



SEÇÃO DOSSIÊ TEMÁTICO

TECNOLOGIAS ASSISTIVAS E MEDIAÇÕES PEDAGÓGICAS:
CAMINHOS PARA A EDUCAÇÃO INCLUSIVA

Kit Braillemática: recurso de tecnologia assistiva para promover a autonomia e a acessibilidade na matemática inclusiva

Kit Braillemática: an assistive technology resource to promote autonomy and accessibility in inclusive mathematics

Lorena Cristina de Oliveira Fernandes¹

Vanderley Flor da Rosa²

Dirceu Casa Grande Junior³

Eduardo Filgueiras Damasceno⁴

RESUMO

A inclusão educacional de estudantes com Deficiência Visual (DV) enfrenta um desafio crítico no ensino de matemática, imposto pela escassez de materiais didáticos que traduzam conceitos abstratos — notadamente na Álgebra — para formatos acessíveis. Essa carência limita a construção do significado tátil e restringe a autonomia acadêmica dos alunos. Para abordar essa lacuna, este estudo relata o desenvolvimento e a avaliação do Kit Braillemática, um recurso de Tecnologia Assistiva (TA) configurado como um quadro imantado com peças em braille e tinta, desenhado para facilitar a manipulação e a representação de expressões matemáticas complexas. A pesquisa utilizou uma abordagem de natureza qualitativa, com ciclos de refinamento e avaliação em contextos de sala de aula. Os resultados demonstraram a eficácia do Kit na promoção do engajamento e da aprendizagem significativa, atestada pelos relatos de professores e alunos. Embora os desafios relacionados à durabilidade do protótipo artesanal e a necessidade de aprimoramento contínuo tenham sido identificados, o projeto evidencia o potencial do produto como uma inovação tangível para fortalecer a autonomia e consolidar a acessibilidade na Educação Matemática Inclusiva.

Palavras-chave: Deficiência Visual. Matemática. Inclusão.

¹ Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)
Mestra em Educação pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)
E-mail: lorenafnds@gmail.com

² Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)
Doutor em Educação Universidade Estadual Paulista (UNESP)
E-mail: vanderley@utfpr.edu.br

³ Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)
Doutor em História pela Universidade Estadual Paulista (UNESP)
E-mail: dirceujunior@utfpr.edu.br

⁴ Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)
Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU)
E-mail: damasceno@utfpr.edu.br



ABSTRACT

Educational inclusion for students with Visual Impairment (VI) faces a critical challenge in mathematics teaching, imposed by the scarcity of didactic materials that translate abstract concepts—notably in Algebra—into accessible formats. This shortfall limits the construction of tactile meaning and restricts the students' academic autonomy. To address this gap, this study reports on the development and evaluation of the Braillemática Kit, an Assistive Technology (AT) resource configured as a magnetic board with Braille and print pieces, designed to facilitate the manipulation and representation of complex algebraic expressions. The research employed a qualitative approach, featuring cycles of refinement and evaluation within real classroom contexts. The results demonstrated the Kit's effectiveness in promoting engagement and meaningful learning, attested by reports from both teachers and students. Although challenges related to the durability of the artisanal prototype and the need for continuous refinement were identified, the project highlights the potential of the product as a tangible innovation for strengthening autonomy and consolidating accessibility in Inclusive Mathematics Education.

Keywords: Visual Impairment. Mathematics. Inclusion.

Introdução

A inclusão educacional de pessoas com deficiência no Brasil não é apenas um preceito legal, garantido pela Lei Brasileira de Inclusão (Lei nº 13.146) (Brasil, 2015), mas uma urgência social para o sistema educacional. Neste cenário, dados do Censo Escolar de 2023 (INEP, 2024) revelam a dimensão do desafio para aqueles com Deficiência Visual (DV): de um total de 1.771.430 matrículas na Educação Especial, 94.881 correspondem a estudantes com algum tipo de DV, o que impõe ao sistema educacional a responsabilidade de prover recursos e metodologias que garantam a equidade e a participação plena desses estudantes.

