

IA e Acessibilidade: Desenvolvimento de Aplicativo para Adaptar Textos e Interfaces na Inclusão de Neurodivergentes

Ian Miranda Gomes de Souza¹, Fabiana Costa Guedes²

¹ Instituto de Ciências Tecnológicas (ICT) – Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI) - Campus Itabira
Caixa Postal 50 – 37.500-903 – Itabira – MG – Brasil

ianmgs2013@gmail.com, fabiana.costaguedes@unifei.edu.br

Abstract. This paper presents the development of an application based on artificial intelligence (AI) for adapting texts and digital interfaces, aiming to promote accessibility for neurodivergent individuals, such as those with Autism Spectrum Disorder (ASD) and Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD). The application leverages AI to simplify texts and improve reading and digital interaction experiences. Preliminary results indicate that the proposed approach significantly enhances text comprehension, contributing to the digital inclusion of neurodivergent individuals.

Resumo. Este artigo apresenta o desenvolvimento de um aplicativo baseado em inteligência artificial (IA) para a adaptação de textos e interfaces digitais, visando promover a acessibilidade para indivíduos neurodivergentes, como aqueles com Transtorno do Espectro Autista (TEA), Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH). A aplicação utiliza IA para simplificar textos e melhorar a experiência de leitura e interação digital. Resultados preliminares indicam que a abordagem proposta melhora a compreensão textual, contribuindo para a inclusão digital de neurodivergentes.

1. Introdução

A Interface Homem-Computador (IHC) é uma área multidisciplinar que busca projetar sistemas interativos eficazes, eficientes e fáceis de usar, considerando fatores humanos, técnicos e estéticos. Seu objetivo é maximizar os benefícios da computação para a sociedade, garantindo que o *design* de interfaces leve em conta as necessidades dos usuários e o contexto de uso. A negligência desses aspectos pode comprometer a usabilidade e o sucesso dos sistemas (DIX, 2004).

A IHC considera não apenas a funcionalidade, mas também as limitações e necessidades dos usuários, incluindo aspectos físicos e cognitivos. A acessibilidade digital é essencial no *design* de interfaces, garantindo que sistemas sejam utilizáveis por todos, inclusive por pessoas com deficiências sensoriais, motoras e cognitivas. Diretrizes como a WCAG 3.0 (Web Content Accessibility Guidelines), do World Wide Web Consortium (W3C), fornecem recomendações para tornar o *design* digital mais inclusivo, promovendo equidade de acesso e participação na era digital (World Wide Web Consortium, 2024).

Apesar dos avanços, os desafios na acessibilidade digital persistem, como interfaces complexas, incompatibilidade com tecnologias assistivas e uso inadequado de cores. A WCAG 3.0 é essencial para minimizar essas barreiras, oferecendo diretrizes para

avaliação e conformidade. A adoção desses padrões não apenas beneficia pessoas com deficiência, mas também melhora a usabilidade para todos (World Wide Web Consortium, 2024).

A neurodivergência refere-se a variações no funcionamento neurológico que influenciam o pensamento, a aprendizagem e o comportamento. Este estudo aborda condições como TEA e TDAH, que afetam milhões de pessoas globalmente. Esses transtornos formam um contínuo de desafios na comunicação social e nos comportamentos repetitivos, variando de leves a graves, em vez de serem condições distintas (American Psychiatric Association, 2014).

A IA tem grande potencial para aprimorar a acessibilidade digital, especialmente para pessoas com TEA e TDAH. Ferramentas como o *Open Book* utilizam Processamento de Linguagem Natural (PLN) para simplificar textos, tornando-os mais acessíveis (Pashoja et al., 2019). O PLN permite que computadores compreendam e processem a linguagem humana, viabilizando tecnologias assistivas como leitores de tela e tradutores automáticos, que facilitam o acesso à informação para pessoas com deficiências visuais, auditivas ou cognitivas (Pashoja et al., 2019).

Considerando o contexto exposto, o presente trabalho busca responder à seguinte indagação: Como a IA pode ser utilizada abordando as melhores práticas de *design* de interface para adaptar textos, tornando-os mais acessíveis e comprehensíveis para pessoas neurodivergentes, como aquelas com TEA, TDAH?

