

DOI: 10.46943/V.CINTEDI.2024.02.006

# O USO DA TECNOLOGIA ASSISTIVA COMO APOIO À TRANSCRIÇÃO DE TEXTOS MATEMÁTICOS E GRÁFICOS EM TINTA PARA A ESCRITA EM BRAILLE

*Igor Andrade da Silva<sup>1</sup>*  
*Rodiney Marcelo Braga dos Santos<sup>2</sup>*

## RESUMO

Visto que a diversidade no ambiente escolar é propícia a necessidades educacionais específicas, cabe aos professores no planejamento da sua prática pedagógica fornecer múltiplas formas para a promoção de uma aprendizagem equitativa. Dito isto, como o professor de Matemática pode pensar a acessibilidade à escrita e leitura de um estudante cego ou com baixa visão? Na perspectiva das práticas escolares inclusivas, este estudo ilustra a partir do campo interdisciplinar da Tecnologia Assistiva (TA) a funcionalidade de programas na transcrição de textos matemáticos e gráficos em tinta para a escrita em braille como recurso para acessibilidade de estudantes com cegueira ou baixa visão em cenários de aulas de Matemática na educação básica. Destarte, como os recursos de TA, a exemplo, os programas Braille Fácil e Monet, podem ser eficazmente empregados na transcrição de textos matemáticos e gráficos em tinta para a escrita em braille? Para tanto, o percurso metodológico da pesquisa é de abordagem qualitativa e procedimento bibliográfico, com finalidade descritiva. Como resultados, orientados pelo componente curricular de Matemática proposto pela Base Nacional Comum Curricular, foram editados alguns enunciados matemáticos, com alguns aspectos necessários para a codificação matemática em braille, e apresentado a extensão do programa Monet

1 Graduado em Licenciatura em Matemática do Instituto Federal da Paraíba, [aryadnecarvalho12@gmail.com](mailto:aryadnecarvalho12@gmail.com).

2 Doutor em Logística da Universidade Federal de Roraima. Professor do Instituto Federal da Paraíba e do Mestrado em Formação de Professores da Universidade Estadual da Paraíba, [rodiney.santos@ifpb.edu.br](mailto:rodiney.santos@ifpb.edu.br).

para criação de gráficos em codificação braille. Contudo, podemos verificar que os recursos de TA, Braille Fácil e Monet, tornam-se essenciais para proporcionar a acessibilidade nas aulas de Matemática, permitindo que os professores sem/com o conhecimento em transcrição em braille utilizem os programas para disponibilizar as atividades escolares de forma acessível.

**Palavras-chave:** Tecnologia Assistiva, Braille Fácil, Monet.



## INTRODUÇÃO

A formação inicial de professores tem apontado sua inadequação frente a uma qualificação suficientemente robusta para o desenvolvimento de uma prática pedagógica que atenda a diversidade que representa o público elegível da educação especial. Também, é notório que as escolas não dispõem de toda infraestrutura e recursos suficientes para a promoção da inclusão escolar, a exemplo de profissionais especializados como audiodescritores, transcritores, educadores da educação especial, esses que são necessários para o planejamento da acessibilidade aos alunos cegos e com baixa visão em contextos de aprendizagem, bem como recursos de Tecnologia Assistiva (TA). Dito isto, como o professor de Matemática pode pensar a acessibilidade à escrita e leitura de um estudante cego ou com baixa visão?

Este texto compreende um recorte do Trabalho de Conclusão de Curso em Licenciatura em Matemática do primeiro autor, ofertado por uma Instituição Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, no alto sertão paraibano. Em sua formação inicial, o contato mais próximo com a temática deu-se na disciplina de “Metodologia Aplicada à Educação Matemática na Educação Inclusiva”, ministrada pelo segundo autor. Esse componente curricular obrigatório, orientado pelo campo da Educação Matemática Inclusiva, aborda questões históricas, legais, políticas, práticas sobre a educação especial na perspectiva da educação inclusiva. Dessas, destacam-se temas específicos que motivaram nosso estudo, como “acessibilidade”, “tecnologia assistiva” e Sistema Braille” no contexto da Matemática escolar.

Segundo Calheiros *et al.* (2018), na formação de professores é preciso intensificar e ampliar as discussões sobre a garantia de acesso à escolarização de todos estudantes com qualidade. Ademais, acrescentam que ao considerar o público elegível da educação especial o campo interdisciplinar da TA pode ampliar a funcionalidade e participação social desse sujeito.

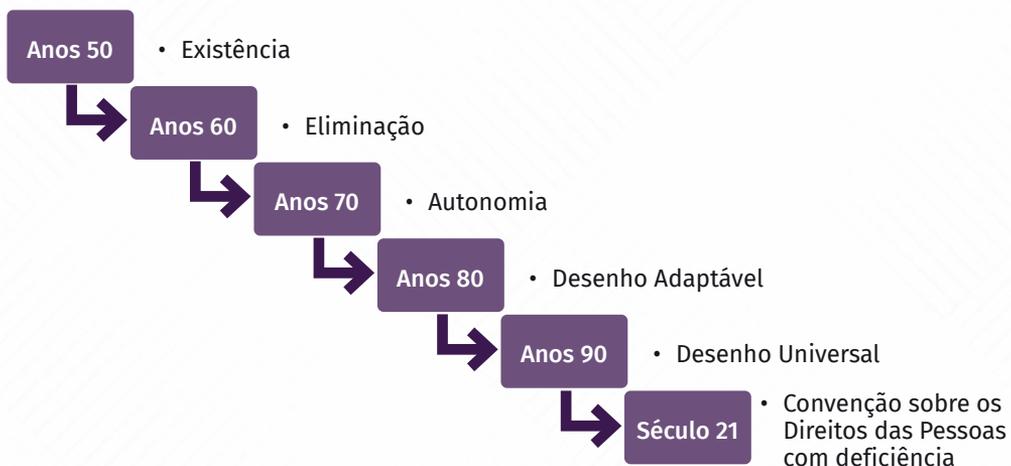
Este estudo parte da inquietação frente ao acesso do estudante cego ou com baixa visão às aulas de Matemática, mas não necessariamente uma legítima participação. Visto que a diversidade no ambiente escolar é propícia a necessidades educacionais específicas, cabe aos professores no planejamento da sua prática pedagógica fornecer múltiplas formas para a promoção de uma aprendizagem mais justa.