No contexto do ensino de Matemática, a complexidade da inclusão se eleva. A disciplina exige, intrinsecamente, a abstração e a manipulação de representações que são, na didática convencional, predominantemente visuais. Conforme apontado por Cerva Filho e Geller (2013), a natureza de conceitos algébricos, numéricos e geométricos, baseada em símbolos e gráficos, cria uma barreira de acessibilidade para alunos com DV. Para uma aprendizagem significativa, estes dependem de adaptações que traduzam o conhecimento visual em formatos táteis e multissensoriais, exigindo do educador um olhar individualizado.

Essa necessidade se choca com a escassez de materiais didáticos adaptados, um desafio significativo que restringe o acesso concreto a conteúdos matemáticos pelo público com DV. Cerqueira e Ferreira (2000) salientam que os recursos didáticos são de fundamental importância, pois sua ausência pode levar os alunos com deficiência a um mero verbalismo, comprometendo a motivação. Corroborando essa visão, Fernandes e Healy (2007) apontam que a falta de material pedagógico é um problema crônico, especialmente na área da Matemática.

Diante do crescente número de matrículas de estudantes com DV e da urgência em prover um ensino de Matemática verdadeiramente inclusivo, torna-se imprescindível investir na produção de materiais didáticos que promovam a autonomia e a participação efetiva



desse grupo. É neste contexto que este estudo se insere — retomando e aprofundando resultados inicialmente apresentados no V Congresso Brasileiro de Tecnologia Assistiva (5º CBTA) (Fernandes *et al.*, 2024) —, buscando analisar o Kit Braillemática, um quadro imantado adaptado com peças em braille e em tinta, como uma ferramenta inovadora para superar as barreiras didáticas no ensino de Álgebra, contribuindo para uma educação mais equitativa.

Considerando essa lacuna, este trabalho justifica-se pela possibilidade de democratizar o acesso ao conhecimento matemático e aprimorar as estratégias de ensino dos professores, oferecendo um recurso tangível e inovador. Assume-se a hipótese de que a implementação do Kit Braillemática otimizará a aprendizagem de Matemática para alunos com DV, promovendo maior autonomia na resolução de problemas algébricos. O objetivo geral do trabalho é analisar o impacto da implementação do Kit Braillemática no desempenho acadêmico e no engajamento de alunos com DV no ensino-aprendizagem de Matemática. Para isso, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- Analisar a literatura existente sobre a escassez de materiais didáticos adaptados para o ensino de Matemática a alunos com DV, identificando as lacunas que o Kit Braillemática busca preencher.
- Apresentar a metodologia empregada na concepção e fabricação das peças e do quadro imantado do Kit, destacando as adaptações para braille e tinta.
- Detalhar as estratégias pedagógicas realizadas com o material desenvolvido em sala de aula, analisando sua contribuição para o engajamento e a compreensão de conceitos matemáticos por parte dos alunos com DV.

Relatar as percepções, os desafios e as contribuições práticas do Kit para a melhoria do ensino-aprendizagem de Matemática e para a inclusão educacional.

Espera-se que este estudo demonstre a eficácia do Kit Braillemática como um recurso pedagógico. Nas seções seguintes, será apresentada a fundamentação teórica que reforça a lacuna de materiais, seguida pelo detalhamento da metodologia de Pesquisa Baseada em Design (DBR), pela construção do Kit e, por fim, pela análise dos resultados obtidos em sua aplicação prática.

2 Desenvolvimento: fundamentação teórica e a lacuna do ensino de álgebra

Como já ressaltado, a carência de materiais didáticos adaptados ainda representa um desafio significativo para o ensino de matemática a alunos com DV. Nesse cenário, estudos recentes vêm delineando as lacunas existentes, apontando a falta de materiais em tópicos matemáticos mais abstratos.



De acordo com Minholi e Rocha (2024), na análise de 26 trabalhos publicados entre 2012 e 2022 sobre materiais didáticos adaptados para o ensino de Matemática a alunos com DV, revelou-se uma concentração significativa em unidades temáticas como Geometria e Álgebra, manifestada na predominância de recursos para representação de formas geométricas e construção de gráficos de funções. No entanto, os autores ressaltam a baixa produção de materiais voltados para conteúdos de maior grau de abstração, como a resolução de equações e sistemas de equações, indicando uma lacuna nessa área.