2. Revisão Bibliográfica

A acessibilidade digital é essencial para a inclusão de neurodivergentes, como pessoas com TEA e TDAH. Avanços em IA e PLN têm potencial para simplificar textos e adaptar interfaces, mas a implementação de soluções inclusivas ainda enfrenta desafios, mesmo com diretrizes como a WCAG. Esta revisão bibliográfica analisa estudos e ferramentas que integram IA e *design* inclusivo, identificando limitações e oportunidades para o desenvolvimento de soluções mais acessíveis.

2.1. Análise de Soluções Tecnológicas Disponíveis

O avanço da IA no PLN tem ampliado a acessibilidade digital, permitindo que máquinas interpretem e simplifiquem textos para neurodivergentes, como indivíduos com TEA e TDAH. Ferramentas como leitores de tela, tradutores automáticos e soluções de simplificação textual exemplificam esse impacto. O *Open Book*, por exemplo, utiliza técnicas de PLN para tornar textos mais comprehensíveis para pessoas com TEA (Pashoja et al., 2019).

Além da adaptação textual, o *design* acessível de interfaces é essencial. Estudos mostram que elementos como contraste adequado, espaçamento otimizado e *layout* simplificado melhoram a experiência do usuário, alinhando-se às diretrizes WCAG do W3C, amplamente adotadas para garantir acessibilidade digital (Kirkpatrick et al., 2023).

Outra abordagem promissora é o uso de IA para adaptar conteúdos em tempo real, ajustando-se às preferências do usuário. O *Genioo*, por exemplo, reestrutura textos para melhorar a retenção de informações por neurodivergentes, enquanto pesquisas recentes exploram o aprendizado de máquina para criar experiências mais inclusivas e adaptáveis (Rao, 2023).

A combinação de IA e *design* inclusivo oferece soluções práticas para desafios enfrentados por neurodivergentes, contribuindo para uma sociedade mais acessível.

2.2. Desafios na Interação de Pessoas com TEA

Indivíduos com TEA enfrentam dificuldades na comunicação e interação social, o que afeta a usabilidade de interfaces digitais. Barreiras como a interpretação limitada de sinais não verbais e resistência a mudanças tornam essencial o desenvolvimento de sistemas personalizáveis e previsíveis (Rehman et al., 2021).

Tecnologias assistivas, como suporte visual e comunicação alternativa, têm se mostrado eficazes na redução dessas dificuldades, promovendo maior acessibilidade e inclusão digital (Mascotti et al., 2019).

2.3. Ferramentas Existentes e Limitações

Dentre as tecnologias desenvolvidas para auxiliar neurodivergentes, destacam-se o *Genioo* e o *Empath*. O *Genioo*, criado pela startup brasileira Tismoo.me, é uma IA treinada para fornecer suporte a profissionais e familiares de pessoas com TEA, mas precisa de uma versão móvel e de funcionalidades específicas para simplificação de textos (Paiva Junior, 2024).

Já o *Empath* é uma ferramenta de análise textual que permite identificar emoções e padrões linguísticos, mas sua aplicação é limitada quando voltada à acessibilidade, pois não possui mecanismos para adaptar textos de forma personalizada (Fast; Chen; Bernstein, 2016).

2.4. IA Aplicada à Simplificação Textual

A IA tem sido amplamente utilizada para tornar textos mais acessíveis, especialmente para neurodivergentes. Modelos como o T5 (Text-to-Text Transfer Transformer) e o BART demonstram grande potencial ao reescrever conteúdos complexos sem comprometer seu significado (Yusri et al., 2024; Ashwin et al., 2021). Esses modelos utilizam técnicas avançadas de PLN para substituir termos técnicos, dividir sentenças extensas e melhorar a legibilidade para pessoas com TEA e TDAH, facilitando a compreensão e reduzindo o esforço cognitivo (Devaraj et al., 2021).

No entanto, desafios persistem, como equilibrar a simplificação com a preservação do significado original e oferecer personalização para diferentes necessidades. Modelos baseados na arquitetura *Transformer*, como o *LLaMA-2*, apresentam avanços ao aplicar pesos de perda em nível de sentença e *Token*, permitindo modificações mais relevantes no texto (Knappich et al., 2023).

