



Aplicativo Android para Exploração Acessível de Gráficos de Funções Matemáticas por Estudantes Cegos ou com Baixa Visão

Demetrius Gonçalves de Araújo, Universidade Federal do Pará (UFP

A), demetrius.araujo@hotmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-9268-7855>.

Fabiola Pantoja Oliveira Araújo, Universidade Federal do Pará (UFPA), fpoliveira@ufpa.br, <https://orcid.org/0000-0002-8485-5799>.

Josivan Rodrigues dos Reis, Universidade Federal do Pará (UFPA), josivanreis@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-0949-4858>.

Resumo: A leitura de gráficos é uma competência essencial para a aprendizagem de Matemática, mas ainda constitui uma barreira para estudantes cegos ou com baixa visão quando apresentada apenas em formato visual. Este artigo apresenta a concepção, o desenvolvimento e a aplicação piloto de um aplicativo Android para geração e exploração acessível de gráficos de funções matemáticas. O sistema permite inserir uma função, gerar a representação gráfica correspondente, acionar vibração quando o dedo se aproxima da linha do gráfico e emitir orientações por áudio em pontos relevantes, como origem, coordenadas inteiras e raízes. A avaliação foi realizada com cinco professores por meio de instrumento ordinal qualitativo organizado em blocos de satisfação e recurso educacional. Os resultados indicaram aceitação favorável, baixa dificuldade de uso e reconhecimento do potencial pedagógico, mas também apontaram necessidade de ajustes na interface e na personalização dos recursos sonoros e vibratórios antes da aplicação com estudantes.

Palavras-chave: acessibilidade; tecnologia assistiva; gráficos matemáticos; aplicativo móvel; estudantes cegos.

Android Application for Accessible Exploration of Mathematical Function Graphs by Blind or Low-Vision Students

Abstract: Graph reading is an essential competence for learning Mathematics, but it remains a barrier for blind or low-vision students when presented only visually. This paper presents the conception, development, and pilot application of an Android application for generating and enabling accessible exploration of mathematical function graphs. The system allows users to enter a function, generate the corresponding graphical representation, trigger vibration when the finger approaches the graph line, and receive audio guidance at relevant points such as the origin, integer coordinates, and roots. The evaluation was conducted with five teachers using a qualitative ordinal instrument organized into user satisfaction and educational resource blocks. The results indicated favorable acceptance, low perceived difficulty, and recognition of pedagogical potential, but also pointed to the need for improvements in the interface and in the customization of audio and vibration resources before application with students.



Keywords: accessibility; assistive technology; mathematical graphs; mobile application; blind students.

1. INTRODUÇÃO

A leitura e a interpretação de gráficos constituem competências fundamentais para a aprendizagem matemática, pois permitem compreender relações entre variáveis, identificar padrões, analisar comportamentos e funções e estabelecer conexões entre representações algébricas, gráficas e conceituais. No contexto escolar e no ensino superior, gráficos são frequentemente utilizados para representar funções, variações e fenômenos modelados matematicamente. Entretanto, para estudantes cegos ou com baixa visão, essas representações ainda impõem barreiras significativas de acesso quando apresentadas apenas em formato visual.

A relevância de recursos educacionais acessíveis torna-se evidente quando se observa a dimensão social da deficiência visual. Segundo Nascimento et al. (2024), com base em dados da Organização Mundial da Saúde, pelo menos 2,2 bilhões de pessoas no mundo apresentam algum tipo de problema visual. No Brasil, os autores destacam, a partir da Pesquisa Nacional de Saúde de 2019, que existem aproximadamente 6,9 milhões de pessoas com deficiência visual, o equivalente a 3,4% da população nacional. No campo educacional, os mesmos autores indicam que, em 2022, foram registradas aproximadamente 1,5 milhão de matrículas na Educação Especial, com mais de 90% dos estudantes de 4 a 17 anos incluídos em classes comuns.