Corroborando com essa visão, Costa e Cozendey (2014) dissertaram sobre a escassez de pesquisas focadas no ensino de Matemática para alunos com DV, identificando apenas 10 artigos sobre a temática em 61 periódicos, dos quais oito daqueles abordavam conceitos de geometria, e nenhum conteúdo de maior abstração ou referente ao ensino médio.

Nesse contexto, o Kit Braillemática atua como uma solução para o ensino de Álgebra. Ao oferecer um quadro imantado com peças adaptadas em braille e em tinta, o dispositivo permite a manipulação concreta de símbolos e operações complexas, abrangendo tópicos avançados de Álgebra, tais como:

- Equações e inequações: equação de 1º e 2º grau, inequação produto e quociente, inequação de 2º grau e sistemas lineares.
- Expressões e polinômios: produtos notáveis, fatoração, simplificação de expressões, monômios e polinômios.
- Tópicos avançados: lógica matemática, progressão, radiciação e potenciação, e números complexos.

2.1 Desenvolvimento e construção do Kit Braillemática

A construção do material foi motivada, primeiramente, pela ausência de recursos didáticos no mercado nacional que abordassem de forma acessível determinados conteúdos matemáticos. Outro fator determinante foi a necessidade de desenvolver o material em curto prazo, de modo a permitir que um aluno com DV pudesse acompanhar o ritmo da turma e aprender a disciplina juntamente com os demais colegas. Além disso, optou-se por criar um recurso de baixo custo, utilizando materiais já disponíveis, o que viabilizou sua produção de forma prática e econômica.



2.1.1 Materiais utilizados na construção do recurso didático

A construção do recurso didático teve como base a utilização de materiais acessíveis, de baixo custo, com o objetivo de atender às necessidades de alunos com deficiência visual. A seguir, são listados os materiais empregados e suas respectivas funções:

- Placas de MDF (3 cm x 3 cm): são a base do Kit Braillemática. Em uma das faces, são colados os ímãs para garantir a aderência ao quadro imantado. Na face oposta, uma folha de sulfite com a representação em tinta é fixada, e, sobre ela, uma folha de retro-projetor transparente com as informações em braille. Esse design proporciona uma superfície durável para números, letras, variáveis e símbolos matemáticos.
- Ímãs (3 cm x 3 cm): fixados na parte posterior de cada placa de MDF, permitem que as peças adiram a um quadro metálico, possibilitando a montagem e a reconfiguração das expressões matemáticas de forma prática e segura.
- Cola para artesanato: é empregada na montagem das peças e fixação dos diferentes materiais sobre as superfícies de MDF e da folha de retroprojektor.
- Folha de retroprojektor reutilizada: é utilizada como base para a aplicação dos códigos em braille. Esse material foi escolhido por sua transparência, resistência e reaproveitamento sustentável.
- Folhas de papel sulfite impressas em fonte ampliada (tamanho 36): com números, letras e símbolos matemáticos, são voltadas ao apoio visual de professores e estudantes com baixa visão.
- Cristais sensoriais: aplicados na parte superior de cada placa de MDF, tem diferentes formas conforme a categoria do conteúdo representado (números, letras ou símbolos). Essa diferenciação tátil permite ao aluno com DV identificar rapidamente os elementos durante a leitura ou montagem de operações.
- Quadro imantado (mínimo de 60 cm x 50 cm): é utilizado como superfície para a montagem das expressões e operações matemáticas com as peças imantadas.

Figura 1. Kit. Braillemática, primeira versão das peças

Fonte: elaborado pelos autores (2024).

Descrição da figura 1: Conjunto de peças de MDF de 3 cm x 3 cm dispostas sobre uma superfície. Cada peça apresenta, na face superior, uma folha de sulfite com um número, letra ou símbolo matemático impresso em fonte ampliada (tamanho 36), sobreposta por uma folha de retroprojektor transparente com a representação correspondente em código braille. Na parte superior de cada peça, há cristais sensoriais com formatos distintos para diferenciação tátil por categoria (números, letras ou símbolos)

Figura 2. Kit Braillemática, versão das peças adaptadas

Fonte: elaborado pelos autores (2024).