Diante dessas evidências, este trabalho propõe o uso da IA para adaptar textos de maneira acessível a neurodivergentes, seguindo princípios de simplificação textual estudados. O objetivo é oferecer uma solução personalizável, permitindo ajustes conforme as necessidades dos usuários e contribuindo para a inclusão digital por meio da acessibilidade textual.

2.5. Diretrizes de Usabilidade e Design Inclusivo

A área de Interface Homem-Computador (IHC) envolve o desenvolvimento de sistemas que favoreçam uma interação eficiente, acessível e satisfatória entre pessoas e tecnologias.

Reis et al. (2023) complementam essa discussão ao destacar as particularidades enfrentadas por pessoas com Transtorno do Espectro Autista (TEA) na interação com interfaces digitais. Entre os desafios estão questões relacionadas à comunicação social, comportamentos repetitivos e variações na percepção sensorial. Nesse contexto, a simplicidade do design, a flexibilidade de uso e a tolerância a erros são apontadas como diretrizes essenciais para garantir uma boa experiência de uso.

Os autores também desenvolveram protótipos com base em revisão bibliográfica e testes com indivíduos com TEA, observando como diferentes escolhas de design influenciam a usabilidade. Os resultados mostraram que elementos como cores neutras, organização clara e espaçamento adequado entre componentes visuais contribuem para uma interface mais acessível. Em contraste, protótipos com excesso de informações e combinações de cores inadequadas apresentaram dificuldades significativas para os usuários.

Com base nas contribuições do estudo de Reis et al. (2023), as decisões de design adotadas neste trabalho foram estruturadas de forma a promover maior inclusão e usabilidade para o público-alvo do aplicativo desenvolvido.

3. Metodologia

Este estudo adotou uma abordagem prática para o desenvolvimento de um aplicativo, fundamentada em diretrizes de acessibilidade digital e *design* inclusivo. O processo envolveu o levantamento de requisitos, *design* da interface, implementação das funcionalidades e validação técnica.

Para garantir acessibilidade, foram seguidas as diretrizes da WCAG 3.0, priorizando contraste visual, navegação intuitiva e clareza textual. Essas diretrizes orientaram o *design* das telas, adaptando a interface às necessidades de pessoas neurodivergentes, como indivíduos com TEA e TDAH.

A implementação focou em funcionalidades inclusivas, como simplificação de textos por IA e extração de conteúdos de URLs para adaptação. Essa abordagem garantiu o alinhamento do desenvolvimento aos objetivos do estudo, resultando em uma solução acessível e inovadora.

3.1. Ferramentas e Tecnologias

O desenvolvimento do aplicativo *Android* em *React Native* adotou tecnologias que garantem eficiência técnica e acessibilidade digital (Figura 1).

Para manipulação de dados, foram utilizadas as bibliotecas *axios* (requisições HTTP) e *cheerio* (extração de textos de páginas HTML). A API *OllamaService* desempenhou um papel central na simplificação textual, utilizando modelos de IA.

A acessibilidade foi assegurada seguindo as diretrizes da WCAG 3.0, que orientaram o *design* inclusivo. As linguagens *JavaScript* e *TypeScript* foram utilizadas para garantir flexibilidade e segurança no desenvolvimento.

O ambiente de desenvolvimento incluiu *Visual Studio Code* como *IDE* e *Node.js* para gerenciamento de dependências. Para testes, utilizou-se o Simulador *Android Studio*, assegurando compatibilidade com dispositivos móveis.