Esse cenário reforça a necessidade de tecnologias educacionais que ampliem a autonomia de estudantes cegos ou com baixa visão diante de conteúdos que dependem de representação gráfica. Materiais táteis, descrições orais e mediações docentes são recursos relevantes, mas geralmente exigem preparação prévia e acompanhamento constante. Aplicativos móveis acessíveis, por sua disponibilidade e portabilidade, podem contribuir para novas formas de interação com conteúdos matemáticos, sobretudo quando combinam feedback auditivo, feedback háptico e exploração ativa.

O uso de aplicativos móveis como recursos de acessibilidade pedagógica tem se mostrado uma alternativa promissora em contextos inclusivos. Nascimento et al. (2024) apresentam o desenvolvimento e a avaliação do aplicativo Muiraquitã Braille, uma ferramenta móvel voltada a auxiliar professores videntes no reconhecimento e na transcrição do sistema Braille para o português. Embora esse trabalho esteja centrado no Braille, sua contribuição evidencia o potencial de soluções móveis para responder a lacunas concretas da prática docente e para apoiar processos educacionais acessíveis.

Partindo dessa compreensão, este artigo apresenta o desenvolvimento de um aplicativo Android voltado à geração e exploração acessível de gráficos de funções matemáticas. A proposta permite que o usuário insira uma função, acesse a representação gráfica correspondente e explore a



tela por meio do toque. Durante a exploração, o aplicativo aciona vibração quando o dedo se aproxima da linha do gráfico e fornece orientações por áudio em pontos relevantes, como coordenadas inteiras, origem e raízes da função. Para funções lineares, o sistema também realiza uma audiodescrição inicial contendo coeficiente angular, coeficiente linear, raiz e comportamento da função.

A questão de pesquisa que orienta o estudo é: de que modo um aplicativo móvel com feedback vibratório e audiodescrição pode apoiar a exploração inicial de gráficos de funções matemáticas em contexto de acessibilidade educacional? Assim, o objetivo deste artigo é apresentar a concepção, o desenvolvimento inicial e a avaliação piloto do aplicativo, analisando sua usabilidade, seu potencial pedagógico e os ajustes necessários antes de uma aplicação com estudantes cegos ou com baixa visão.

2. FUNDAMENTAÇÃO E TRABALHOS RELACIONADOS

A acessibilidade no ensino de Matemática envolve mais do que a conversão de materiais visuais para formatos alternativos. Ela exige mediações que permitam ao estudante compreender relações espaciais, padrões, variações e propriedades matemáticas. No caso de gráficos de funções, a dificuldade não se restringe à percepção da linha traçada, mas envolve a interpretação de eixos, coordenadas, origem, raízes, crescimento, decrescimento e demais elementos conceituais.

No contexto de estudantes cegos ou com baixa visão, recursos táteis, materiais em relevo, descrição oral, sonificação, leitores de tela e interfaces hápticas têm sido utilizados para ampliar o acesso a conteúdos gráficos. Entretanto, tais recursos podem demandar preparação manual, depender de equipamentos específicos ou exigir mediação constante do professor. Estudos recentes sobre gráficos táteis e materiais STEM acessíveis indicam que soluções multimodais, capazes de combinar informação tátil, áudio e processamento computacional, podem apoiar a exploração de conteúdos visuais complexos (WU et al., 2025; PALANI; ADNIN, 2025).

Marriott et al. (2026) argumentam que representações acessíveis de dados devem articular princípios visuais e táteis, evitando a simples substituição de um canal sensorial por outro. Essa perspectiva é relevante para gráficos matemáticos porque a compreensão depende da relação entre elementos, e não apenas da identificação isolada de pontos. Na mesma direção, trabalhos voltados à acessibilidade de gráficos em aplicações Android indicam que gráficos interativos frequentemente permanecem pouco acessíveis quando dependem apenas de elementos visuais ou de leitores de tela sem descrição estruturada (JOSHI, 2021).