Destarte, foi definido a questão de investigação deste trabalho: Como os recursos de TA, a exemplo, os programas Braille Fácil e Monet, podem ser eficazmente empregados na transcrição de textos matemáticos e gráficos em tinta para a escrita em braille, visando a acessibilidade de estudantes com cegueira ou baixa visão nas aulas de Matemática na educação básica? Para tanto, com a intenção de potencializar a igualdade de oportunidades no ensino de Matemática propusemo-nos a investigar a funcionalidade dos programas supracitados.

## ACESSIBILIDADE

Historicamente, as lutas para prover a acessibilidade vêm se desenhando desde a década de 1950 até os dias atuais, como pode ser notado na linha do tempo (Figura 1).

**Figura 1:** Linha do tempo



**Fonte:** Autores.

De acordo com Sasaki (2009), nos anos 1950, profissionais de reabilitação inquietados com a existência de barreiras que impediam pessoas com deficiência se locomoverem denunciavam a inexistência de acessibilidade nos espaços urbanos, edifícios e nos meios de transportes. Na década seguinte, iniciou-se a eliminação de barreiras arquitetônicas dentro dos espaços físicos das universidades americanas. Já por volta de 1970, surgiu o primeiro centro de vida independente (CVI) do mundo, que impulsionou a autonomia do exercício

de centenas de CVIs de pessoas com deficiência. E, em 1975 foi assinada a Declaração dos Direitos das Pessoas Deficientes pela Organização das Nações Unidas (ONU).

Na década de 1980, mais precisamente em 1981, pessoas com deficiência faziam campanhas exigindo a eliminação de barreiras arquitetônicas por meio do desenho adaptável, além da não-inserção de barreiras já nos projetos arquitetônicos por meio do desenho acessível. Posteriormente, na última década do milênio, surgiu o conceito de desenho universal, da visão acerca da diversidade humana e do paradigma da inclusão, o qual ampliou o conceito de acessibilidade (Sasaki, 2009).

Ainda, o autor destacou que, foi proposto para o século XXI a eliminação de todas as barreiras. Para assegurar os direitos igualitários de acessibilidade entra em vigor o Decreto nº 5.296/2004 que “estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências” (Brasil, 2004). O referido decreto define acessibilidade como:

condição para utilização, com segurança e autonomia, total ou assistida, dos espaços, mobiliários e equipamentos urbanos, das edificações, dos serviços de transporte e dos dispositivos, sistemas e meios de comunicação e informação, por pessoa portadora de deficiência ou com mobilidade reduzida. (Brasil, 2004)

Na Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência (ONU, 2007), ratificada no Brasil em 2009, foi elaborada 50 disposições acerca da promoção a independência das pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida, no qual o Estado tem por obrigação promover a inclusão com base nessas disposições (civis, política, econômica, sociais e culturais) e garantir o monitoramento e cumprimento delas.

Outra iniciativa com o propósito de promover a inclusão social é a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (LBI) que é “destinada a assegurar e a promover, em condições de igualdade, o exercício dos direitos e das liberdades fundamentais por pessoa com deficiência, visando à sua inclusão social e cidadania” (Brasil, 2015).

Na LBI o termo “acessibilidade” refere-se à possibilidade de forma igualitária para pessoas com qualquer tipo de deficiência ou mobilidade reduzida que tenham acesso e condição de alcance para uso com segurança e com

autonomia de espaços físicos, móveis, transporte, acesso a informações e comunicações, e demais instalações e serviços de uso público ou privado, seja, no meio urbano ou rural (Brasil, 2015).

Em “Um panorama dos direitos das pessoas com deficiência no Brasil”, Sasaki (2020) discutiu sobre os princípios dos espaços acessíveis como um conceito importante para apontar as barreiras existentes direta e indiretamente na sociedade. O autor usou as palavras de Cruz (2013) para definir o termo acessibilidade como:

a combinação de elementos construtivos e operativos que permitem a qualquer pessoa com deficiência entrar, deslocar-se, sair, orientar-se, com o uso seguro, autônomo e confortável nos espaços construídos, do mobiliário, do equipamento, do transporte, da informação e das comunicações (Sasaki, 2020, p. 70).

Também, Sasaki (2019) corroborou quando de forma prática descreveu as 7 dimensões da acessibilidade, quais sejam:

- Dimensão arquitetônica: acesso sem barreiras físicas no interior e nos arredores de edificações e espaços urbanos, facilitando assim, o acesso aos meios de transporte individual ou coletivo, aos ambientes de trabalho e lazer;
- Dimensão atitudinal: acesso sem barreiras resultantes de preconceitos, estigmas, estereótipos e discriminações, favorecendo assim, a exclusão de atitudes e comportamentos discriminatórios e sensibilizando, conscientizando e proporcionando empatia pela sociedade;
- Dimensão comunicacional: acesso sem barreiras na comunicação (interpessoal, por escrito ou a distância), propondo a aprendizagem de língua de sinais, utilização de textos em braille, textos com letras ampliadas e demais tecnologia assistiva, assim possibilitando as pessoas com deficiência o acesso, a circulação e utilização de serviços que tem a sua disposição;
- Dimensão instrumental: acesso sem barreiras nos instrumentos, ferramentas, utensílios e tecnologias;
- Dimensão metodológica: acesso sem barreiras nos métodos, teorias e técnicas para a execução de atividades nos mais variados campos;

- Dimensão natural: acesso sem barreiras nos espaços criados pela natureza e existentes em terras e águas de propriedades públicas ou particulares, proporcionando condições e oportunidades igualitárias com demais pessoas e todos os direitos e liberdades fundamentais;
- Dimensão programática: acesso sem barreiras invisíveis embutidas em textos normativos (leis, avisos, notícias etc.), proporcionando a participação plena das pessoas com deficiência.