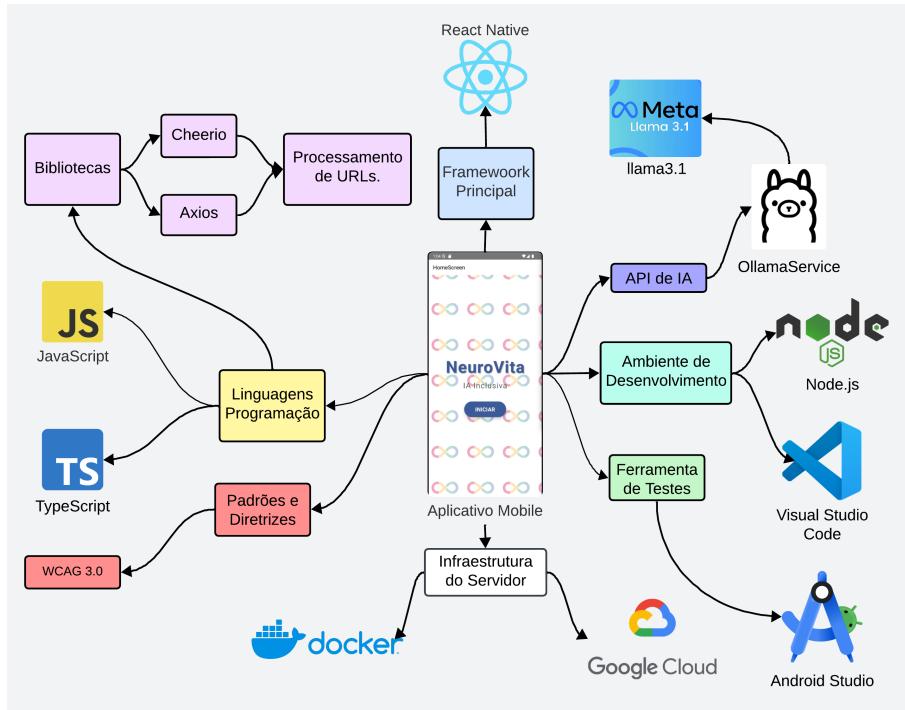


Figura 1. Diagrama de tecnologias integradas.

A infraestrutura do servidor foi hospedada na *Google Cloud Platform (GCP)*, garantindo escalabilidade e disponibilidade. O sistema foi containerizado com *Docker*, proporcionando consistência entre os ambientes de desenvolvimento e produção.

4. Etapas de Desenvolvimento

O desenvolvimento do aplicativo seguiu uma estrutura bem definida para atender às necessidades de acessibilidade digital para neurodivergentes. Durante a fase de planejamento, foram levantados os requisitos do sistema, incluindo a necessidade de simplificação textual por IA e a extração de conteúdos de *URLs* para facilitar o acesso a informações *online*.

O *design* da interface foi desenvolvido com foco em usabilidade e acessibilidade, seguindo as diretrizes da WCAG 3.0. A navegação e a organização das telas priorizaram a clareza, reduzindo a sobrecarga cognitiva para os usuários. O fluxograma da Figura 2 ilustra o fluxo de navegação e os principais processos envolvidos.

A implementação utilizou *React Native* para o desenvolvimento *Android*, integrando a *API OllamaService* para processamento textual. A extração de textos de *URLs* foi realizada com as bibliotecas *axios* e *cheerio*, garantindo a obtenção apenas de conteúdos relevantes. Além disso, foi implementada a funcionalidade de personalização, permitindo ao usuário selecionar idioma e tipo de saída (TEA ou TDAH).

Testes foram realizados para avaliar a funcionalidade, acessibilidade e desempenho do aplicativo. A partir dos resultados, refinamentos foram aplicados para melhorar a clareza da interface, a eficiência da extração de textos e o tempo de resposta da *API*. O desenvolvimento iterativo possibilitou aprimoramentos contínuos, garantindo que o aplicativo atendesse seus objetivos de promover inclusão e acessibilidade digital.

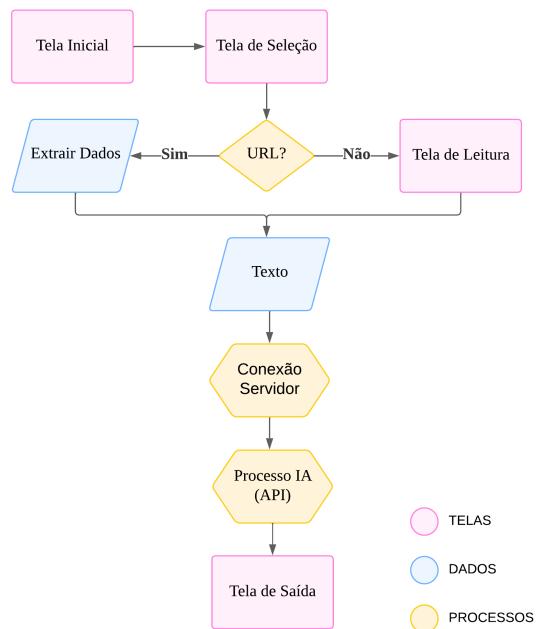


Figura 2. Diagrama de tecnologias integradas.