No campo dos aplicativos educacionais para pessoas com deficiência visual, Aquino et al. (2015) propuseram o AbcNum Braille para apoiar a aprendizagem do alfabeto Braille por pessoas com baixa visão. Rocha et al. (2019) apresentaram uma proposta para ensino da identificação de



caracteres Braille por meio de dispositivos móveis e display Braille. Esses estudos, embora mais antigos e centrados no Braille, demonstram a relevância do dispositivo móvel como meio de interação educacional acessível. O trabalho de Nascimento et al. (2024) atualiza esse debate ao apresentar o Muiraquitã Braille, avaliado em contexto educacional com professores e participantes cegos.

Além dos estudos diretamente relacionados à deficiência visual, diretrizes de acessibilidade digital também orientam decisões de interface. As recomendações WCAG 2.2 reforçam princípios de perceptibilidade, operabilidade, compreensibilidade e robustez (W3C, 2023). No desenvolvimento Android, as diretrizes de acessibilidade recomendam que elementos interativos tenham área de toque adequada, que os textos sejam compreensíveis e que recursos nativos, como leitores de tela e feedbacks do sistema, sejam considerados desde o projeto da interface (GOOGLE, 2026).

A proposta apresentada neste artigo aproxima-se dessas discussões ao deslocar o foco para a exploração de gráficos matemáticos por toque. O aplicativo desenvolvido busca articular representação gráfica ampliada, vibração e audiodescrição, oferecendo ao usuário uma forma de exploração multissensorial. Com isso, pretende contribuir para o ensino de funções e para a construção de estratégias acessíveis de exploração do plano cartesiano em contextos educacionais inclusivos.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa aplicada, de natureza tecnológica e exploratória, voltada ao desenvolvimento e à avaliação preliminar de um aplicativo Android para exploração acessível de gráficos de funções matemáticas. A investigação foi organizada em três etapas: desenvolvimento do protótipo, estruturação do instrumento de avaliação e aplicação piloto com professores.

Na etapa de desenvolvimento, foram definidos os requisitos iniciais do aplicativo: inserção de funções matemáticas, geração da representação gráfica, exploração por toque, acionamento de vibração quando o dedo se aproxima da linha e orientação por áudio em pontos matematicamente relevantes. A versão analisada considera eixos no intervalo de -5 a 5, prioriza coordenadas inteiras, origem e raízes, e utiliza linha gráfica espessa para favorecer a percepção visual e a tolerância de detecção do toque.

O aplicativo foi desenvolvido inicialmente para a plataforma Android em razão da ampla disponibilidade de dispositivos com esse sistema, da possibilidade de testes em aparelhos de menor custo e da facilidade de acesso a recursos nativos de vibração e síntese de voz. A interface não seguiu uma identidade visual institucional específica; a opção metodológica foi adotar um desenho minimalista, orientado por legibilidade, contraste, simplicidade de navegação e ampliação de elementos essenciais. Essa decisão dialoga com recomendações de acessibilidade para aplica-



ções móveis, como área de toque mínima recomendada e clareza dos elementos interativos (GOOGLE, 2026; W3C, 2023).

Na etapa de aplicação piloto, participaram cinco professores de Matemática ou áreas afins. A escolha desse grupo teve como finalidade obter uma avaliação preliminar da usabilidade, da clareza das funcionalidades e do potencial pedagógico do aplicativo antes de sua aplicação com estudantes cegos ou com baixa visão. Por se tratar de uma etapa inicial, o objetivo não foi generalizar resultados estatísticos, mas identificar percepções, dificuldades e possibilidades de melhoria do protótipo.

A experiência parcial com estudantes cegos ou com baixa visão foi definida como contato pontual com esse público em atividades pedagógicas, atendimento individual, adaptação de material ou acompanhamento escolar, sem atuação contínua ou especializada. Essa definição foi explicitada aos participantes para padronizar a compreensão do item de caracterização.

