

Leitura acessível de gráficos matemáticos com inteligência artificial para estudantes com deficiência visual: um mapeamento sistemático com foco no ensino superior

Demetrius Gonçalves de Araújo¹, Fabiola Pantoja Oliveira Araújo¹, Josivan Rodrigues dos Reis¹

¹ Universidade Federal do Pará (UFPA) – Belém, PA, Brasil

demetrius.araujo@hotmail.com; fpoliveira@ufpa.br; josivanreis@gmail.com

ORCID: Demetrius: <https://orcid.org/0000-0001-9268-7855>

Fabiola: <https://orcid.org/0000-0002-8485-5799>

Josivan: <https://orcid.org/0000-0002-0949-4858>

Resumo. Este estudo mapeia soluções de inteligência artificial e tecnologias assistivas destinadas à leitura acessível de gráficos matemáticos por estudantes com deficiência visual. O mapeamento utilizou fontes de Computação e Educação, critérios explícitos de elegibilidade e síntese quantitativa e temática. O conjunto final reuniu 13 estudos, dos quais quatro empregaram IA explicitamente; somente dois focalizaram diretamente o ensino superior e dois apresentaram aderência parcial a esse nível. Predominaram gráficos táteis, interfaces áudio-táteis, sistemas móveis e automação de materiais, com avaliações concentradas em usabilidade. Conclui-se que o campo é recente e fragmentado, com poucas evidências longitudinais de aprendizagem e ausência de soluções localizadas para o português brasileiro.

Palavras-chave: acessibilidade de gráficos, inteligência artificial, deficiência visual, tecnologia assistiva, ensino superior.

Accessible reading of mathematical graphs with artificial intelligence for students with visual impairment: a systematic mapping focused on higher education

Abstract. This study maps artificial intelligence and assistive technology solutions for accessible reading of mathematical graphs by students with visual impairment. The mapping used computing and education sources, explicit eligibility criteria, and quantitative and thematic synthesis. The final set comprised 13 studies: four explicitly used AI, only two directly focused on higher education, and two showed partial adherence to that level. Tactile graphics, audio-tactile interfaces, mobile systems, and automated material generation predominated, while evaluations mainly addressed usability. The field is recent

and fragmented, with limited longitudinal evidence of learning and no solutions specifically localized for Brazilian Portuguese.

Keywords: graph accessibility, artificial intelligence, visual impairment, assistive technology, higher education.

1. Introdução

A leitura e a interpretação de gráficos são competências centrais no ensino de Matemática, Estatística, Física, Economia e outras áreas que utilizam representações visuais para expressar relações entre variáveis, tendências, funções e distribuições. Quando os materiais são disponibilizados apenas como imagens, sem estrutura textual, tátil ou sonora equivalente, estudantes com deficiência visual enfrentam barreiras para identificar eixos, escalas, pontos, curvas, legendas e relações espaciais.

Neste artigo, a expressão estudantes com deficiência visual é empregada de forma abrangente e inclui estudantes cegos e com baixa visão. Essa opção evita apresentar cegueira e deficiência visual como categorias paralelas, pois a deficiência visual compreende ambas as condições, conforme o Decreto nº 5.296/2004 (Brasil, 2004). Quando um estudo primário utiliza população mais específica, essa característica é informada na análise.

A inteligência artificial (IA) amplia as possibilidades de acessibilidade ao permitir reconhe-

cimento de padrões, extração de elementos gráficos, geração automática de descrições, personalização de níveis de detalhe e integração com interfaces multimodais. Entretanto, a conversão de uma imagem em texto não garante compreensão matemática. A acessibilidade de gráficos exige preservar relações espaciais, hierarquias informacionais e possibilidades de exploração autônoma, combinando recursos táteis, sonoros e interativos.

O trabalho é caracterizado como Mapeamento Sistemático da Literatura concluído, pois apresenta seleção, classificação, síntese quantitativa e discussão de um conjunto de estudos. O escopo contempla aplicações educacionais em diferentes níveis quando oferecem técnicas ou requisitos transferíveis, mantendo o ensino superior como foco analítico e contexto prioritário.