Descrição da figura 2: Versão aprimorada das peças do Kit Braillemática dispostas sobre uma superfície. As peças apresentam linhas de pérolas personalizadas na parte superior do MDF, diferenciando números, letras e símbolos por meio de padrões táteis distintos, permitindo ao aluno com deficiência visual identificar rapidamente a categoria de cada peça.



2.2 Aplicação e estratégias pedagógicas

A aplicação do Kit Braillemática ocorreu em etapas estratégicas, em uma turma regular do primeiro semestre do curso de Licenciatura em Matemática de uma universidade pública, que contava com um estudante com DV. Primeiramente, o estudante foi apresentado ao recurso de forma individual, permitindo-lhe familiarizar-se com o material e suas funcionalidades, fase crucial para sua segurança e conforto no manuseio. Como parte fundamental da preparação, a professora implementou uma estratégia de pré-aula, dedicando um tempo para antecipar o conteúdo a ser abordado na classe. Essa prática garantiu que o aluno chegasse à aula regular com um entendimento prévio, facilitando sua participação e assimilação do conteúdo em conjunto com a turma. Posteriormente, a integração do Kit ocorreu em sala de aula, com a turma. A principal adaptação pedagógica foi no acesso e compreensão das expressões matemáticas: em vez de copiar do quadro, a professora interagiu diretamente com o aluno no Kit Braillemática, demonstrando a montagem e resolução das expressões. Essa abordagem garantiu que o estudante aprendesse o conteúdo e seu método de resolução simultaneamente com os demais colegas, promovendo uma participação ativa e inclusiva nas atividades da classe.

Figura 3. Aplicação do Kit Braillemática na resolução de produtos notáveis, demonstrando a manipulação tátil dos símbolos



Fonte: elaborado pelos autores (2024).

Descrição da imagem: Aplicação prática do Kit Braillemática em sala de aula. As peças imantadas estão dispostas sobre o quadro metálico formando uma expressão de produtos notáveis. O aluno com deficiência visual manipula tatilmente as peças, montando e resolvendo a expressão algébrica com o auxílio da professora.



2.3 Metodologia de pesquisa

Este estudo adota a pesquisa baseada em Design (Design-Based Research — DBR), uma metodologia intervencionista que surgiu na década de 1990 para integrar teoria e prática educacional. Introduzida por Brown (1992) e Collins (1992) e consolidada pelo DBR Collective (2003), a DBR é essencial para compreender como, quando e por que inovações educacionais funcionam na prática. A DBR opera em ciclos iterativos de design, implementação, avaliação e redesenho. Esse refinamento progressivo, conforme descrito por Collins, Joseph e Bielaczyc (2004), permite testar e aperfeiçoar projetos educacionais continuamente com base na experiência. A técnica promove uma forte ligação entre teoria e prática, destacando a importância da colaboração entre pesquisadores e profissionais para resolver desafios reais na educação, como enfatizado por Van den Akker (1999).

2.3.1 Aplicação da DBR no estudo do Kit Braillemática

A DBR foi aplicada no desenvolvimento e avaliação do Kit Braillemática para criação de materiais didáticos adaptados em matemática para alunos com deficiência visual. O processo seguiu ciclos iterativos:

- Desenvolvimento inicial: criação do Kit fundamentado em princípios de acessibilidade e concretização de conceitos matemáticos abstratos.
- Implementação e avaliação: o Kit foi aplicado em sala de aula, com dados qualitativos coletados via observações e *feedback* da professora e do aluno. As métricas de avaliação incluíram: Engajamento do Aluno; Compreensão de Conceitos Abstratos; Facilidade de Uso e Integração Pedagógica; Contribuição para Autonomia e Inclusão.
- Refinamento: com base nos desafios identificados, como a durabilidade e a necessidade de diferenciação tátil, o Kit foi aprimorado (em um exemplo, foi feita personalização das linhas em braille das peças).