5. Resultados e Discussão

Este capítulo apresenta os resultados do desenvolvimento do *NeuroVita*, um aplicativo voltado para a simplificação textual e acessibilidade digital para neurodivergentes. O sistema permite o processamento de textos ou conteúdos extraídos de URLs, aplicando técnicas de PLN para melhorar a compreensão de indivíduos com TEA e TDAH. Todas essas telas estão ilustradas na (Figura 3).

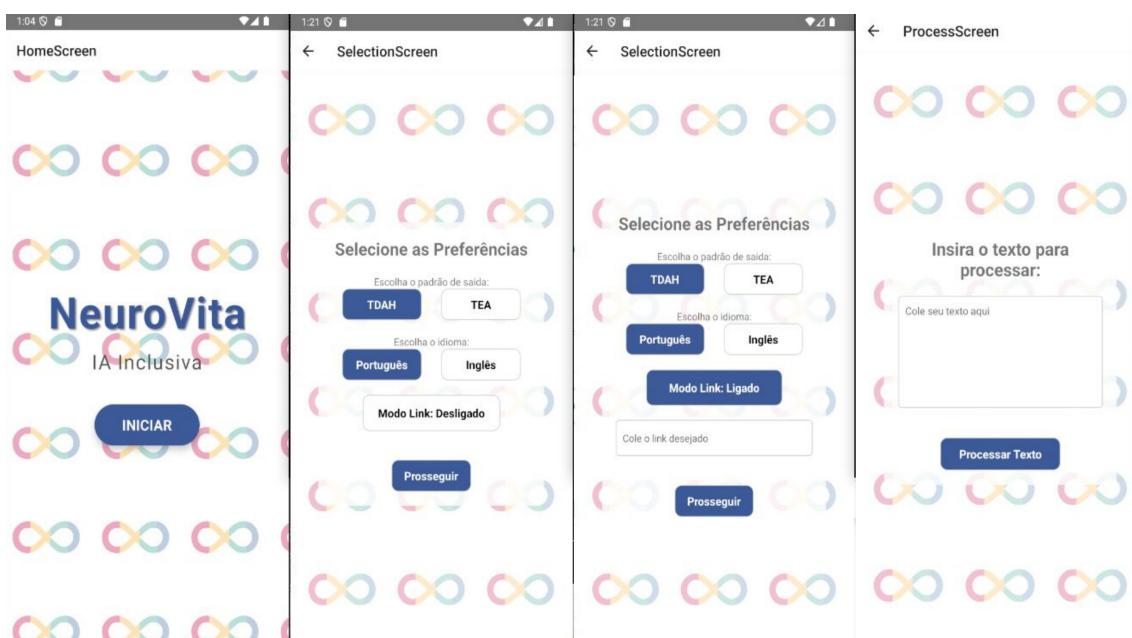


Figura 3. Diagrama de tecnologias integradas.

Fonte: Autor.

Para garantir transparência e reproduzibilidade, o código-fonte do aplicativo está disponível no *GitHub*: <https://github.com/poxaian/Inclusive-AI-App>, contendo a implementação, documentação detalhada e instruções de execução para futuras colaborações. Além disso, um vídeo demonstrativo <https://www.youtube.com/watch?v=5csi6Rf6DEk> apresenta o funcionamento do aplicativo em todas as suas opções.

A tela inicial apresenta o nome do aplicativo e um botão para iniciar a navegação. Ao avançar, o usuário acessa a tela de seleção, onde configura preferências, como idioma (português ou inglês), perfil de neurodivergência (TEA ou TDAH) e tipo de entrada: texto manual ou extração de uma URL. A funcionalidade de extração amplia a acessibilidade ao permitir a adaptação automática de conteúdos *online*, personalizando a experiência do usuário.

Se o usuário optar por inserir um texto, ele será redirecionado para a tela de processamento, onde um campo multilinha facilita a digitação ou colagem do conteúdo.