O objetivo é identificar e analisar técnicas de IA, recursos assistivos, modalidades de interação e evidências pedagógicas relatadas na literatura sobre leitura acessível de gráficos matemáticos e conteúdos bidimensionais por estudantes com deficiência visual. Especificamente, busca-se: caracterizar as soluções tecnológicas; identificar modalidades de saída e interação; analisar evidências de autonomia, usabilidade e aprendizagem; verificar a presença de estudos no ensino superior; e sistematizar limitações e diretrizes futuras.

2. Fundamentação teórica

A acessibilidade matemática não se limita à transcrição de símbolos. Gráficos organizam informação por meio de eixos, escalas, linhas, áreas, tendências e relações espaciais, de modo que sua compreensão depende da estrutura do conjunto. Revisões sobre educação matemática para estudantes com deficiência visual apontam dificuldades relacionadas ao acesso a notações, à interpretação de representações bidimensionais e à disponibilidade de tecnologias compatíveis com leitores de tela e Braille (Klingenberg; Holkesvik; Augestad, 2019; Sho-aib; Fitzpatrick; Pitt, 2023).

No ensino superior, essas barreiras são intensificadas pela densidade dos conteúdos, pelo uso frequente de gráficos científicos e pela expectativa de autonomia acadêmica. Immelman

(2026) identifica quatro dimensões recorrentes na matemática terciária: acesso aos materiais, características próprias do conhecimento matemático, efeitos da digitalização do ensino e adequação das tecnologias assistivas. No contexto brasileiro, Ferreira e Araújo (2025) destacam a necessidade de integrar tecnologia assistiva, mediação pedagógica e avaliação da aprendizagem em Matemática avançada.

As soluções atuais podem ser organizadas em três grupos complementares. O primeiro reúne gráficos táteis e recursos áudio-táteis, que preservam relações espaciais e permitem exploração pelo toque. O segundo abrange sonificação, síntese de voz e descrições estruturadas. O terceiro inclui sistemas inteligentes capazes de extrair componentes de imagens, gerar representações alternativas ou adaptar o conteúdo ao usuário. Marriott et al. (2026) defendem que representações acessíveis devem articular codificação, percepção e cognição, evitando a simples substituição de um canal visual por uma descrição linear.

Protótipos tecnicamente promissores nem sempre são avaliados em situações educacionais reais. A efetividade depende de precisão semântica, compatibilidade com tecnologias já utilizadas pelos estudantes, carga cognitiva, formação docente e adequação linguística. Por isso, este mapeamento considera conjuntamente dimensões tecnológicas, pedagógicas e contextuais.

3. Metodologia

O estudo caracteriza-se como Mapeamento Sistemático da Literatura, de natureza exploratória e classificatória, orientado pelos princípios de transparência, rastreabilidade e reprodutibilidade propostos por Kitchenham e Charters (2007). O procedimento compreendeu definição das questões, busca, aplicação de critérios de elegibilidade, leitura integral, extração, classificação e síntese dos estudos.

3.1. Questões de pesquisa

As questões foram formuladas para manter correspondência direta com o título, o objetivo e as categorias de extração. O Quadro 1 apre-

sentada a questão principal e as questões específicas.

Quadro 1 – Questão principal e questões específicas do mapeamento

Identificador	Questão de pesquisa
QP	Como a literatura tem desenvolvido e avaliado soluções de IA e tecnologias assistivas para a leitura acessível de gráficos matemáticos por estudantes com deficiência visual?
QE1	Quais técnicas computacionais e abordagens de inteligência artificial são utilizadas?
QE2	Quais modalidades de representação, saída e interação acessível são oferecidas?
QE3	Quais evidências de usabilidade, autonomia, compreensão ou aprendizagem são relatadas?
QE4	Quais públicos, níveis educacionais e contextos são contemplados, especialmente no ensino superior?
QE5	Quais limitações técnicas, pedagógicas, linguísticas e metodológicas permanecem abertas?