Diante do exposto, para o propósito desse trabalho, é preciso delimitar o conceito de “tecnologia”. Na visão de Veraszto *et al.* (2008) seu conceito tem evoluído de forma célere e que pode se referir a um conjunto de saberes pertinentes ao desenvolvimento e produção de ferramentas (artefatos, sistemas, processos e ambientes) pelos seres humanos para que atenda às suas necessidades. Cortelazzo (2012, p. 96) aponta que tecnologia é o “[...] produto sociocultural, como todo conhecimento sistematizado aplicado à solução de problemas ou à melhoria da vida dos seres humanos”.

Dito isso, nesse conjunto de saberes adentra-se a TA, que busca em um conjunto de artefatos o rompimento de barreiras de acesso e, conseqüentemente, atender as necessidades de pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida.

## **TECNOLOGIA ASSISTIVA UMA ÁREA INTERDISCIPLINAR**

Conforme Bersch (2005) citado por Galvão Filho *et al.* (2022, p. 12-13) a terminologia da TA surgiu em 1988 nos Estados Unidos “como importante elemento jurídico dentro da legislação norte-americana [...] Este conjunto de leis regula os direitos dos cidadãos com deficiência nos EUA, além de prover a base legal dos fundos públicos para compra dos recursos que estes necessitam”.

A legislação dos Estados Unidos de 1988 supracitada descreve a TA como recursos e serviços. Todavia, para Garcia e Vieira (2018, p. 274) a TA “[...] não está atrelada apenas a recurso, mas seu conceito também engloba processos, serviços, metodologias, dispositivos e ferramentas”. A TA fundamenta-se na utilização de dispositivos planejados para assegurar e/ou melhorar as capacidades das pessoas com mobilidade reduzida, com intenção de promover aos mesmos de forma vital o acesso, inserção e independência na construção da cidadania.

No Brasil, o Comitê de Ajudas Técnicas (CAT) sugere que a expressão “Tecnologia Assistiva” seja utilizada como sinônimo de “Ajudas Técnicas” e “Tecnologia de Apoio”, embora ainda seja utilizada mais frequente a expressão “Tecnologia Assistiva” no meio acadêmico (Galvão Filho *et al.*, 2009).

Em dezembro de 2007, o conceito de TA é formulado como:

[...] uma área do conhecimento, de característica interdisciplinar, que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social (Galvão Filho *et al.*, 2009, p. 26).

Bersch e Tonolli (2006), citados por Bersch (2017, p. 2), definem a TA como um “arsenal de recursos e serviços que contribuem para proporcionar ou ampliar habilidades funcionais de pessoas com deficiência e consequentemente promover vida independente e inclusão”. Desse modo, a TA possibilita por meio de um conjunto de recursos o rompimento de barreiras que impossibilita o acesso vital na construção da cidadania de pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida, pois seu principal objetivo é “proporcionar à pessoa com deficiência maior independência, qualidade de vida e inclusão social, através da ampliação de sua comunicação, mobilidade, controle de seu ambiente, habilidades de seu aprendizado e trabalho” (Bersch, 2017, p. 2).

Na interdisciplinaridade da organização do serviço de TA, Bersch (2017, p. 13) enfatiza que “atuará realizando a avaliação; a seleção do recurso mais apropriado a cada caso; o ensino do usuário sobre a utilização de seu recurso; o acompanhamento durante a implementação da TA no contexto de vida real; as reavaliações e ajustes no processo”. Ainda, buscando desenvolver a autonomia das pessoas com mobilidade reduzida “deverá envolver diretamente o usuário e terá como base o conhecimento de seu contexto de vida, a valorização de suas intenções e necessidades funcionais pessoais, bem como a identificação de suas habilidades atuais” (Bersch, 2017, p. 13).

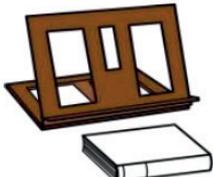
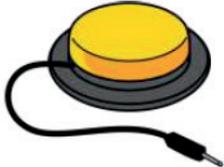
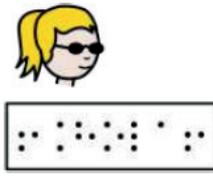
Para a autora, um aspecto importante na seleção da TA é a formação dos usuários e seus familiares, para que possam adquirir habilidades para definir claramente o problema que pretende ser superado, na experimentação de alternativas tecnológicas; além, da escolha do melhor recurso para atender sua especificidade. Desse modo, a participação ativa dos usuários com os

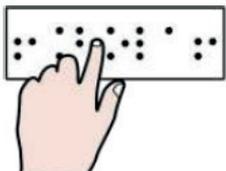
familiares torna-se fundamental para selecionar qual recurso atende melhor as necessidades desde as possibilidades de utilização até as limitações.

A catalogação dos recursos de TA torna-se útil para a definição e organização em pesquisas voltadas para a construção dos paradigmas da acessibilidade, bem como facilita a identificação e implementação de políticas públicas direcionadas a melhorara do atendimento específico a cada cidadão.