O instrumento de avaliação utilizou uma escala ordinal qualitativa. No bloco de satisfação, as respostas foram organizadas nas categorias “muito baixa”, “baixa”, “regular”, “bom” e “ótimo”, conforme a natureza da questão. No bloco de recurso educacional, foram utilizadas as categorias “sim”, “parcialmente” e “não”. Para evitar ambiguidade na apresentação dos dados, as questões foram identificadas por bloco: S-Q1 a S-Q6 para satisfação e R-Q1 a R-Q5 para recurso educacional.

Quadro 1 - Síntese do instrumento de avaliação aplicado aos professores

Bloco	Itens	Aspectos avaliados	Escala utilizada
Satisfação no uso do aplicativo	S-Q1 a S-Q6	Opinião geral, facilidade, dificuldade, rapidez de acesso, clareza e contribuição ao ensino-aprendizagem.	Muito baixa; baixa; regular; bom; ótimo.
Recurso educacional	R-Q1 a R-Q5	Aquisição e consolidação de conhecimentos, uso recorrente, apoio ao professor e educação colaborativa.	Sim; parcialmente; não.

4. DESENVOLVIMENTO DO APLICATIVO

4.1 Funcionamento Geral

O aplicativo permite que o usuário insira uma função matemática e gere automaticamente a representação gráfica correspondente. A interação ocorre por meio de toque na tela, com feedback vibratório quando o dedo se aproxima da linha do gráfico. Essa funcionalidade foi concebida para apoiar a percepção da posição da curva durante a exploração manual.



A versão avaliada foi organizada para trabalhar com os eixos X e Y no intervalo de -5 a 5, com foco em valores inteiros. Essa decisão busca simplificar a exploração inicial do plano cartesiano e favorecer a identificação de pontos relevantes. O sistema também apresenta uma linha de gráfico mais espessa, contribuindo para melhor percepção da representação gerada e para maior tolerância na detecção do toque.

A Figura 1 apresenta um print da tela principal da versão avaliada do aplicativo e um recorte ampliado da área do plano cartesiano, não se tratando de desenho conceitual. A imagem mostra o campo de inserção da função, o botão de geração do gráfico, a mensagem de orientação e a representação cartesiana com linha espessa e marcações de pontos relevantes. A organização visual foi mantida simples para reduzir carga cognitiva e favorecer o uso inicial por professores e estudantes.

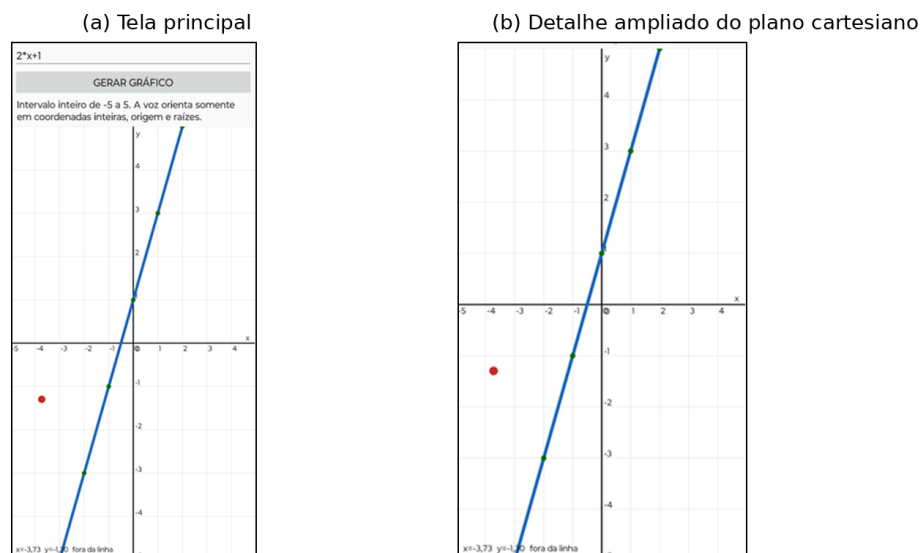


Figura 1 – Print da tela principal e detalhe ampliado do plano cartesiano no aplicativo

Fonte: Elaborada pelos autores (2026).

