

Alfabetizando: Uma Proposta de Aplicativo com Comunicação Alternativa e Aumentativa para Crianças Autistas Não Verbais

Thais de Cassia Hipolito Souza¹, M.a Bianca Portes de Castro²

{thais3225}@gmail.com, {bianca.castro}@ifsudestemg.edu.br

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais
Rio Pomba – MG – Brazil

Abstract. *This work presents the development and evaluation of the Alfabetizando app, designed to support the literacy process of non-verbal autistic children. The main focus was on accessibility, with visual and auditory feedback and an intuitive interface. The research involved interviews with specialists from inclusion centers and support associations for people with disabilities, as well as manual and automated testing to assess usability and compliance with accessibility guidelines. The results indicate that the app meets the main needs, although improvements are still needed in navigation and button visibility. The project is open-source, encouraging contributions for continuous enhancement.*

Resumo. *Este trabalho descreve o desenvolvimento e a avaliação do aplicativo Alfabetizando, criado para apoiar a alfabetização de crianças autistas não verbais. O foco principal foi garantir acessibilidade, com respostas visuais e auditivas e uma interface intuitiva. A pesquisa incluiu entrevistas com especialistas de centros de inclusão e associações de apoio a pessoas com deficiência, além de testes manuais e automatizados para verificar usabilidade e conformidade com diretrizes de acessibilidade. Os resultados mostram que a aplicação atende às necessidades principais, embora ainda exija melhorias na navegação e na visibilidade dos botões. O trabalho é de código aberto, incentivando contribuições para seu aperfeiçoamento contínuo.*

1. Introdução

Uma etapa importante no percurso educacional de crianças com autismo é a transição para o processo de alfabetização [Bastos 2018]. Essa etapa, que envolve a evolução das habilidades pré-alfabetizadoras para as de leitura e escrita, representa um marco fundamental no desenvolvimento educacional dessas crianças. No entanto, pode ser desafiadora para crianças não verbais, que enfrentam dificuldades de comunicação e expressão.

Além disso, crianças com autismo e outras necessidades especiais, como o Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH), também enfrentam obstáculos significativos em seu percurso educacional [da Cruz and Coelho 2022]. Dificuldades como falta de atenção, impulsividade e desorganização podem impactar negativamente seu desempenho acadêmico e social. Nesse cenário, a tecnologia assistiva¹ desempenha um papel importante, ao oferecer suporte e ferramentas adaptativas que favorecem o sucesso educacional e a inclusão [Proença et al. 2019].

¹Conjunto de recursos e serviços que promovem uma melhor qualidade de vida para as pessoas com deficiência.

Atualmente, diversas abordagens — desde suportes educacionais específicos até estratégias de interação social — têm sido empregadas para auxiliar crianças autistas não verbais nesse processo. Contudo, as limitações dessas soluções evidenciam a necessidade de inovação e adaptação [Menezes 2021]. Uma alternativa promissora é o uso combinado de tecnologia assistiva e digital, com foco em mobilidade e usabilidade, consolidando-se como recurso pedagógico valioso para crianças com Transtorno do Espectro Autista (TEA) [de Freitas Reis et al. 2020].

Apesar da variedade de aplicativos móveis voltados para esse público, muitos enfrentam desafios práticos no uso cotidiano, como limitações de personalização, ausência de gratuidade e a descontinuidade das ferramentas. Destaca-se essa última, considerando que crianças autistas costumam ter forte apego à rotina e apresentam rigidez cognitiva. A interrupção no uso de uma ferramenta familiar pode causar estresse e dificultar o aprendizado. Além disso, compromete o trabalho de educadores, que precisam se adaptar a novas ferramentas, impactando a qualidade do ensino e o desenvolvimento dessas crianças.

Diante disso, o presente trabalho de pesquisa propõe o desenvolvimento de uma alternativa de código aberto e gratuita, alinhada às diretrizes de Interação Humano-Computador (IHC) e aos requisitos de acessibilidade, que promova a inclusão e o desenvolvimento das habilidades de comunicação de crianças autistas não verbais e de suas famílias.

2. Referencial Teórico

Esta sessão apresenta os principais conceitos necessários para melhor compreensão deste trabalho.

2.1. Transtorno do Espectro Autista (TEA)

O Transtorno do Espectro Autista (TEA) é uma condição do neurodesenvolvimento caracterizada por dificuldades na comunicação social, comportamentos repetitivos e alterações sensoriais, com manifestações que variam entre os indivíduos [Association 2002, World Health Organization 2024].