A classificação de TA que segue foi escrita em 1998 por José Tonolli e Rita Bersch, sendo atualizada pelos autores em 12 categorias (Bersch, 2017), representadas no Quadro abaixo:

**Quadro: Categorias** da TA

Auxílios para a vida diária e vida prática		
		
CAA – Comunicação Aumentativa e Alternativa		
		
Recurso de acessibilidade ao computador		
		
Sistemas de controle de ambiente		
		

Projetos arquitetônicos para a acessibilidade		
		
Órteses e próteses		
		
Adequação Postural		
		
Auxílios de mobilidade		
		
Auxílios para ampliação da função visual e recursos que traduzem em áudio ou informação tátil		
		
Auxílios para melhorar a função auditiva e recursos utilizados para traduzir os conteúdos de áudio em imagens, textos e língua de sinais		
		



**Fonte:** Elaborado a partir de Símbolos ARASAAC<sup>1</sup> • © ARASAAC – Gobierno de Aragón, Espanha (2023).

No contexto educacional brasileiro, parte-se da realidade do paradigma do ensino tradicional “esse que, ao contrário de educar para a independência, para a autonomia, para a liberdade no pensar e no agir, reforça esquemas de dependência e submissão” (Galvão Filho, 2012, p. 77). Conforme Galvão Filho e Miranda (2011, p. 3):

[...] o paradigma educacional hegemônico em nossas escolas ainda é marcadamente caracterizado pela transmissão, repetição e memorização de informações, que ocorre de forma massiva, padronizada, baseado em padrões e limites de “normalidade” extremamente rígidos e arbitrários. E, exatamente por isso, trata-se de um modelo educacional que não suporta as diferenças.

Galvão Filho (2012) aponta que em uma sociedade contemporânea é indispensável ressignificar o discurso e a prática desse paradigma educacional, pois a escola se constitui com um ambiente privilegiado para construção de uma sociedade mais inclusiva. Dito isso, tem-se a TA como um campo inovador para idealização dos objetivos de uma escola mais acessível, como aponta Basegio (2016, p. 67):

a tecnologia assistiva, como uma dimensão interativa de apoio ao ensino e à aprendizagem apresenta um potencial de inserção social inovador. Desse modo, para transformar os métodos tradicionais de ensino e de aprendizagem e, conseqüentemente, construir uma escola inclusiva, a presença da TA é indispensável.

Do ponto de vista de Galvão Filho (2012, p. 69), a TA no campo da educação possibilita a participação do aluno com deficiência nas diversas atividades realizadas no cotidiano escolar, o que pode refletir em sua aprendizagem, pois “seria uma maneira concreta de neutralizar as barreiras causadas pela deficiência e inserir esse indivíduo nos ambientes ricos para a aprendizagem e desenvolvimento”.

Bersch (2009, p. 22) corrobora quando diz que, “o serviço de tecnologia assistiva na escola tem por objetivo prover e orientar a utilização de recursos e/ou práticas que ampliem habilidades dos alunos com deficiência, favorecendo a participação nos desafios educacionais”. Para tanto, existem inúmeros recursos de TA que favorecem o planejamento e a promoção de um ambiente escolar inclusivo, a exemplo, a leitura e a escrita em braille. Portanto, os recursos de TA são de extrema importância para proporcionar a inclusão educacional, conforme as necessidades específicas de cada usuário (Galvão Filho, 2010).

## **O SISTEMA BRAILLE E O CÓDIGO MATEMÁTICO UNIFICADO**

O Sistema Braille é uma ferramenta que representa uma alternativa e amplia a possibilidade de aquisição da informação e da comunicação. De acordo com Felipe e Garcia (2010) e Moraes (2015), a pessoa com deficiência visual como qualquer outro sujeito necessita da comunicação para sua participação em sociedade. Destarte, o braille, além de permitir a inclusão social de pessoas cegas, no ambiente escolar, favorece a maior participação nos processos de escolarização, uma vez, que proporciona “ao aluno incluído maior independência na escrita e na leitura, o que proporciona, conseqüentemente, maior facilidade de comunicação e socialização” (Moraes, 2015, sp.).

Desse modo, no contexto escolar, a utilização do Sistema Braille proporciona aos usuários acesso e autonomia no processo de aprendizagem e no desenvolvimento social para a aquisição de escrita e leitura. Assim, “torna-se um veículo importante de informação, construção de conhecimento e acesso à cultura letrada, sendo um veículo para o exercício de cidadania da pessoa com deficiência visual” (Bock; Silva, 2013, p. 90).

A primeira proposta de aplicação do Sistema Braille para a Matemática foi apresentada por Louis Braille (1809-1852) em 1837, que na ocasião foram apresentados os símbolos fundamentais para algarismos e a utilização na Aritmética e Geometria. Essa simbologia fundamental não seguia um padrão

internacional, apresentando diferentes códigos para a Matemática e Ciências (Brasil, 2006).

Criado na França em 1825, o Sistema Braille é um dispositivo utilizado geralmente por pessoas cegas, permitindo aos usuários a escrita e a leitura tátil. Com base na invenção de Barbier que consistia em 12 sinais em pequenos pontos em relevo, Louis aos 15 anos concluiu um método mais prático, sendo constituído por uma cela de seis pontos em alto relevo possibilitando 63 combinações que representam letras, sinais de acentuação, pontuação e números. No referido sistema, os números são representados pelas 10 primeiras letras do alfabeto e para distinguir as letras dos números é utilizado o sinal numeral que sempre antecede o número (Bock; Silva, 2013).

Após sua morte, por enorme pressão dos alunos, o seu método passa a ser ensinado no Instituto Real dos Jovens Cegos. Por motivo da simplicidade e facilidade do sistema passou a ser utilizado por toda a França tornando-se sistema padrão na Europa e em 1916 foi adotado pelos Estados Unidos, com o sistema formalizado para o inglês (Pralon, 2021).

No sentido de padronizar o Sistema Braille para a Matemática, foi realizado na cidade de Viena, em 1929, um Congresso na tentativa em estabelecer um Código Matemático Unificado (CMU), que contou com a participação de países europeus e dos Estados Unidos, porém não teve êxito, pois prevaleceu as divergências (Brasil, 2006).

Devido à necessidade de adoção de novos símbolos matemáticos mediante aos avanços tecnológicos e científicos, na década de 1970 estudos realizados na Espanha propôs um código matemático unificado, denominado “*Notacion Universal*”, esses estudos foram realizados pela Organização Nacional de Cegos Espanhóis, desenvolvido através da análise e comparação de diferentes códigos no mundo (Brasil, 2006).