4.2 Audiodescrição, Vibração e Delimitação da Área de Toque

Uma das funcionalidades centrais do aplicativo é a audiodescrição inicial da função. Quando uma função linear é carregada, o sistema informa o coeficiente angular, o coeficiente linear, a raiz e o comportamento da função, indicando se ela é crescente, decrescente ou constante. A velocidade da voz foi configurada de forma mais lenta na descrição inicial para favorecer a compreensão das informações.

Durante a exploração do gráfico, a orientação por voz é acionada apenas em pontos considerados relevantes para a compreensão matemática, como coordenadas inteiras, origem e raízes da função. Essa decisão evita o excesso de informação sonora durante o movimento contínuo do dedo e favorece a atenção do usuário aos pontos estruturantes do gráfico. Na versão avaliada, a velocidade da voz foi definida pelo próprio sistema; e



m versões futuras, será incorporado controle de personalização da fala pelo usuário ou pelo professor.

O feedback vibratório foi implementado para indicar quando o dedo se aproxima da linha do gráfico. Para isso, o aplicativo converte a posição do toque na tela em coordenadas matemáticas e compara a posição do dedo com o valor esperado da função naquele ponto. Quando a distância entre o toque e a linha permanece dentro da tolerância definida, o sistema aciona a vibração.

A delimitação da área de toque foi realizada no componente gráfico responsável pela representação do plano cartesiano. A área disponível da tela foi mapeada para um intervalo matemático fixo de -5 a 5 nos eixos X e Y . Assim, cada posição do toque registrada em pixels é convertida para uma coordenada cartesiana correspondente. A largura da área do gráfico foi associada ao intervalo do eixo X , enquanto a altura foi associada ao intervalo do eixo Y , considerando a inversão da coordenada vertical da tela.

A vibração não substitui uma representação tátil física em relevo, mas oferece um canal háptico complementar que pode apoiar a percepção da linha do gráfico em tela sensível ao toque. Em conjunto com a audiodescrição, esse recurso compõe uma experiência multissensorial de exploração de funções matemáticas.

5. APLICAÇÃO PILOTO COM PROFESSORES

A aplicação piloto foi realizada com cinco professores, identificados como P1, P2, P3, P4 e P5. O grupo foi composto por três professores da área de Matemática, um da área de Informática e um profissional do Atendimento Educacional Especializado (AEE). Em relação à experiência com estudantes cegos ou com baixa visão, dois participantes declararam possuir experiência, dois indicaram experiência parcial e um informou não possuir experiência prévia. Quanto ao uso de tecnologia assistiva, quatro participantes afirmaram já ter utilizado algum recurso dessa natureza, enquanto um declarou não possuir uso prévio.

A composição do grupo permitiu observar o aplicativo sob diferentes perspectivas: pedagógica, tecnológica e inclusiva. A presença de professores de Matemática contribuiu para avaliar a pertinência do aplicativo no ensino de gráficos e funções; o participante da área de Informática colaborou com uma percepção mais técnica sobre a interface e o funcionamento do sistema; e o profissional do AEE possibilitou uma análise mais próxima das demandas de acessibilidade e mediação pedagógica.

Quadro 2 – Caracterização dos participantes da aplicação piloto

Participante	Área de atuação	Experiência com estudos antes cegos ou baixa visão	Uso prévio de tecnologia assistiva
P1	Matemática	Sim	Sim



P2	Matemática	Parcialmente	Sim
P3	Informática	Não	Sim
P4	Educação Especial / AE E	Sim	Sim
P5	Matemática	Parcialmente	Não

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados coletados foram organizados de acordo com os dois blocos do instrumento: satisfação no uso do aplicativo e recurso educacional. As respostas foram analisadas de forma descritiva, considerando a frequência das categorias atribuídas pelos cinco participantes e sua relação com a usabilidade, a clareza, a acessibilidade e o potencial pedagógico do aplicativo. A discussão dialoga com a literatura sobre aplicações móveis acessíveis, interfaces multimodais e diretrizes de acessibilidade digital.