Historicamente associado a estigmas, o entendimento sobre o autismo evoluiu para uma abordagem mais ampla e inclusiva, que valoriza a diversidade das experiências cognitivas e sensoriais. Atualmente, o TEA é classificado pelo DSM-5 e pela CID-11 sob um espectro contínuo, incluindo formas anteriormente separadas, como a síndrome de Asperger e o autismo clássico [Correia et al. 2023]. Esta mudança reflete a complexidade e variabilidade do transtorno, exigindo intervenções personalizadas e fundamentadas em práticas inclusivas.

Dentro desse espectro, as diferenças comunicativas entre crianças autistas verbais e não verbais são marcantes. Enquanto as verbais desenvolvem algum nível de fala, ainda que com dificuldades pragmáticas, as não verbais dependem de recursos alternativos como gestos, pictogramas, dispositivos de comunicação aumentativa e alternativa (CAA) e linguagem de sinais [Campelo et al. 2009, de Macedo et al. 2013]. Autistas não verbais enfrentam desafios específicos, como dificuldades de imitação, percepção, coordenação motora e maior risco de isolamento social [Lopes-Herrera et al. 2023]. Por isso, é de extrema importância que educadores e cuidadores utilizem estratégias pedagógicas adap-

tadas e tecnologias assistivas, promovendo uma aprendizagem inclusiva que atenda às necessidades comunicativas e cognitivas dessas crianças [Oliveira 2020].

2.2. Tecnologia Assistiva (TA)

A Tecnologia Assistiva (TA) é uma ferramenta de acessibilidade e inclusão que auxilia alunos com necessidades educacionais especiais, promovendo autonomia e qualidade de vida. A TA melhora a comunicação e interação, adaptando-se às necessidades individuais [Matos 2019]. Com o intuito de oferecer soluções para uma vida mais inclusiva e independente para o contexto do autismo, a TA pode atuar no desenvolvimento de habilidades sociais com jogos e aplicações educacionais, incentivar a autonomia com dispositivos como relógios e sensores, e facilitar a comunicação com tecnologias de CAA [Martini et al. 2024].

2.2.1. Comunicação Aumentativa e Alternativa (CAA)

A CAA é uma área fundamental da Tecnologia Assistiva (TA) que se concentra em fornecer métodos de comunicação para aqueles que têm dificuldades com a comunicação verbal [Silva and Serra 2023]. Engloba estratégias e recursos que proporcionam alternativas à comunicação verbal, como linguagem de sinais e aplicativos específicos. Seu potencial transformador impacta a qualidade de vida e o desenvolvimento contínuo das habilidades comunicativas. Casos de estudo e relatos reais mostram benefícios na comunicação e interação social de crianças com TEA [Pereira et al. 2020].

2.3. Interação Humano-Computador (IHC)

A IHC (Interação Humano-Computador) é um campo multidisciplinar abordado por diversas áreas, como Ciência da Computação, Artes, Psicologia, Sociologia e outras áreas correlatas [Vieira and Baranauskas 2003]. As pesquisas neste campo focam no desempenho humano, principalmente na comunicação e interação com computadores e sistemas de informação. A responsabilidade da IHC envolve desde a concepção até a implementação de sistemas interativos voltados para o uso humano [Carvalho 2003].

Para crianças autistas não verbais, importa abordar suas especificidades com ferramentas que facilitem sua participação no mundo. Sob o viés da IHC, interfaces intuitivas e adaptáveis podem criar um ambiente seguro e estimulante para o desenvolvimento de suas habilidades de comunicação e interação. Nesta linha, importa seguir as diretrizes de acessibilidade no escopo de desenvolvimento digital.

2.3.1. Diretrizes de Acessibilidade para Desenvolvimento Digital

No Brasil, há leis que exigem acessibilidade digital, como a Lei nº 13.146/2015, que obriga o desenvolvimento de plataformas acessíveis a todas as pessoas, incluindo aquelas com deficiência [Brasil 2015].

O país também adota normas internacionais como as Diretrizes de Acessibilidade para Conteúdo Web (WCAG), baseadas nos princípios POUR: perceptível, operável, compreensível e robusto. Essas diretrizes ajudam desenvolvedores a criarem conteúdo acessível [Santos and Branco 2023].