Em 1973, ocorreu a primeira tentativa de se estabelecer um código unificado para os países de língua Castelhana e Portuguesa, na Conferência Ibero-Americana para a Unificação do Sistema Braille. Entretanto, a tentativa falhou devido as divergências entre os códigos apresentados e inviabilizou o acordo (Brasil, 2006).

No Brasil, por volta de 1844, José Alvarez de Azevedo, um jovem brasileiro cego, ingressa no Instituto Real dos Jovens Cegos e em 1850, retorna ao Brasil disposto a incluir o Sistema Braille (Bock; Silva, 2013). Azevedo obteve de D. Pedro II a autorização para a criação de uma escola para a educação de cegos

no país. Assim, em 17 de setembro de 1854 é fundado o Imperial Instituto dos Meninos Cegos, atual Instituto Benjamin Constant (IBC), tornando-se a primeira instituição de educação especial da América Latina (Pralon, 2021).

Na década de 1970, especialistas no Sistema Braille no Brasil, em especial os do IBC e da Fundação Dorina Nowill para Cegos, passaram a se preocupar com as vantagens da codificação unificada. À época, as transcrições dos símbolos da Matemática Moderna era um dos principais problemas, principalmente no nível superior de ensino. Todavia, em 1987, na cidade de Montevidéu, durante uma reunião com países de língua castelhana, obteve-se um acordo para a unificação da simbologia matemática. Na reunião participou dois representantes brasileiros, como ouvintes (Brasil, 2006).

Em 1991, começou a atualização do Sistema Braille no Brasil que contou com especialistas na então criada Comissão para Estudo e Atualização do Sistema Braille e Uso no Brasil, na qual teve os trabalhos concluídos em 18 de maio de 1994. Dentre as resoluções, adotou-se o “Código Matemático Unificado para a Língua Castelhana”, com as adaptações à realidade brasileira. Além disso, por orientação da União Brasileira de Cegos, foram estabelecidas estratégias para a implantação da nova simbologia matemática unificada em todo o país (Brasil, 2006).

Somente em 2006, a Comissão Brasileira de Braille elaborou o “Código Matemático Unificado para Língua Portuguesa”, no qual foi revisto e atualizado de acordo com a “Grafia Braille para a Língua Portuguesa” e aprovado pelo MEC por meio da Portaria nº 2.678, de 24 de setembro de 2002 (Brasil, 2006).

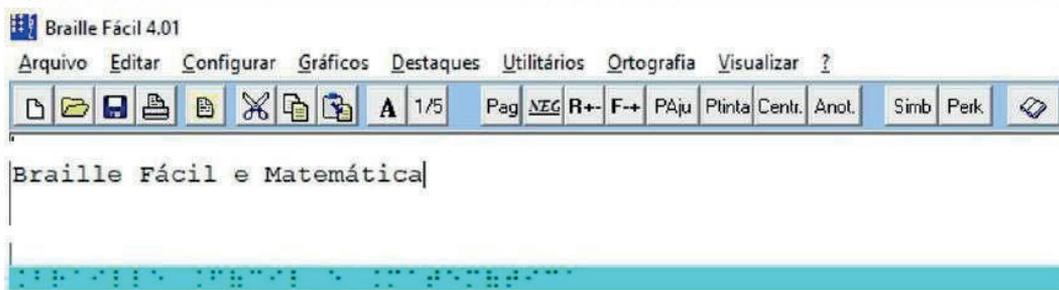
Vale frisar que, com a modernização e os avanços das tecnologias digitais, recursos tecnológicos foram desenvolvidos para utilização por pessoas cegas ou com baixa visão. Porém, “alguns estudiosos vêm alertando para o fenômeno da “desbrailização” que se refere à subutilização ou, em alguns casos, a substituição do uso do sistema Braille por outras ferramentas” (Bock; Silva, 2013, p. 89). Entretanto, os autores acrescentam que “o sistema Braille pode ser usado concomitantemente com outros recursos, ampliando acesso ao conhecimento de forma geral, mas é insubstituível no sentido do acesso ao conhecimento da cultura letrada” (Bock; Silva, 2013, p. 89).

Na próxima seção é apresentado o programa Braille Fácil e editado dois enunciados matemáticos, com alguns aspectos necessários para a codificação matemática em braille. Também, é apresentado a extensão do programa Monet para criação de gráficos em codificação braille.

## O USO DO BRAILLE FÁCIL E DO MONET COMO APOIO EM PREPARAÇÃO DE TEXTOS MATEMÁTICOS E GRÁFICOS EM BRAILLE

O programa Braille Fácil (Figura 2) permite editar e criar uma impressão em braille através de ferramentas bastante simples, “o menu principal é composto por ícones de fácil identificação, possibilitando assim o acesso às múltiplas funcionalidades do programa e o seu uso é bastante intuitivo, pois se aproxima bastante dos programas de edição de textos tradicionais” (Bernado *et al.*, 2020, p. 7). Por meio do menu principal é possível controlar a operação de configuração do programa e de transcrição braille, onde estão disponíveis todas as funções e controles da edição do texto (Araújo, 2018).