6.1 Satisfação no Uso do Aplicativo

O Quadro 3 apresenta as respostas dos professores ao bloco de satisfação no uso do aplicativo. Esse bloco avaliou a opinião geral dos participantes, o grau de facilidade, o grau de dificuldade, a rapidez de acesso às informações, a clareza e objetividade da solução e a percepção sobre o processo de ensino-aprendizagem pelo uso do aplicativo.



Quadro 3 – Respostas do bloco satisfação no uso do aplicativo

Cod.	P1	P2	P3	P4	P5
S-Q1	Ótimo	Bom	Ótimo	Bom	Ótimo
S-Q2	Bom	Bom	Ótimo	Reg.	Bom
S-Q3	Baixa	Baixa	MB	Reg.	Baixa
S-Q4	Ótimo	Bom	Bom	Reg.	Bom
S-Q5	Ótimo	Bom	Ótimo	Bom	Bom
S-Q6	Bom	Ótimo	Ótimo	Bom	Bom

No Quadro 3, MB corresponde a muito baixa e Reg. corresponde a regular.

No bloco de satisfação, a opinião geral sobre o aplicativo foi classificada como “ótimo” por três participantes e como “bom” por dois, indicando aceitação favorável da solução. A facilidade de uso apresentou quatro avaliações “bom” ou “ótimo” e uma avaliação “regular”. Em contraposição, o grau de dificuldade foi percebido como “baixa” ou “muito baixa” por quatro participantes, o que sugere que o protótipo não gerou barreiras significativas de uso para o grupo avaliado.

A clareza e objetividade foram classificadas como “bom” ou “ótimo” por todos os participantes, e o mesmo ocorreu com a percepção sobre o processo de ensino-aprendizagem. Esses dados se aproximam dos resultados reportados por Nascimento et al. (2024), nos quais professores também avaliaram positivamente um aplicativo móvel de acessibilidade pedagógica. Contudo, o fato de haver respostas “regular” em facilidade de uso e rapidez de acesso indica que a interface ainda deve ser refinada, especialmente quanto à orientação inicial, ao tamanho dos elementos e à rapidez de retorno sonoro.

Esse resultado também dialoga com diretrizes de acessibilidade móvel, que destacam a importância de elementos interativos com tamanho adequado, rótulos compreensíveis e baixo esforço de navegação (GOOGLE, 2026). Desse modo, a avaliação positiva não deve ser interpretada como validação final do aplicativo, mas como evidência preliminar de viabilidade, acompanhada de requisitos concretos para evolução do protótipo.

6.2 Recurso Educacional

O Quadro 4 apresenta os resultados do bloco recurso educacional. Esse bloco buscou verificar se o aplicativo permitiu adquirir novos conhecimentos, consolidar conhecimentos existentes, se deve ser utilizado novamente, se auxilia o professor no processo de ensino-aprendizagem e se contribui para a educação colaborativa entre escola, aluno e família.

Quadro 4 – Respostas do bloco recurso educacional

Cod.	P1	P2	P3	P4	P5
------	----	----	----	----	----



R-Q1	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
R-Q2	Sim	Sim	Sim	Parc.	Sim
R-Q3	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
R-Q4	Sim	Sim	Sim	Parc.	Sim
R-Q5	Sim	Parc.	Sim	Sim	Parc.

No Quadro 4, Parc. corresponde a parcialmente.

No bloco recurso educacional, todos os participantes responderam “sim” à questão sobre aquisição de novos conhecimentos e também à intenção de utilizar o aplicativo novamente. Esses resultados indicam que o protótipo foi percebido como recurso capaz de introduzir ou mobilizar conhecimentos relacionados à exploração acessível de gráficos de funções matemáticas.

