRosto_Assinada.pdf	07/06/2022 14:34:21	Marcio Almeida Nicolau	Aceito
Outros	declaracao.pdf	07/06/2022 14:34:11	Marcio Almeida Nicolau	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLEmenor.pdf	03/06/2022 17:10:47	Priscila Starosky	Aceito
Outros	Resposta_Parecer.pdf	03/06/2022 17:07:34	Priscila Starosky	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE.pdf	06/05/2022 15:53:41	Priscila Starosky	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Detalhado.pdf	06/05/2022 15:49:09	Priscila Starosky	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:**Endereço:** Av. Venceslau Brás 95**Bairro:** Botafogo**CEP:** 22.290-140**UF:** RJ**Município:** RIO DE JANEIRO**Telefone:** (21)3938-5638**E-mail:** cep@indc.ufrj.br



Continuação do Parecer: 5.570.162

Não

RIO DE JANEIRO, 08 de Agosto de 2022

Assinado por:
CLAUDIA MARCIA NACIF DRUMMOND
(Coordenador(a))

Endereço: Av. Venceslau Brás 95
Bairro: Botafogo **CEP:** 22.290-140
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)3938-5638 **E-mail:** cep@indc.ufrj.br