**Figura 2:** Interface do Braille Fácil

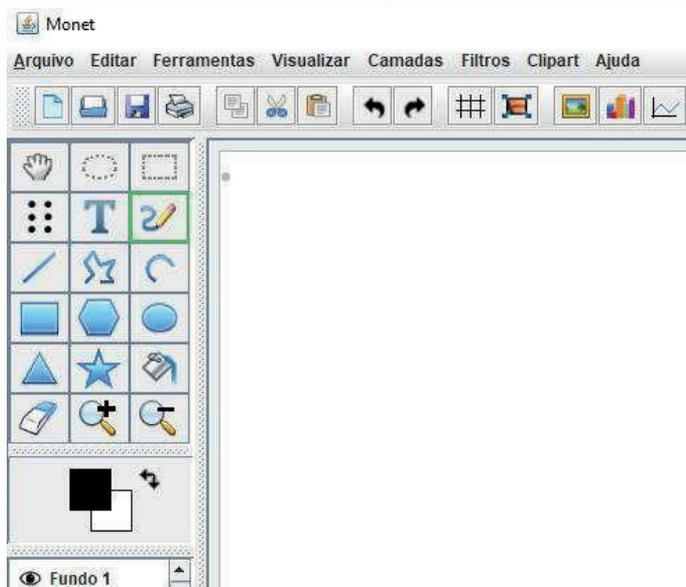


**Fonte:** Dados da pesquisa.

Para a transcrição matemática no referido programa alguns aspectos devem ser considerados desde as operações básicas que devem ser precedidas do sinal indicativo de crase (^); a representação de potência é dada pelo símbolo “â”; o símbolo de raiz quadrada é dada por “âû” até o uso dos parênteses auxiliares, eles são abertos com o símbolo “?” e fechados com o símbolo “\*”, esses símbolos podem ser encontrados no menu “Utilitários” na opção “Símbolos especiais” e “Tabelas de caracteres” (Bernado *et al.*, 2020).

Ainda, o programa Braille Fácil disponibiliza uma extensão para edição de gráficos, o Programa Monet (Figura 3). O Monet foi desenvolvido pelo IBC em parceria com o Ministério da Educação e Acessibilidade Brasil, é gratuito e permite a criação de representações gráficas, sua compatibilidade com o programa Braille Fácil permite a criação de conteúdos matemáticos, como representações algébricas, gráficas e textuais (Araújo, 2018).

**Figura 3:** Interface do Monet



**Fonte:** Dados da pesquisa.

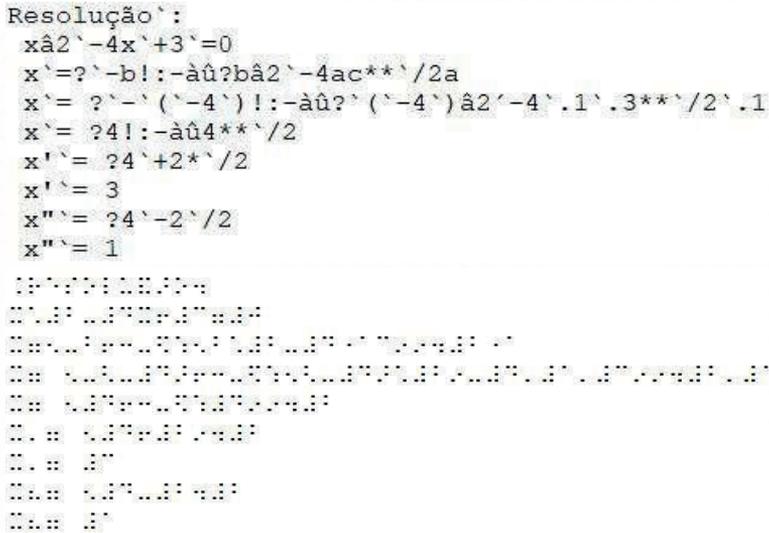
### EXEMPLO 1: FUNÇÃO QUADRÁTICA

São diversas as aplicações das funções quadráticas, a exemplo na física, na engenharia, na economia e em outras diversas áreas. Em sua resolução, pode ser utilizado o método de Bhaskara ou soma e produto. Bhaskara foi um matemático hindu nascido por volta do ano 1100. Uma curiosidade, estima-se que trezentos anos antes o referido método de resolução já era utilizado pelo matemático árabe Al-Khowarizmi, considerado como o iniciador da álgebra, entretanto, o método recebeu o nome de Bhaskara. Inicialmente, vamos conhecer o processo de resolução desse teorema e esboçar seu gráfico. Para a função  $f(x) = x^2 - 4x + 3$  indique as coordenadas dos pontos de interseção da parábola em cada eixo.

Para a criação do gráfico em braille foi utilizado o Monet. No menu, em "Arquivos" seleciona-se a opção "Importar" para anexar a imagem do gráfico já construído e em seguida, em "Filtros" seleciona-se a opção "Brailizar" e digita-se o valor 11. Por fim, é necessário preencher as coordenadas dos pontos encontrados, primeiro clica-se na opção "Braille" e digita-se as coordenadas uma a uma utilizando a opção "Mover" para fixar no local certo de cada coordenada, chegando ao resultado esperado.

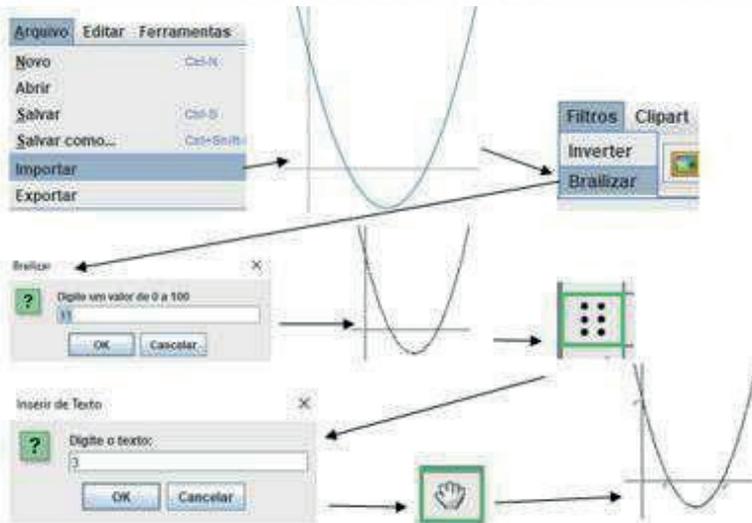
As Figuras 4-5 ilustram o processo de transcrição.