Na consolidação de conhecimentos já existentes e no apoio ao professor que não domina recursos acessíveis para exploração de gráficos, quatro participantes responderam “sim” e um respondeu “parcialmente”. Esse padrão sugere que o aplicativo pode apoiar tanto a aprendizagem de novos procedimentos quanto o fortalecimento de práticas pedagógicas já conhecidas, mas seu uso efetivo depende de formação docente, ajustes na interface e estratégias de mediação em sala de aula.

A questão sobre educação colaborativa apresentou maior variação: três participantes responderam “sim” e dois “parcialmente”. Essa variação é relevante, pois indica que o aplicativo foi percebido como promissor para uso entre escola, aluno e família, mas ainda não oferece, na versão avaliada, mecanismos explícitos de compartilhamento, acompanhamento de progresso ou integração com práticas colaborativas. Esse achado reforça a necessidade de ampliar o protótipo para além da exploração individual do gráfico.

Em diálogo com Wu et al. (2025), Palani e Adnin (2025) e Marriott et al. (2026), os resultados reforçam que recursos educacionais acessíveis para conteúdos gráficos tendem a demandar integração entre múltiplos canais sensoriais. A vibração pode auxiliar na localização da linha, enquanto a audiodescrição fornece informações conceituais sobre a função. Contudo, a efetividade pedagógica dessa combinação só poderá ser confirmada em estudos futuros com estudantes cegos ou com baixa visão, em tarefas de aprendizagem matematicamente delimitadas.

6.3 Limitações e Implicações para o Protótipo

A aplicação piloto possui limitações importantes. O número de participantes foi reduzido e composto apenas por professores, sem participação direta de estudantes cegos ou com baixa visão. Portanto, os resultados não permitem generalização estatística nem comprovam impacto na aprendizagem. A contribuição da etapa está em identificar percepções iniciais, riscos de uso e ajustes prioritários antes da avaliação com o público-alvo final.



As principais implicações para o protótipo são: ampliação dos elementos visuais da interface; aumento e controle da espessura da linha do gráfico; personalização da velocidade da voz; ajuste da sensibilidade da vibração; inclusão de exemplos prontos de funções; e melhor explicitação das instruções de uso. Esses aprimoramentos respondem diretamente às avaliações “regular” observadas em facilidade de uso e rapidez de acesso, bem como à necessidade de tornar a ferramenta adequada a diferentes perfis sensoriais e níveis de experiência.

Do ponto de vista científico, a principal contribuição do estudo está na apresentação de uma solução educacional que associa representação gráfica, feedback háptico e audiodescrição para apoiar a exploração inicial de funções matemáticas. O estudo também delimita um protocolo de avaliação preliminar com professores, útil para refinar a solução antes de uma investigação com estudantes cegos ou com baixa visão.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo apresentou a concepção, o desenvolvimento inicial e a aplicação piloto de um aplicativo Android para exploração acessível de gráficos de funções matemáticas. A proposta foi estruturada com foco na articulação entre representação gráfica, vibração e audiodescrição, buscando oferecer uma experiência multissensorial de apoio à leitura de gráficos por estudantes cegos ou com baixa visão.

Os dados da aplicação piloto indicaram que três dos cinco professores classificaram sua opinião geral sobre o aplicativo como “ótimo” e dois como “bom”. Quatro participantes avaliaram a facilidade de uso como “bom” ou “ótimo”, enquanto um a classificou como “regular”. O grau de dificuldade foi indicado como “baixa” ou “muito baixa” por quatro participantes. Esses resultados sustentam a interpretação de que o protótipo apresentou aceitação inicial favorável e não gerou barreiras significativas de uso para o grupo avaliado.