Por fim, a tela de saída (*Figura ??*) exibe o texto adaptado, gerado a partir de um *link* com 437 palavras da *URL* <https://www.significados.com.br/educacao/>, resultando em uma versão simplificada com cerca de 150 palavras. O tempo de processamento foi de aproximadamente 5 minutos, evidenciando as limitações do servidor, mas demonstrando o potencial da aplicação para adaptações acessíveis.

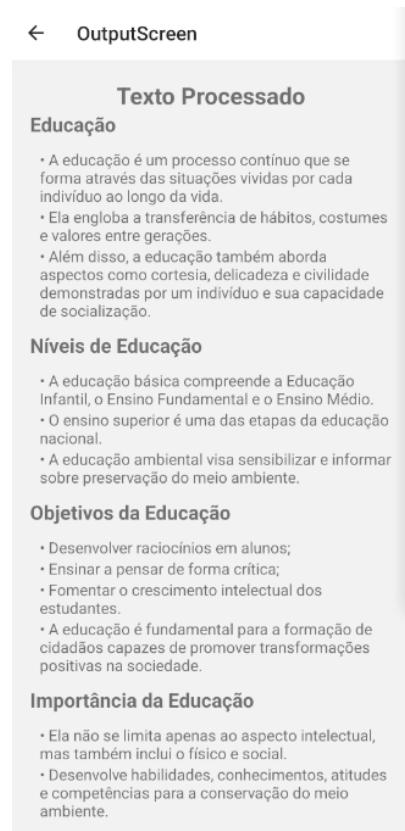
A *Figura 4a* apresenta a versão ajustada para usuários com TDAH, estruturada em tópicos, com frases curtas e vocabulário simplificado, reduzindo a sobrecarga cognitiva, conforme diretrizes de Rao. Já a *Figura 4b* mostra a adaptação para TEA, priorizando uma comunicação clara e direta, sem ambiguidades ou metáforas, seguindo estudos de Rehman et al.

O *design* da interface seguiu as diretrizes do World Wide Web Consortium (2024) sobre interfaces intuitivas e animações suaves. O processamento de textos ocorre via *API Ollama*, hospedada na *GCP*, utilizando o modelo Llama 3.1, escolhido com base no estudo de (Knappich et al., 2023) sobre a eficiência do *LLaMA-2* na simplificação textual. No entanto, a ausência de GPU impacta o desempenho, com tempos de resposta variando entre dois e cinco minutos, sugerindo a necessidade de otimizações futuras.

Foram processados textos desafiadores para avaliar a eficácia das adaptações. O Texto 1, voltado para TDAH, continha palavras complexas e frases longas que exigem atenção sustentada, enquanto o Texto 2, para TEA, apresentava metáforas e linguagem simbólica, dificultando a compreensão.

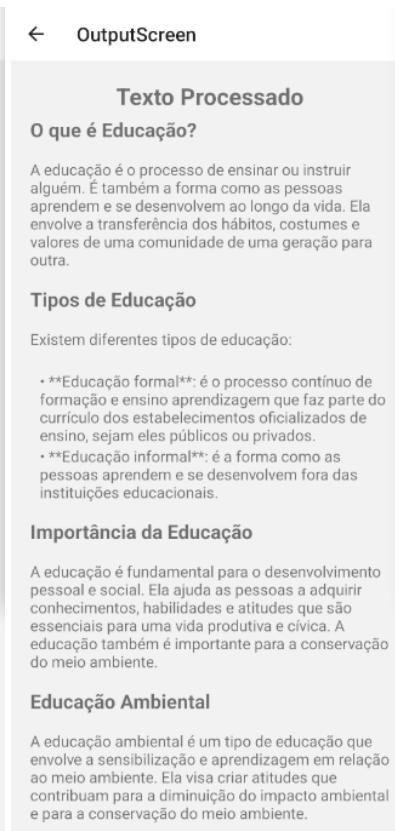
A 4c apresenta a resposta adaptada para quem tem TDAH, com foco em tópicos, listas e frases objetivas. Já a 4d apresenta a saída para quem tem TEA, com um formato de texto direto, objetivo e sem metáforas.

Figura 4. Comparação entre as respostas geradas para TDAH e TEA com link e texto.