**Figura 4:** Processo de transcrição da função quadrática em tinta e braille



**Fonte:** Dados da pesquisa.

**Figura 5:** Processo para brailizar o gráfico da parábola



**Fonte:** Dados da pesquisa.

**EXEMPLO 2: TABELA E GRÁFICO DE SETORES E BARRAS**

As tabelas e os gráficos buscam promover uma melhor análise de dados, sendo fundamentais para a sociedade no tratamento dos mais variados tipos

de informações e no estabelecimento de relação entre elas. Ilustração: Uma fábrica que produz peças de automóveis fez um levantamento da quantidade de peças produzidas nos últimos dez anos, os dados constam na Tabela. A partir desses dados, represente em um gráfico de setores os resultados que ficaram acima de 300 mil.

**Tabela:** Dados obtidos

Ano	Quantidade produzida
2013	280 mil
2014	230 mil
2015	290 mil
2016	260 mil
2017	285 mil

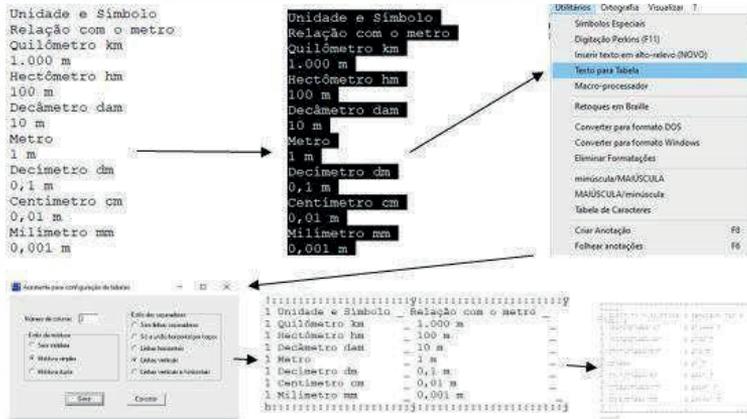
**Fonte:** Dados da pesquisa.

Para a criação da tabela no programa Braille Fácil é necessário, primeiramente, transcrever os dados em parágrafos diferentes. Após isso, seleciona-se todo o texto e no menu clica-se em “Utilitários”, na opção “Texto para tabela”. Desse modo, aparece o “Assistente para configuração de tabelas”, assim abre as opções para a tabela desejada. Para a Tabela 1 foi selecionado o “2” que corresponde a duas colunas, após isso clica-se em “Gerar” e no menu em “Visualizar”, sendo apresentado a tabela em codificação braille.

No processo de transcrição do gráfico de setores em braille foi utilizado o Monet. Inicialmente, seleciona-se “Arquivos” em menu e clica-se na a opção “Importar” para anexar a imagem do gráfico de setores já construído. Em seguida, seleciona-se “Filtros” em menu e na opção “Brailizar” digita-se o valor 7. Por fim, é necessário preencher os dados do gráfico, primeiro clica-se na opção “Braille” e digita-se os dados um a um, utilizando a opção “Mover” para fixar no local certo, assim o gráfico é apresentado para sua impressão.

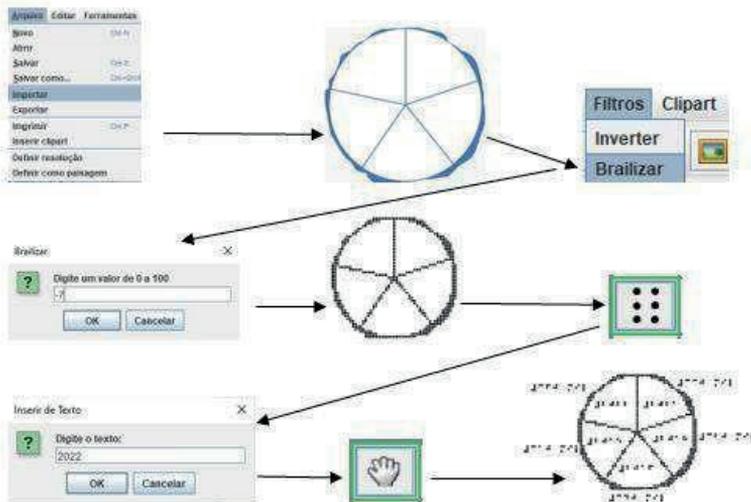
As Figuras 6-7 ilustram o processo de transcrição.

**Figura 6:** Processo de transcrição da tabela em tinta para braille



**Fonte:** Dados da pesquisa.

**Figura 7:** Processo para brailizar o gráfico de setores



**Fonte:** Dados da pesquisa.

Para a criação do gráfico de barras em codificação braille foi utilizado o programa Monet. Inicialmente, seleciona-se “Gráficos de barras” no menu, na sequência abre-se a opção “Histograma”, sendo necessário inserir cada dado um a um e por fim, clica-se em “Desenhar”, logo é criado o gráfico em codificação braille.

As Figuras 8-9 ilustram o processo de transcrição.

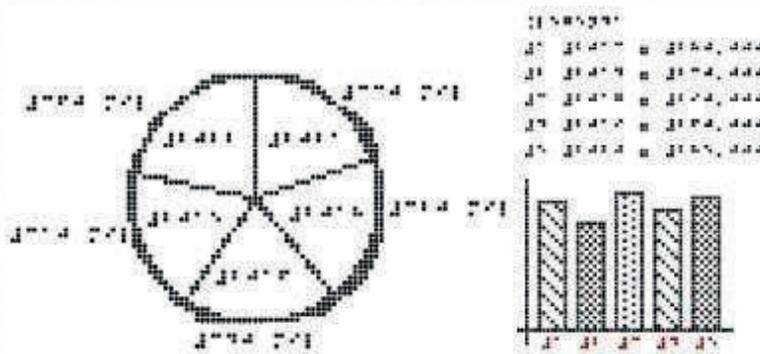


**Figura 8:** Processo para construir o gráfico de barras



**Fonte:** Dados da pesquisa.

**Figura 9:** Processo para construir o gráfico de barras



**Fonte:** Dados da pesquisa.

A partir dos dois exemplos, podemos verificar que os recursos de TA, Braille Fácil e Monet, tornam-se essenciais para proporcionar a acessibilidade nas aulas de Matemática, permitindo que os professores sem/com o conhecimento em transcrição em braille utilizem os programas para disponibilizar as atividades escolares de forma acessível.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para expor as considerações finais deste trabalho, partiu-se da sua questão norteadora: Como os recursos de Tecnologia Assistiva, a exemplo, os programas Braille Fácil e Monet, podem ser eficazmente empregados na transcrição de textos matemáticos e gráficos em tinta para a escrita em braille,

visando a acessibilidade de estudantes com cegueira e baixa visão nas aulas de Matemática na educação básica?