No entanto, tais diretrizes são gerais e não focam em aspectos específicos relacionados ao TEA para crianças não verbais.

2.3.2. Guia de Acessibilidade de Interfaces para Autismo (GAIA)

O GAIA é um guia que consiste em um conjunto de recomendações acessíveis, desenvolvido com o propósito de ajudar desenvolvedores de software e educadores digitais a criar *websites* e aplicações mais adequadas às necessidades de pessoas com TEA, com ênfase no uso de dispositivos multitoque [Britto and Pizzolato 2018].

Esse guia foi criado a partir de uma revisão extensiva de literatura especializada, abrangendo 17 estudos entre 2005 e 2015, incluindo recomendações internacionais, softwares e artigos revisados por pares. Como resultado, foram estabelecidas 28 diretrizes específicas, organizadas em 10 categorias fundamentais.

Essas diretrizes foram desenvolvidas levando em consideração as diretrizes gerais de acessibilidade, mas com foco nas necessidades e nos desafios enfrentados por usuários com TEA. Cada uma das 10 categorias abrange aspectos essenciais de acessibilidade e usabilidade, incluindo vocabulário visual e textual, visibilidade do estado do sistema, customização, engajamento, navegabilidade, e resposta às ações, entre outros aspectos.

Não apenas para desenvolvimento inicial, o GAIA pode também ser utilizado para inspeção e *redesign* sistemas, como feito com um aplicativo voltado para auxiliar o aprendizado e a inclusão de crianças com TEA, o EducaTea [Sousa 2024]. O estudo demonstrou que a aplicação das diretrizes melhorou significativamente a acessibilidade do protótipo.

O GAIA, portanto, representa uma promissora contribuição para a acessibilidade WEB e *mobile*, se propondo a ser uma referência prática para desenvolvedores e pesquisadores que desejam promover uma acessibilidade cognitiva efetiva e a inclusão digital para pessoas com TEA.

3. Método

Este estudo possui natureza aplicada, pois visa desenvolver um aplicativo voltado para crianças autistas não verbais. A abordagem metodológica adotada é qualitativa, considerando que a pesquisa busca compreender aspectos subjetivos e contextuais relacionados à acessibilidade e usabilidade desse aplicativo.

O objetivo da pesquisa é exploratório, já que se propõe a identificar e analisar as principais questões e problemas enfrentados por esse público em aplicativos móveis existentes, contribuindo para aprofundar o conhecimento sobre o tema. O procedimento técnico utilizado foi o estudo de caso, com foco no desenvolvimento e avaliação de um aplicativo acessível.

Devido a considerações éticas e à especificidade do público-alvo, a avaliação de usabilidade não envolveu diretamente as crianças autistas, sendo realizada por profissionais especializados na área. A análise seguiu as diretrizes de acessibilidade do GAIA e incluiu testes automatizados e manuais.

3.1. Análise de requisitos

Nesta etapa, buscou-se compreender o campo de pesquisa a fim de fundamentar teoricamente o desenvolvimento do estudo. Por meio da análise documental. Para o levantamento de diretrizes de acessibilidade específicas a esse público, adotou-se o GAIA por seu foco em crianças autistas. Depreende-se dele a importância de uma interface intuitiva, uso de cores contrastantes, comunicação alternativa e controle dos estímulos visuais.

Considerando o objetivo de desenvolver um aplicativo de código aberto e economicamente acessível, a plataforma Android foi escolhida por ser amplamente utilizada², e compatível com a proposta de disponibilizar o aplicativo de forma gratuita e acessível. A partir disso, realizou-se um mapeamento de aplicativos já existentes na *Google Play Store* que oferecem funcionalidades semelhantes às propostas neste trabalho. O processo de levantamento considerou os critérios abaixo listados.

Critérios de inclusão:

- Ser um aplicativo para dispositivos móveis com sistema operacional Android;
- Ter como público-alvo crianças autistas em processo de alfabetização;
- Estar disponível para download na plataforma Android ou, alternativamente, possuir documentação acessível que descreva suas funcionalidades.

Critérios de exclusão:

- Não possuir versão em português brasileiro;
- Ser um aplicativo pago.

Como resultado dessa análise, foram identificados quatro aplicativos que atendem aos critérios estabelecidos, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Quadro comparativo entre os aplicativos encontrados e que atendem aos critérios de seleção deste trabalho.