Este processo cíclico e colaborativo, inerente à DBR, permitiu não apenas a criação de um recurso eficaz, mas também a geração de conhecimento prático e o refinamento de princípios de design para futuras inovações na educação inclusiva.

3 Resultados

3.1 Análise da aplicação, engajamento e compreensão

A eficácia do Kit Braillemática foi confirmada pelo reconhecimento da professora da disciplina, que integrou a ferramenta com sucesso no processo de ensino-aprendizagem



de um aluno com deficiência visual. O relato da professora destaca a facilidade de leitura e manipulação do material, atribuindo a isso um ganho significativo. Outro ponto relevante é a rapidez nas correções proporcionada pelo Kit, que possui letras em tamanho ampliado, beneficiando os professores. O próprio aluno relatou que o Kit Braillemática facilita seu entendimento de forma superior a outros recursos adaptados previamente utilizados.

3.2 Percepções e desafios

Apesar dos benefícios, alguns desafios foram identificados. Por ser um material artesanal, a durabilidade do Kit não é garantida a longo prazo, sendo necessário, ocasionalmente, a recolagem de algumas peças. Para aprimorar ainda mais o entendimento do aluno com deficiência visual, uma nova adaptação nas peças foi realizada. Anteriormente, as peças possuíam uma linha de cristais sensoriais na parte superior do MDF para indicar o direcionamento correto da montagem. Agora, esses cristais foram personalizados, cumprindo dupla função: indicar o lado correto da peça e permitir a diferenciação tátil entre categorias. Variáveis possuem duas linhas de seis cristais vermelhos, números apresentam uma linha de seis cristais amarelos e sinais matemáticos são identificados por uma linha de três cristais pretos. Essa customização visa aprimorar a usabilidade e facilitar o reconhecimento e a montagem das expressões matemáticas pelo aluno com deficiência visual.

Considerações finais

O presente estudo reitera o Kit Braillemática como uma inovação fundamental no ensino de Matemática para alunos com deficiência visual, enfrentando a escassez de materiais didáticos adaptados e promovendo a inclusão. A implementação do Kit validou nossa hipótese: o estudante com DV conseguiu aprender e engajar-se ativamente com conceitos matemáticos abstratos, manipulando símbolos e operações de forma concreta, participando da aula em pé de igualdade com seus colegas. A facilidade de uso e leitura do material, destacada pela professora, e o feedback positivo do aluno sobre a melhor compreensão em comparação a outros recursos, reforçam a eficácia do material. Apesar de sua natureza artesanal demandar manutenção, as adaptações contínuas demonstram compromisso com a otimização da experiência do usuário e aprimoram a diferenciação tátil das peças. Em síntese, o Kit Braillemática transcende o papel de recurso didático. Ele é um catalisador para a autonomia e o empoderamento do aluno com deficiência visual, transformando o ensino de matemática em uma experiência acessível e significativa. Para estudos futuros, pretende-se ampliar a gama de módulos matemáticos oferecidos e explorar a produção em massa do Kit, visando facilitar o acesso à educação matemática para um maior número de pessoas com deficiência visual.



O objetivo geral deste trabalho consistiu em analisar o impacto da implementação do Kit Braillemática no desempenho acadêmico e no engajamento de alunos com deficiência visual no ensino-aprendizagem de matemática. Pode-se afirmar que esse objetivo foi plenamente alcançado: os resultados evidenciaram que o Kit possibilitou ao estudante com DV participar ativamente das aulas, manipulando expressões algébricas de forma concreta e acompanhando o conteúdo no mesmo ritmo da turma. Os relatos tanto da professora quanto do aluno confirmaram ganhos significativos em compreensão e autonomia, validando o recurso como uma inovação eficaz para a Educação Matemática Inclusiva.

Quanto aos objetivos específicos, todos foram contemplados ao longo do estudo. A análise da literatura permitiu identificar a lacuna existente em materiais adaptados para conteúdos algébricos de maior abstração, justificando a criação do Kit. A metodologia de concepção e fabricação foi detalhada, demonstrando a viabilidade de um recurso de baixo custo e de fácil replicação. As estratégias pedagógicas, especialmente a prática de pré-aula e a interação direta com o Kit durante as aulas regulares, mostraram-se fundamentais para a inclusão efetiva do aluno. Por fim, os desafios identificados, como a durabilidade artesanal e a necessidade de diferenciação tátil aprimorada, foram abordados por meio dos ciclos iterativos da Pesquisa Baseada em Design, resultando em refinamentos concretos que consolidam o compromisso com a melhoria contínua do recurso.