Na perspectiva das práticas escolares inclusivas, este estudo ilustra a partir do campo interdisciplinar da TA a funcionalidade dos programas Braille Fácil e Monet na transcrição de textos matemáticos e gráficos em tinta para a escrita em braille como recurso para acessibilidade de estudantes com cegueira ou baixa visão em cenários de aulas de Matemática na educação básica.

No âmbito do planejamento de ensino de Matemática foram apresentados dois enunciados (Exemplo 1: função quadrática e Exemplo 2: tabela e gráfico de setores e barras) como referência para demonstração da funcionalidade dos programas supra citados. Assim, pôde-se verificar o desenvolvimento de materiais didáticos acessíveis e de estratégias de ensino, o que favorece a atuação do professor frente aos princípios da inclusão escolar.

## REFERÊNCIAS

Araújo, L. F. F. **Ensino de Matemática para pessoas cegas com uso do Software**

**Monet:** Criando gráficos táteis para o ensino de função quadrática. 2018. 214 p. Dissertação (Mestre em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias) - Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC, Joinville, 2018.

Basegio, A. C. Percursos da tecnologia assistiva no contexto de educação inclusiva e a luta por reconhecimento das diferenças. 2016. 175 p. Dissertação (Mestrado em Educação) - UNILASALLE, [S. l.], 2016.

Bersch, R. *Design um serviço de tecnologia assistiva em escolas públicas*. 2009. 231 p. Dissertação (Mestre em Design) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

Bersch, R. **Introdução a Tecnologia Assistiva**. Porto Alegre, 2017.

Bock, G. L. K; Silva, S. C. **Simbologia Braille**. 1. ed. Florianópolis: DIOESC, 2013.

Brasil. **Código Matemático Unificado para a Língua Portuguesa - CMU**, Brasília, 2006

BRASIL. **Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004.** Regulamenta as Leis nos 10.048, de 8 de novembro de 2000, e 10.098, de 19 de dezembro de 2000., Brasília, ano 2004, 2 dez. 2004.

BRASIL. **Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015.** Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência), Brasília, 6 jul. 2015.

Calheiros, S. D.; Mendes, E. G.; Lourenço, G. F. Considerações acerca da tecnologia assistiva no cenário educacional brasileiro. **Revista Educação Especial**, Santa Maria, v. 31, n. 60, p. 229-244, jan./mar. 2018.

Cortelazzo, I. B. C. **Formação de professores para uma educação inclusiva medida pelas tecnologias.** In: Giroto, C. R. M.; Poker, R. B.; Omote, S. (Org.). As tecnologias nas práticas pedagógicas inclusivas. Marília/SP: Cultura Acadêmica, p. 63-120, 2012.

Cruz, A. B. **Diagnóstico sobre la problemática de accesibilidad que viven las personas con discapacidad motriz y visual en México.** Ciudad de Mexico, MEX: Centro Lindavista, p. 1-66, 15 ago. 2013.

Felippe, M. C. G. C; Garcia, N. Braille: Sistema de Comunicação Alternativa. **Revista Educação**, [s. l.], v. 2, p. 97-107, jan.-jun., 2010.

Galvão Filho, T. A. A **Tecnologia Assistiva:** de que se trata? In: Machado, G. J. C.; Sobral, M. N. (Orgs.). Conexões: educação, comunicação, inclusão e interculturalidade. 1 ed. Porto Alegre: Redes Editora, p. 207-235, 2009.

Galvão Filho, T. **Tecnologia Assistiva:** favorecendo o desenvolvimento e a aprendizagem em contextos educacionais inclusivos. In: Giroto, C. R. M.; Poker, R. B.; Omote, S. (Org.). As tecnologias nas práticas pedagógicas inclusivas. Marília/SP: Cultura Acadêmica, p. 65-92, 2012.

Galvão Filho, T. Tecnologia Assistiva: favorecendo práticas pedagógicas inclusivas. **Revista Profissão Mestre**, Curitiba: Humana Editorial, ano 12, n. 133, p. 14, out., 2010.

Galvão Filho, T.; Miranda, T. G. Tecnologia Assistiva e paradigmas educacionais: percepção e prática dos professores. **Anais da 34ª Reunião Anual da ANPEd** – Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação. Natal: ANPEd, 2011.

Garcia, E. N.; Vieira, A. M. D. P. Desafios contemporâneos: O uso da Tecnologia Assistiva como instrumento facilitador da aprendizagem. **Revista do Programa de Pós-Graduação em Educação da UFPI**, Teresina, ed. 40, 23 dez. 2018.

Pralon, D. E. **MATBRAILLE**: uma ferramenta para transcrição de textos e expressões matemáticas em braille. 2021. Monografia (Bacharelado) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2021.

Sasaki, R. K. **As sete dimensões da acessibilidade**. 1. ed. São Paulo: Larvatus Prodeo, 2019.

Sasaki, R. K. Inclusão: acessibilidade no lazer, trabalho e educação. **Revista Nacional de Reabilitação (Reação)**, São Paulo, ano XII, mar./abr. 2009, p. 10-16

Veraszto, E. V. *et al.* **Tecnologia**: buscando uma definição para o conceito. Prisma.com, [s. l.], p. 60-85, 2008.