Aplicativo	Disponível para Android?	Foco na alfabetização?	Gratuito
Leelo AAC	sim	sim	sim
Terapia de linguagem e cognição	sim	sim	sim
Matraquinha	sim	sim	sim
Expressia	sim	sim	sim

A análise dos aplicativos incluiu comentários públicos na *Google Play Store*. Os comentários evidenciaram a relevância do requisito referente à personalização da interface, suporte a diferentes níveis de alfabetização e tradução para o português brasileiro que podem ser observados na nuvem de palavras presente na Figura 1.

Os seguintes requisitos foram depreendidos dessas etapas: interface simplificada; compatibilidade com dispositivos de baixa performance; suporte à comunicação alternativa; conformidade com as diretrizes de acessibilidade GAIA e WCAG; customização de cartões e áudios; e a possibilidade de criar, editar e excluir conteúdos. Esses requisitos demonstram consonância com os princípios de acessibilidade e respondem às necessidades específicas do público-alvo.

²Em junho de 2025, a *StatCounter Global Stats* apontou que 74,26% dos acessos provenientes de dispositivos móveis foram realizados em Android. Essa diferença é ainda maior no Brasil, onde 90,73% correspondem a Android.

Figura 1. Nuvem de comentários públicos coletados da Google PlayStore.



3.2. Avaliação

Após o desenvolvimento do protótipo, uma avaliação foi conduzida por meio de três abordagens complementares: (a) avaliação com especialistas, (b) avaliação manual e (c) avaliação automatizada.

Na abordagem (a), participaram três especialistas com experiência no atendimento a crianças autistas não verbais vinculados ao Núcleo de Ações Inclusivas (NAI) do IF-SEMG, campus Rio Pomba e à Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais (APAE) de Rio Pomba - MG. Após receberem instruções e um perfil simulado de usuário, os especialistas executaram tarefas no aplicativo, orientados por uma *checklist* estruturada. Cada tarefa foi classificada como SUCESSO, PARCIAL ou FALHA. Também foi realizada uma etapa de exploração livre, seguida de entrevistas semiestruturadas para coleta de percepções e sugestões.

Na abordagem (b), a avaliação manual seguiu diretrizes do Android [Android 2024] e do GAIA, com foco no uso do leitor de tela *TalkBack*. Foram verificados aspectos como foco de navegação, legibilidade e acessibilidade de botões.

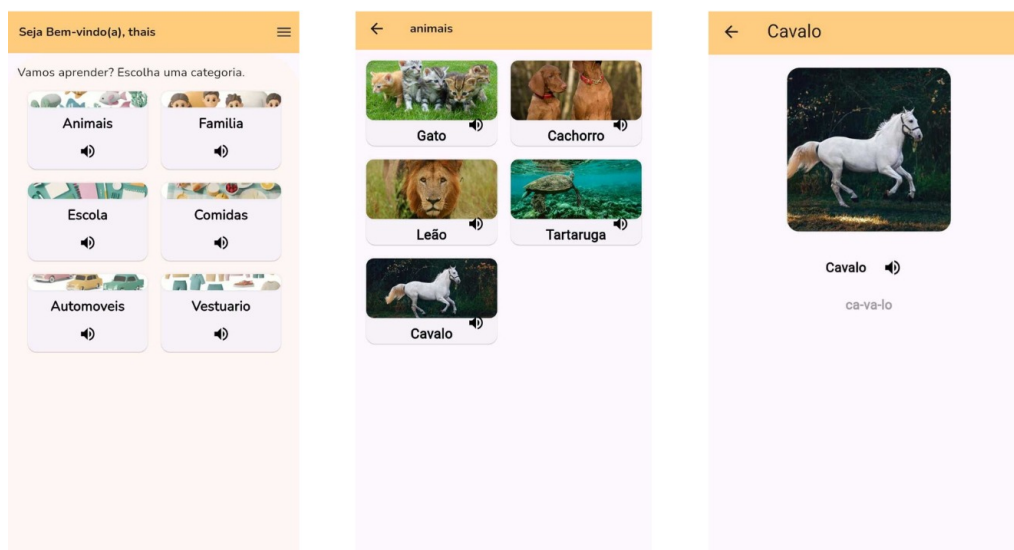
Na abordagem (c), utilizou-se o *Accessibility Scanner* [Google LLC 2023], ferramenta compatível com Flutter, que apontou melhorias relacionadas ao contraste e à ausência de *labels* em elementos da interface.