3.2. Fontes e estratégia de busca

Foram consultadas fontes das áreas de Computação, Interação Humano-Computador, Educação e Tecnologia Assistiva: ACM Digital Library, IEEE Xplore, Scopus, ScienceDirect, SpringerLink e veículos nacionais, como RBIE, RENTE, SBIE e CBIE. As expressões foram adaptadas à sintaxe de cada fonte, preservando quatro eixos conceituais: público-alvo, representação gráfica, tecnologia e contexto educacional.

String-base em inglês: (“visual impairment” OR blindness OR blind OR “low vision” OR “blind students” OR “students with visual impairment”) AND (“mathematical graph*” OR “function graph*” OR chart* OR “data visualization” OR “graphical representation*” OR “accessible graph*” OR “tactile graphic*” OR sonification) AND (“artificial intelligence” OR AI OR “machine learning” OR “computer vision” OR “natural language processing” OR multimodal OR “assistive technology”) AND (education OR learning OR teaching OR universit* OR college* OR undergraduate* OR postgraduate*).

String-base em português: (“deficiência visual” OR cegueira OR “baixa visão” OR “estudantes cegos”) AND (“gráfico matemático” OR “gráfico de função” OR “visualização de dados” OR “representação gráfica” OR “gráfico acessível” OR “gráfico tátil” OR sonificação) AND (“inteligência artificial” OR “aprendizado de máquina” OR “visão computacional” OR multimodal OR “tecnologia assistiva”) AND (educação OR aprendizagem OR ensino OR universidade OR “ensino superior”).

3.3. Critérios de inclusão e exclusão

O ensino superior foi adotado como eixo prioritário de análise, mas não como requisito exclusivo de elegibilidade. Estudos conduzidos em outros níveis foram mantidos quando apresentaram técnicas, requisitos ou resultados transferíveis para a leitura acessível de gráficos em contextos universitários. Essa decisão é explicitada na classificação do nível educacional.

Critérios de inclusão:

- CI1 – artigo completo, revisado por pares e publicado em português ou inglês;
- CI2 – publicação situada entre 2013 e 2026;
- CI3 – estudo que descreve, desenvolve ou avalia solução relacionada a gráficos, visualização de dados, conteúdos STEM bidimensionais ou tecnologia assistiva aplicável à leitura matemática;
- CI4 – estudo que contempla pessoas com deficiência visual ou profissionais responsáveis pela produção de materiais acessíveis;

• CI5 – apresentação de método, protótipo, avaliação, revisão sistemática ou evidência empírica relevante para as questões de pesquisa.

Critérios de exclusão:

- CE1 – duplicata ou versão preliminar de estudo já incluído;
- CE2 – resumo, pôster, apresentação ou texto sem acesso integral;
- CE3 – trabalho sem relação com representação gráfica, educação matemática, acessibilidade de conteúdo STEM ou requisitos transferíveis para esse domínio;
- CE4 – estudo sobre deficiência visual sem componente tecnológico, representacional ou educacional pertinente;
- CE5 – publicação sem descrição mínima de método ou contribuição.

3.4. Seleção, checagem e extração dos dados

A seleção foi realizada por leitura de título, resumo e texto integral. Na checagem de aderência, excluiu-se um estudo sobre sistemas autônomos de navegação por não tratar de gráficos nem de aprendizagem. Em seu lugar, incluiu-se a revisão de Immelman (2026), diretamente relacionada ao ensino de Matemática para estudantes com deficiência visual no nível superior. O conjunto final permaneceu com 13 estudos.

Para cada estudo foram extraídos: ano, veículo, tipo de contribuição, técnica de IA ou recurso computacional, modalidade de saída, público-alvo, nível educacional, método de avaliação, resultados, limitações e aderência às questões de pesquisa. A síntese combinou frequências descritivas e análise temática.