No bloco de recurso educacional, todos os participantes afirmaram que o aplicativo permitiu adquirir novos conhecimentos e que deveria ser utilizado novamente. Quatro participantes indicaram que o aplicativo auxilia o professor que não domina recursos acessíveis para exploração de gráficos, enquanto um respondeu “parcialmente”. Esses dados sugerem potencial pedagógico para apoio ao ensino de funções, especialmente em práticas de introdução ao plano cartesiano, identificação de origem, coordenadas inteiras e raízes.

As conclusões, contudo, devem ser interpretadas com cautela. A avaliação foi realizada apenas com professores e teve caráter piloto; portanto, não permite afirmar impacto direto na aprendizagem de estudantes cegos ou com baixa visão. Antes de uma aplicação com esse público, o protótipo requer ajustes na interface, na personalização da fala, na calibração da vibração e na ampliação de recursos de orientação. Como continuidade, pretende-se aprimorar essas funcionalidades, incluir novos tip

os de funções e realizar avaliação com especialistas em acessibilidade e estudantes cegos ou com baixa visão em situações controladas de aprendizagem matemática.

Referências

AQUINO, W. ; FELIX, Z. ; ALMEIDA, I. ; BELO, I. AbcNum Braille: proposta de um aplicativo para auxiliar no aprendizado do alfabeto Braille para pessoas com baixa visão. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 26., 2015. Anais [...]. [S.l.]: SBC, 2015. p. 837.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional de Saúde 2019: país tem 17,3 milhões de pessoas com algum tipo de deficiência. Rio de Janeiro: IBGE, 2021. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br>. Acesso em: 30 jul. 2026.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Censo Escolar da Educação Básica 2022: resumo técnico. Brasília: Inep, 2023.

GOOGLE. Make apps more accessible. Android Developers, 2026. Disponível em: <https://developer.android.com/guide/topics/ui/accessibility/apps>. Acesso em: 30 jul. 2026.

JOSHI, I. A. Unblind the charts: towards making interactive charts accessible in Android applications. arXiv preprint arXiv:2109.12442, 2021. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2109.12442>. Acesso em: 30 jul. 2026.

MARRIOTT, K. ; BUTLER, M. ; HOLLOWAY, L. ; JOLLEY, W. ; LEE, B. ; MAGUIRE, B. ; SZAFIR, D. A. From vision to touch: bridging visual and tactile principles for accessible data representation. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, 2026. DOI: 10.1109/TVCG.2025.3634254.

NASCIMENTO, R. P. ; REIS, J. R. ; HEIDRICH, R. O. ; BARONE, D. A. C. Desenolvimento e avaliação de um aplicativo móvel para auxiliar professores videntes no reconhecimento e transcrição Braille. Revista de Estudos Interdisciplinares, v. 6, n. 5, 2024. DOI: <https://doi.org/10.56579/rei.v6i5.1258>.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. World report on vision. Geneva: World Health Organization, 2019. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/world-report-on-vision>. Acesso em: 30 jul. 2026.

PALANI, H. ; ADNIN, R. StemAlly: an AI-driven mobile system for non-visual and multisensory access to STEM content. In: INTERNATIONAL BCS HUMAN-COMPUTER INTERACTION CONFERENCE, 38., 2025. Proceedings [...]. Swindon: BCS Learning & Development, 2025. DOI: 10.14236/ewic/BCSHCI2025.56.

ROCHA, V. H. ; SILVA, D. ; MAIA BISNETO, A. B. V. ; SILVA, G. F. ; SOUZA, F. F. Ensinando a identificação de caracteres Braille utilizando dispositivos móveis e um display Braille. RENOTE, v. 17, n. 3, p. 82-91, 2019.



W3C. Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.2. W3C Recommendation, 2023. Disponível em: <https://www.w3.org/TR/WCAG22/>. Acesso em: 30 jul. 2026.

WU, H.; YANG, H.; CHANG, F.; ZHU, D.; LIU, Z. AI-generated tactile graphics for visually impaired children: a usability study of a multimodal educational product. *International Journal of Human-Computer Studies*, v. 200, art. 103525, 2025. DOI: 10.1016/j.ijhcs.2025.103525.