4. Resultados e Discussões

O principal resultado da pesquisa até o momento foi o desenvolvimento do aplicativo Alfabetizando, que tem como objetivo auxiliar na alfabetização de crianças autistas não verbais por meio de uma abordagem acessível e interativa. O código-fonte do aplicativo foi disponibilizado como software de código aberto, por meio da licença *GNU General Public License* (GPL), em um repositório no GitHub³ para continuidade e aprimoramentos futuros. A Figura 2) ilustra algumas das telas do aplicativo.

³<https://github.com/so-tha/Alfabetizando>

Figura 2. Fluxo de acesso aos cartões de cada categoria



As tecnologias utilizadas foram a linguagem de programação Dart 3.5.1 com o *framework* Flutter 3.24.1, escolhidos pela compatibilidade com Android e pela leveza e bom custo-benefício no ambiente de desenvolvimento. Apesar de multiplataforma, o foco foi o sistema Android, dada sua ampla adoção.

O desenvolvimento seguiu uma abordagem iterativa e incremental, com base em princípios de Design Centrado no Usuário (UCD) e diretrizes de IHC. Protótipos foram elaborados no Figma e validados com uma especialista do NAI antes da implementação.

Tabela 2. Resumo das Avaliações do Aplicativo

Método de Avaliação	Foco Principal	Resultados Positivos	Pontos de Melhoria
Especialistas	Usabilidade e acessibilidade práticas	Sucesso em 3 das 5 tarefas principais	Navegação inicial e retorno à tela principal
Manual (Talk-Back)	Acessibilidade de navegação e leitura de tela	Etiquetas claras, navegação eficiente	Ajustes em alguns fluxos
Automatizado (Accessibility Scanner)	Análise de contraste e rótulos	Maioria dos elementos adequados	Problemas de contraste e rótulos ausentes

A avaliação evidenciou que a aplicação atende aos critérios de acessibilidade e usabilidade para o público-alvo. Os especialistas destacaram positivamente a interface limpa, iconografia clara e o *feedback* visual. Foram sugeridos ajustes no contraste e na hierarquia visual.

A análise manual confirmou a compatibilidade com leitores de tela, embora tenha identificado falhas pontuais, como a ausência de descrições alternativas em alguns ícones. A avaliação automatizada reforçou essas observações. A Tabela 2 resume todos

os resultados encontrados.

Todas as correções levantadas neste trabalho foram implementadas e disponibilizadas em uma nova versão no repositório público.

Apesar da ausência de testes com crianças, os resultados obtidos pelas três abordagens indicam que o aplicativo está alinhado às necessidades do público-alvo.

5. Conclusão

O desenvolvimento do aplicativo Alfabetizando evidenciou o potencial da tecnologia assistiva no apoio à alfabetização de crianças autistas não verbais. A solução proposta demonstrou ser acessível, intuitiva e personalizável, alinhando-se às diretrizes do GAIA e aos princípios de IHC.

Os principais objetivos foram alcançados, com avaliações positivas de especialistas. As análises indicaram boa usabilidade da interface, ainda que tenham sido apontadas oportunidades de melhoria em aspectos como personalização e navegação.

A principal limitação do estudo foi o número reduzido de especialistas consultados e a ausência de testes com usuários finais. Contudo, o aplicativo representa uma contribuição relevante para o campo, por ser de código aberto, sustentável e passível de evolução. Futuras etapas podem incluir novos recursos, maior integração com ferramentas assistivas e validações com o público-alvo, fortalecendo a inclusão digital e educacional.