4. Resultados

O conjunto final reuniu 13 estudos, todos publicados em 2025 ou 2026. Essa concentração evidencia a atualidade do tema e sinaliza que o campo ainda está em consolidação. A Tabela

1 apresenta os principais indicadores quantitativos.

Tabela 1 – Caracterização quantitativa do conjunto final

Indicador	n	%
Estudos publicados em 2025	5	38,5%
Estudos publicados em 2026	8	61,5%
Uso explícito de inteligência artificial	4	30,8%
Outras tecnologias assistivas/computacionais	9	69,2%
Foco direto no ensino superior	2	15,4%
Aderência parcial ao ensino superior	2	15,4%
Sem foco específico no ensino superior	9	69,2%
Solução específica para português brasileiro	0	0,0%

4.1. Síntese dos estudos primários

O Quadro 2 individualiza a contribuição principal, a modalidade acessível predominante e o contexto educacional de cada estudo. Os indicadores são apresentados por extenso para garantir leitura imediata.

Quadro 2 – Síntese individualizada dos estudos incluídos

Estudo	Contribuição/ tecnologia	Contexto educacio- nal
EP1	Kawulok, Maćkowski e Rosiak (2026)	Autoria de exercícios áudio-táteis apoiada por IA. Aplicação educacional; nível não especificado.
EP2	Wu et al. (2025)	Geração de gráficos táteis com IA e avaliação multimodal. Educação básica; técnica potencialmente transferível.
EP3	Immelman (2026)	Revisão sobre Matemática terciária e tecnologias assistivas. Ensino superior; foco direto.
EP4	Traitruengsakul e Silamut (2026a)	Embossador de papel quadriculado com projeto centrado no usuário. Nível não especificado.
EP5	Ghoneim et al. (2026)	Revisão de desafios e apoios de acessibilidade em STEM. Váriosníveis; aderência parcial ao superior.
EP6	Traitruengsakul e Silamut (2026b)	Levantamento de tecnologias assistivas baseadas em gráficos. Contexto amplo.
EP7	Kana e Hagos (2025)	Revisão de barreiras ao Braille na instrução e avaliação. Vários níveis.
EP8	Marriott et al. (2026)	Princípios de correspondência entre representação visual e tátil. Estudo conceitual; nível não delimitado.
EP9	Palani, Adnin e Nagar (2025)	Automação de materiais STEM acessíveis. Aplicações educacionais amplas

EP10	Kawulok et al. (2025)	Abordagem áudio-tátil para aprendizagem de algoritmos. Educação em Computação; aderência parcial.
EP11	Palani e Adnin (2025)	Sistema móvel com IA para acesso multissensorial a STEM. Aplicações educacionais amplas.
EP12	Alshehri, Ludi e Aljedaani (2026)	Barreiras e requisitos em gráficos científicos e técnicos. Contexto científico; nível não delimitado.
EP13	Zhu et al. (2026)	Práticas de estudantes com deficiência visual no uso de tecnologias. Ensino superior; foco direto.

4.2. Técnicas e modalidades acessíveis

Em resposta à QE1, quatro estudos utilizaram IA de modo explícito: EP1 apoiou a autoria de exercícios áudio-táteis; EP2 automatizou a geração de gráficos táteis; EP9 automatizou materiais STEM acessíveis; e EP11 integrou IA a um sistema móvel multissensorial. Os demais es-

tudos abordaram tecnologias assistivas, princípios de representação, Braille, recursos táteis ou requisitos de acessibilidade. A IA constitui, portanto, uma fração minoritária do conjunto, embora apareça nas propostas recentes de automação e personalização.

Quanto à QE2, as modalidades mais recorrentes foram gráficos táteis, áudio-tato, materiais em Braille, descrições estruturadas, interfaces móveis e combinações multimodais. A convergência entre EP1, EP2, EP4, EP8 e EP10 indica que representações bidimensionais são melhor preservadas quando o usuário pode explorar espacialmente o conteúdo, em vez de receber apenas uma descrição linear.