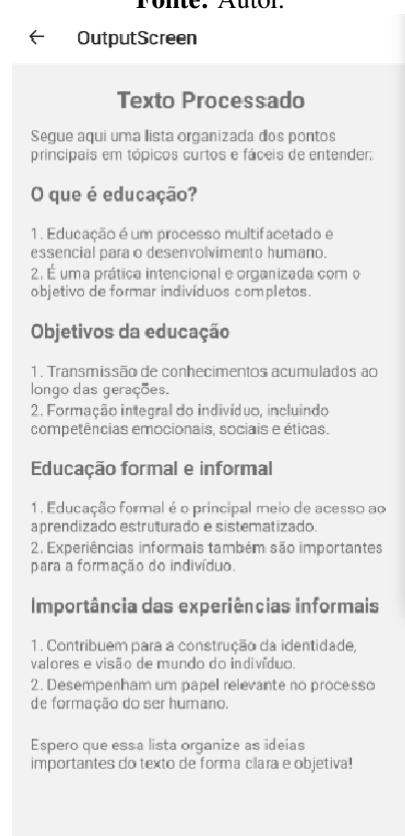
(a) Link para TDAH.

Fonte: Autor.



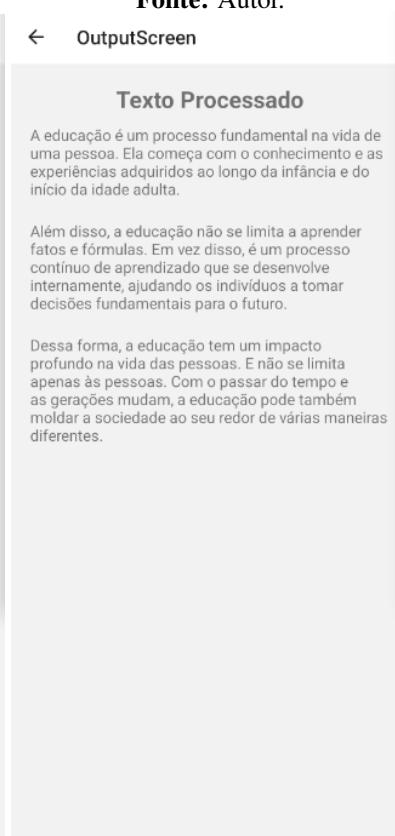
(b) Link para TEA.

Fonte: Autor.



(c) Texto para TDAH.

Fonte: Autor.



(d) Texto para TEA.

Fonte: Autor.

Texto 1 para TDAH: A educação, enquanto processo multifacetado e relevante para o desenvolvimento humano, pode ser compreendida como uma prática intencional e organizada que busca não apenas a transmissão de conhecimentos acumulados ao longo das gerações, mas também a formação integral do indivíduo em aspectos que transcendem o âmbito meramente intelectual, incluindo a promoção de competências emocionais, sociais e éticas que são indispensáveis para a convivência em sociedade e a construção de um mundo mais justo e equilibrado. Neste sentido, é relevante destacar que a educação formal, embora seja amplamente reconhecida como o principal meio pelo qual os indivíduos têm acesso ao aprendizado estruturado e sistematizado, não deve ser encarada de forma isolada, uma vez que as experiências informais, adquiridas por meio das interações cotidianas e do contato com diferentes contextos culturais e sociais, desempenham um papel igualmente relevante no processo de formação do ser humano, contribuindo para a construção de sua identidade, valores e visão de mundo.

Texto 2 para TEA: A educação é como uma semente plantada no fértil solo do intelecto humano, que, ao ser regada com conhecimento e experiências, germina e floresce, transformando-se em uma árvore robusta e repleta de frutos do saber. Não se trata apenas de aprender fatos e fórmulas; é, acima de tudo, um processo de iluminação interior que guia o indivíduo na jornada da vida, permitindo que ele navegue pelas complexidades do mundo com clareza e discernimento. Assim como um rio que molda a paisagem ao seu redor enquanto segue seu curso, a educação não apenas transforma quem a recebe, mas também modifica e enriquece a sociedade em que está inserida, deixando marcas profundas que perduram através das gerações.

O aplicativo apresenta vantagens e limitações. Em relação ao *Genioo*, destaca-se pelo suporte a dispositivos móveis, mas precisa de treinamento específico para TEA e suporte profissional. Comparado ao *Empath*, oferece análise e simplificação textual, mas sem a categorização personalizada de emoções.