Referências

- Android (2024). Accessibility Testing - Android Developers.
- Association, A. P. (2002). *Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais: DSM-IV-TR*. Artmed.
- Bastos, M. B. (2018). Escrita e alfabetização de crianças com autismo.
- Brasil (2015). Lei nº 13.146, de 6 de julho.
- Britto, T. C. P. and Pizzolato, E. B. (2018). Gaia: uma proposta de um guia de recomendações de acessibilidade de interfaces web com foco em aspectos do autismo. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 26(02):102.
- Campelo, L. D., Lucena, J. A., Lima, C. N. d., Araújo, H. M. M. d., Viana, L. G. d. O., Veloso, M. M. L., Correia, P. I. F. d. B., and Muniz, L. F. (2009). Autismo: um estudo de habilidades comunicativas em crianças. *Revista Cefac*, 11:598–606.
- Carvalho, J. O. F. d. (2003). O papel da interação humano-computador na inclusão digital. *Transinformação*, 15:75–89.
- Correia, D. S. S., Alves, M. F. V., and Ferreira, G. C. S. (2023). Processo diagnóstico do autismo e impacto na dinâmica familiar: Uma revisão bibliográfica. *Epitaya E-books*, 1(34):73–85.
- da Cruz, A. N. and Coelho, G. G. (2022). Inclusão escolar do aluno com autismo: desafios para o (a) psicólogo (a) escolar. *Revista Augustus*, 30(57):79–97.
- de Freitas Reis, M. B., de Souza, C. S. M., and dos Santos, L. C. (2020). Tecnologia assistiva em dispositivos móveis: aplicativos baseados no teacch como auxílio no processo de alfabetização com crianças autistas. *Eccos Revista Científica*.

- de Macedo, E. C., Mecca, T. P., Valentini, F., Laros, J. A., de Lima, R. M. F., and Schwartzman, J. S. (2013). Utilizando o teste não verbal de inteligência son-r 2 1/2-7 [a] para avaliar crianças com transtornos do espectro do autismo. *Revista Educação Especial*, 26(47):603–617.
- Google LLC (2023). Scanner de acessibilidade. Acesso em: 14 jan. 2025.
- Lopes-Herrera, S. A., Costa, D. G. d. S., Santos, T. R. d., and Martins, A. (2023). Comparação do perfil socioeducacional de crianças com transtorno do espectro autista verbais e não verbais. In *CoDAS*, volume 35, page e20210317. SciELO Brasil.
- Martini, N. A. S., de Souza, G. C., Antunes, J. M., and Martins, R. L. (2024). O uso de tecnologia assistiva na infância:: a busca de caminhos para a participação de todos os alunos. *Semina-Revista dos Pós-Graduandos em História da UPF*, 23(1):220–246.
- Matos, R. d. S. P. (2019). As dificuldades de aprendizagem em pessoa com autismo e as contribuições da análise do comportamento aplicada-aba. *Journal of Specialist*, 1(4).
- Menezes, T. B. A. d. (2021). O processo de alfabetização e letramento de crianças autistas: um estudo do tipo "estado do conhecimento". Trabalho de Conclusão de Curso. Monografia (Graduação em Pedagogia) - Instituto de Ciências Humanas e Sociais, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto.
- Oliveira, F. L. (2020). Autismo e inclusão escolar: os desafios da inclusão do aluno autista. *Revista Educação Pública*, 20(34). 8 de setembro de 2020.
- Pereira, E. T., Montenegro, A. C. d. A., Rosal, A. G. C., and Walter, C. C. d. F. (2020). Comunicação alternativa e aumentativa no transtorno do espectro do autismo: impactos na comunicação. In *CoDAS*, volume 32, page e20190167. SciELO Brasil.
- Proença, M. F. R., de Moraes Filho, I. M., Santos, C. C. T., Rodrigues, T. P. R., Cangussu, D. D. D., and de Souto, O. B. (2019). A tecnologia assistiva aplicada aos casos de transtorno do espectro do autismo (tea). *Revista Eletrônica Acervo Saúde*, (31):e541–e541.
- Santos, T. M. and Branco, J. C. (2023). Percepções e desafios da acessibilidade digital: um estudo sobre conhecimento e aplicação de diretrizes acessíveis em projetos de desenvolvimento de artefatos digitais no brasil. *Anais do 11º Congresso Internacional de Design da Informação*.
- Silva, F. and Serra, A. R. C. (2023). Tecnologia assistiva: recursos de comunicação aumentativa e alternativa na proposta de interação e aprendizagem dos alunos com autismo. *Revista Tempos e Espaços em Educação*, 16(35):e18610–e18610.
- Sousa, N. C. d. (2024). Redesign do software educatea utilizando gamificação e as diretrizes do gaia. *Universidade Federal do Ceará*.
- Vieira, H. and Baranauskas, M. C. C. (2003). Design e avaliação de interfaces humano-computador. *Campinas: Unicamp*.
- World Health Organization (2024). International classification of diseases 11th revision (icd-11). Accessed: 2024-06-17.