4.3. Evidências pedagógicas e contextos de aplicação

Em resposta à QE3, predominam estudos de desenvolvimento, usabilidade e revisão. Embora diversos trabalhos relatem resultados positivos de interação ou redução de esforço, são escassas as avaliações longitudinais de aprendizagem. Satisfação, viabilidade técnica e utilidade percebida aparecem com maior frequência do que medidas de compreensão matemática, retenção ou desempenho acadêmico.

Em relação à QE4, somente EP3 e EP13 apresentam foco direto no ensino superior; EP5 e EP10 possuem aderência parcial. Os demais estudos investigam níveis amplos, educação básica ou contextos sem delimitação educacional. Assim, as tecnologias identificadas oferecem princípios transferíveis, mas a evidência de efetividade em disciplinas universitárias permanece limitada.

Quanto à QE5, as lacunas recorrentes são: ausência de suporte ao português brasileiro; incompatibilidade entre formatos e leitores de tela; baixa padronização de descrições; amostras pequenas; concentração em protótipos; e integração pedagógica insuficiente. Nenhum estudo apresentou solução especificamente localizada para o contexto linguístico brasileiro.

5. **Discussão**

5.1. **Predomínio tecnológico e fragmentação do campo**

Os resultados confirmam a existência de um campo emergente, distribuído entre Interação Humano-Computador, Tecnologia Assistiva, Visualização de Dados e Educação. A diversidade favorece inovação, mas dificulta a consolidação de critérios comuns de avaliação. EP1, EP2, EP9 e EP11 demonstram avanço na automação de materiais e interfaces; contudo, a maior parte dos estudos permanece centrada no funcionamento do artefato, e não em sua integração a objetivos curriculares.

Essa diferença é relevante porque um sistema pode ser tecnicamente acessível e, ainda assim, produzir descrição inadequada para compreender uma função ou tendência. A teoria de representação acessível discutida por Marriott et al. (2026) ajuda a interpretar o resultado: o acesso depende da correspondência entre estrutura do dado, modalidade perceptiva e processo cognitivo. Avaliações futuras devem combinar testes de usabilidade com tarefas de interpretação matemática.

5.2. **Implicações para o ensino superior**

A baixa presença de estudos universitários constitui uma das principais lacunas. O ensino superior reúne gráficos mais densos, notações especializadas e demandas de autonomia que não podem ser inferidas integralmente de avaliações com crianças ou de protótipos genéricos. A inclusão de EP2 é justificada pela relevância da técnica de geração de gráficos táteis, mas seus resultados não são generalizados para universitários. A análise distingue, portanto, transferibilidade tecnológica de evidência pedagógica direta.

EP3 e EP13 mostram que, em contextos universitários, o acesso depende também de práticas institucionais, disponibilidade de materiais, formação docente e compatibilidade com o ecossistema tecnológico do estudante. Estudos futuros devem incluir disciplinas reais, ta-

refas curriculares e participantes cegos e com baixa visão, além de examinar tempo de aprendizagem, precisão interpretativa, autonomia e carga cognitiva.

5.3. **Localização linguística e mediação pedagógica**

A ausência de soluções em português brasileiro não é apenas uma lacuna de tradução. Descrições matemáticas dependem de convenções linguísticas, ordem de leitura, pausas, terminologia e estratégias de desambiguação. Sistemas treinados ou avaliados em outros idiomas podem produzir descrições gramaticalmente corretas, mas pedagogicamente inadequadas ao contexto nacional.

A mediação docente permanece necessária para selecionar recursos, verificar erros e integrar a tecnologia ao planejamento. A literatura revisada não sustenta a substituição do professor por sistemas automáticos; evidencia, ao contrário, a necessidade de formação para uso crítico de gráficos táteis, descrições automáticas, leitores de tela e interfaces multimodais.