Referências

BRASIL. Lei nº 13.146, de 06 de julho de 2015. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, ano 152, n. 127, p. 2-11, 07 jul. 2015.

BROWN, Ann L. Design experiments: theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings. *The Journal of the Learning Sciences*, [USA], v. 2, n. 2, p. 141-178, 1992. DOI: 10.1207/s15327809jls0202_2.

CERQUEIRA, Jonir Bechara; FERREIRA, Elise de Melo Borba. Recursos didáticos na educação especial. *Benjamin Constant*, Rio de Janeiro, ano 6, n. 15, p. 24-28, abr. 2000.

CERVA FILHO, Osmar Antônio; GELLER, Marlise. A educação matemática e a deficiência visual: ações dos professores frente à inclusão. In: VII Congresso Ibero-americano de educação matemática 2013, Montevideo, Uruguai. Anais [...]. VII CIBEM, 2013. Disponível em: <https://funes.uniandes.edu.co/wp-content/uploads/tainacan-items/32454/1170411/Cerva2013A.pdf>. Acesso em: 30 set. 2026.



COLLINS, Allan. Toward a design science of education. In: SCANLON, Eileen; O'SHEA, Tim (ed.). *New directions in educational technology*. Berlin: Springer-Verlag, 1992.

COLLINS, Allan; JOSEPH, Diana; BIELACZYK, Katerine. Design research: theoretical and methodological issues. *The Journal of the Learning Sciences*, [USA], v. 13, n. 1, p. 15-42, 2004. DOI: 10.1207/s15327809jls1301_2

COSTA, Ailton Barcelos da; COZENDEY, Sabrina Gomes. O ensino de matemática para pessoas com deficiência visual no Brasil: um estudo bibliográfico. *Benjamin Constant*, Rio de Janeiro, ano 20, v. 1, n. 57, p. 38-51, jan./jun. 2014. Disponível em: <https://revista.ibc.gov.br/index.php/BC/article/view/345>. Acesso em: 08 jun. 2025.

DESIGN-BASED RESEARCH COLLECTIVE. Design-Based Research: an emerging paradigm for educational inquiry. *Educational Researcher*, [Washington, USA], v. 32, n. 1, p. 5-8, jan./feb. 2003. DOI: 10.3102/0013189X032001005.

FERNANDES, Solange Hassan Ahmad Ali; HEALY, Lulu. Ensaio sobre a inclusão na Educação Matemática. *Unión: Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, [España], v. 3, n. 10, p. 59-76, jun. 2007. Disponível em: <https://www.revistaunion.org/index.php/UNION/article/view/1268>. Acesso em: 08 jun. 2025.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. *Censo escolar da Educação Básica 2023: resumo técnico: versão preliminar* [recurso eletrônico]. Brasília: Inep, 2024. Disponível em: https://download.inep.gov.br/publicacoes/institucionais/estatisticas_e_indicadores/resumo_tecnico_censo_escolar_2023.pdf. Acesso em: 02 dez. 2025.

MINHOLI, Felipe Siqueira; ROCHA, Luiz Renato Martins da. Materiais acessíveis para o ensino de matemática para educandos com deficiência visual: uma revisão de literatura. *Revista Brasileira de Educação Especial*, Dourados, MS, v. 30, n. 1, e0064, p. 1-18, maio 2024. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1980-54702024v30e0064>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbee/a/rjs8PwrvHZCs6wTnQsZz34h/?lang=pt>. Acesso em: 07 jun. 2025.

VAN DEN AKKER, Jan *et al.* *Design Approaches and Tools in Education and Training*. [S.l.]: Springer London, Limited, 2012.

Recebido em: 5.2.2026

Revisado em: 30.7.2026

Aprovado em: 4.9.2026