6. Conclusão

Este trabalho investigou como a IA pode ser utilizada para adaptar textos e interfaces, promovendo acessibilidade digital para pessoas neurodivergentes, como aquelas com TEA e TDAH. O aplicativo desenvolvido demonstrou ser uma solução viável, simplificando conteúdos e tornando-os mais comprehensíveis por meio da integração de técnicas de PLN e diretrizes de *design* inclusivo.

Os resultados obtidos indicam que a aplicação de IA pode efetivamente superar barreiras de acessibilidade digital, permitindo a personalização de preferências e a adaptação de conteúdos *online*. No entanto, desafios como limitações de *hardware* e a necessidade de validação com usuários ainda precisam ser explorados.

Futuras melhorias incluem suporte para novos idiomas, novos perfis de neurodivergentes, adaptação para *IOS*, inserção de imagens para uma experiência multimodal e aprimoramento do processamento em segundo plano. A integração de um modelo de IA mais avançado poderia aumentar a precisão das adaptações textuais, ampliando o impacto social da ferramenta.

Dessa forma, este estudo reforça a importância de soluções tecnológicas acessíveis e abre caminho para novas investigações, consolidando o uso da IA na inclusão digital.

Referências

- [1] DIX, A. *Human-Computer Interaction*. 3. ed. New Jersey: Prentice Hall, 2004. 17 p.
- [2] World Wide Web Consortium. *Introduction to Web Accessibility*. 2024. Disponível em: <https://www.w3.org/WAI/fundamentals/accessibility-intro/>. Acesso em: 6 dez. 2024.
- [3] American Psychiatric Association. *Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais: DSM-5*. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.
- [4] PASHOJA, A. C. et al. Improving reading in adolescents and adults with high-functioning autism through an assistive technology tool: A cross-over multinational study. *Frontiers in Psychiatry*, v. 10, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00546>.
- [5] KIRKPATRICK, A. et al. *Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1*. 2023. Disponível em: <https://www.w3.org/TR/2023/REC-WCAG21-20230921/>.
- [6] RAO, R. It's time to prioritize assistive technology for neurodiversity. *Fast Company*, 2023. Disponível em: <https://www.fastcompany.com/91091094/its-time-to-prioritize-assistive-technology-for-neurodiversity>.
- [7] REHMAN, I. U. et al. Features of mobile apps for people with autism in a post covid-19 scenario: Current status and recommendations for apps using AI. *Diagnostics*, v. 11, n. 10, 2021.
- [8] REIS, B. P. F.; FELIPE, E. R. *Design de interface em dispositivos móveis com foco na acessibilidade de pessoas com TEA*. UNIFEI – Instituto de Ciências Tecnológicas, 2023.
- [9] MASCOTTI, T. D. S. et al. Estudos brasileiros em intervenção com indivíduos com transtorno do espectro autista: Revisão sistemática. *Gerais: Revista Interinstitucional de Psicologia*, v. 12, n. 1, p. 107–124, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.36298/gerais2019120109>.
- [10] PAIVA JUNIOR, F. *Revista Autismo, Edição 25*. São Paulo: Revista Autismo, 2024. Disponível em: <https://canalautismo.com.br/revista>.
- [11] FAST, E.; CHEN, B.; BERNSTEIN, M. S. Empath: Understanding topic signals in large-scale text. In: *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI)*. San Jose, CA, USA: ACM, 2016. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/1602.06979>.
- [12] YUSRI, A. N. bin et al. Speed reading tool powered by artificial intelligence for students with ADHD, dyslexia, or short attention span. In: *Computational Intelligence, Universiti Teknologi Malaysia*. Johor Bahru, Malaysia, 2024. Disponível em: <https://example.com/full-paper>.
- [13] DEVARAJ, A. et al. Paragraph-level simplification of medical texts. *arXiv preprint*, arXiv:2104.05767, 2021. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2104.05767>. Acesso em: 6 dez. 2024.
- [14] KNAPPICH, F. et al. Simplificação textual baseada em pesos de perda ponderados: Estudo com modelos LLaMA-2. *Journal of Language Models*, 2023.