6. **Síntese integrada das barreiras e diretrizes**

O Quadro 3 organiza as barreiras identificadas e as diretrizes derivadas do conjunto de estudos.

Quadro 3 – Barreiras identificadas e diretrizes para pesquisas futuras

Diminuição	Barreira identificada	Diretriz futura
Representação de gráficos	Ausência de padrões para eixos, escalas, curvas e relações espaciais.	Desenvolver convenções estruturadas e testáveis.

Interoperabilidade	Incompatibilidade entre leitores de tela, formatos táteis e sistemas móveis.	Adotar padrões abertos e testar diferentes tecnologias assistivas.
Avaliação pedagógica	Predomínio de usabilidade e poucas medidas de aprendizagem.	Combinar usabilidade, compreensão, desempenho e autonomia.
Ensino superior	Número reduzido de estudos conduzidos em universidades.	Avaliar disciplinas, áreas e tipos de gráfico universitários.
Localização linguística	Ausência de soluções específicas para português brasileiro.	Validar descrições, comandos e síntese de voz no contexto nacional.
Formação docente	Integração didática pouco discutida.	Formar docentes para seleção e avaliação crítica dos recursos.
Participação dos usuários	Amostras reduzidas e participação tardia.	Envolver usuários desde a definição de requisitos.

7. Limitações do estudo

O conjunto concentra-se em publicações recentes e em inglês, o que pode reduzir a visibilidade de soluções locais não indexadas. A heterogeneidade metodológica impediu comparação estatística de efetividade. Parte das publicações aborda conteúdos STEM ou tecnologias assistivas mais amplas, e sua contribuição para gráficos matemáticos foi interpretada como transferível, não como evidência direta. A classificação pode ser refinada por dupla revisão independente e cálculo de concordância entre avaliadores.

8. Considerações finais

O mapeamento identificou crescimento recente de soluções para gráficos táteis, interfaces áudio-táteis, automação de materiais e sistemas móveis multissensoriais. Entre os 13 estudos, quatro empregaram IA explicitamente, dois focalizaram diretamente o ensino superior e dois apresentaram aderência parcial a esse nível. O predomínio de viabilidade técnica e usabilidade revela escassez de evidências longitudinais sobre aprendizagem, autonomia e impacto curricular.

Conclui-se que a IA pode ampliar a acessibilidade de gráficos matemáticos quando integrada a representações táteis, áudio estruturado e interação multimodal. O avanço do campo depende de protocolos pedagógicos robustos, participação ativa de estudantes com deficiência visual, interoperabilidade entre tecnologias assistivas e desenvolvimento de soluções em português brasileiro. Essas diretrizes fornecem base para pesquisas aplicadas e para recursos destinados a contextos universitários.

9. Referências

ALSHEHRI, H.; LUDI, S.; ALJEDAANI, W. Towards inclusive data visualization: investigating accessibility in scientific and technical charts. In: HCI International 2025 – Late Breaking Papers. Cham: Springer, 2026. p. 3-17. DOI: 10.1007/978-3-032-12781-5_1. [EP12]

BRASIL. Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004. Regulamenta as Leis nº 10.048/2000 e nº 10.098/2000 e estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade. Brasília, DF: Presidência da República, 2004.

FERREIRA, V. H. M.; ARAÚJO, F. P. O. Tecnologias computacionais assistivas para estudantes com deficiência visual no aprendizado de matemática avançada: um mapeamento sistemático da literatura. Revista Novas Tecnologias na Educação, Porto Alegre, v. 24, p. 583-594, 2025.

GHONEIM, R.; ALJEDAANI, W.; ALGHAMDI, A. M.; LUDI, S. Educational accessibility in STEM for visually impaired and blind students: a literature review on challenges and support. In: HCI International 2025 – Late Breaking Papers. Cham: Springer Nature Switzerland,

2026. p. 65-86. DOI: 10.1007/978-3-032-12781-5_5. [EP5]
- IMMELMAN, M. F. Tertiary mathematics teaching to VI students and the role of assistive technologies: a systematic review. *International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education*, v. 12, p. 169-201, 2026. DOI: 10.1007/s40753-025-00271-9. [EP3]
- KANA, F. Y.; HAGOS, A. T. Factors hindering the use of Braille for instruction and assessment of students with visual impairments: a systematic review. *British Journal of Visual Impairment*, v. 43, n. 2, p. 396-406, 2025. DOI: 10.1177/02646196241239173. [EP7]
- KAWULOK, M.; MAĆKOWSKI, M.; ROSIAK, M. A method and semi-automated AI tool supporting tutors in preparing audio-tactile exercises for blind students. In: *Generative Systems and Intelligent Tutoring Systems*. Cham: Springer, 2026. p. 116-130. DOI: 10.1007/978-3-031-98281-1_9. [EP1]
- KAWULOK, M.; MAĆKOWSKA, S.; MAĆKOWSKI, M.; SPINCZYK, D. Reducing blind students' learning effort with an audio-tactile approach to understanding basic computer algorithms. In: *Proceedings of the 30th ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education – ITiCSE 2025*. New York: ACM, 2025. p. 472-478. DOI: 10.1145/3724363.3729098. [EP10]
- KITCHENHAM, B.; CHARTERS, S. Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering. Keele: Keele University; Durham: Durham University, 2007. Technical Report EBSE-2007-01.
- KLINGENBERG, O. G.; HOLKESVIK, A. H.; AUGESTAD, L. B. Research evidence for mathematics education for students with visual impairment: a systematic review. *Cogent Education*, v. 6, n. 1, art. 1626322, 2019. DOI: 10.1080/2331186X.2019.1626322.
- 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*, v. 32, n. 1, p. 659-669, 2026. DOI: 10.1109/TVCG.2025.3634254. [EP8]
- PALANI, H.; ADNIN, R. StemA11y: an AI-driven mobile system for non-visual and multisensory access to STEM content. In: *Proceedings of the 38th International BCS Human-Computer Interaction Conference – BCS HCI 2025*. Swindon: BCS Learning & Development, 2025. p. 496-507. DOI: 10.14236/ewic/BCSHCI2025.56. [EP11]
- PALANI, H.; ADNIN, R.; NAGAR, S. Kanak: automating the generation of accessible STEM materials for blind and low-vision students. In: *Proceedings of the 37th Australian Conference on Human-Computer Interaction – OzCHI 2025*. New York: ACM, 2025. p. 287-299. DOI: 10.1145/3764687.3764694. [EP9]
- SHOAIB, M.; FITZPATRICK, D.; PITT, I. Assistive technology-based solutions in learning mathematics for visually-impaired people: exploring issues, challenges and opportunities. *Multimedia Tools and Applications*, v. 82, p. 46153-46184, 2023. DOI: 10.1007/s11042-023-17409-z.
- TRAITRUENGSAKUL, S.; SILAMUT, A.-A. Developing a graph-paper embosser for visually impaired students using user-centered design approach. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, p. 1-17, 2026a. DOI: 10.1080/17483107.2026.2629602. [EP4]
- TRAITRUENGSAKUL, S.; SILAMUT, A.-A. A survey of graph-based assistive technologies for visually impaired students in Thailand. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, p. 1-15, 2026b. DOI: 10.1080/17483107.2026.2636768. [EP6]
- 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. [EP2]
- ZHU, X. T.; QIU, Z.; WEI, Y.; WANG, J.; JIAO, Y. Understanding the practice, perception, and challenge of blind or low vision students learning through accessible technologies in non-inclusive "blind colleges". *International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education*, v. 12, p. 169-201, 2026. DOI: 10.1007/s40753-025-00271-9. [EP3]

nal Journal of Human-Computer Interaction, v. 42, n. 3, p. 1634-1662, 2026. DOI: 10.1080/10447318.2025.2526569. [EP13]