

## Educação básica: o uso de tecnologias assistivas no ensino de matemática para estudantes cegos.

Leandro Dias Alcolumbre da Silva<sup>1</sup>

Walber Christiano Lima da Costa<sup>2</sup>

Paulo Vilhena da Silva<sup>3</sup>

Ana Lúcia Manrique<sup>4</sup>

**Resumo:** Este artigo analisa criticamente os desafios e as possibilidades do uso de tecnologias assistivas no ensino de matemática para pessoas com deficiência visual, sob a perspectiva da educação inclusiva. Por meio de uma revisão bibliográfica narrativa, articulam-se três eixos fundamentais: a formação docente voltada a práticas inclusivas, a importância de políticas públicas que garantam infraestrutura e capacitação continuada e o potencial pedagógico de ferramentas tecnológicas para a aprendizagem matemática. Inicialmente, evidencia-se que a mera disponibilidade tecnológica não assegura a inclusão. É necessário um esforço sistêmico que envolva formação específica, adequação curricular e compromisso institucional. O trabalho também incorpora, de forma reflexiva, a experiência vivida por um dos autores na educação básica, que é cego, reforçando a urgência de práticas pedagógicas que superem barreiras atitudinais e metodológicas. Conclui-se, apontando caminhos para futuras pesquisas e intervenções no campo da educação matemática inclusiva, destacando a necessidade de maior integração entre tecnologia, didática e políticas públicas.

**Palavras-chave:** Tecnologias assistivas. Educação matemática. Deficiência visual. Formação docente.

## Basic education: the use of assistive technologies in teaching mathematics to blind students.

**Abstract:** This article critically analyzes the challenges and possibilities of using assistive technologies in teaching mathematics to visually impaired individuals from the perspective of inclusive education. Through a narrative literature review, three fundamental axes are articulated: teacher training aimed at inclusive practices, the importance of public policies that ensure infrastructure and ongoing training, and the pedagogical potential of technological tools for mathematical learning. Initially, it becomes evident that the mere availability of technology does not ensure inclusion. A systemic effort involving specific training, curriculum adaptation, and institutional commitment is required. The work also reflexively incorporates the lived experience of one of the authors in basic education, who is blind, reinforcing the urgency of pedagogical practices that overcome attitudinal and methodological barriers. It concludes by pointing the way for future research and interventions in the field of inclusive mathematics education, highlighting the need for greater integration between technology, pedagogy,

<sup>1</sup> Especialista em Didática e Prática Pedagógica na Educação Básica, pela Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA). Atua profissionalmente com Engenharia de Software e Dados, com foco em Developer Experience (DX), Developer Relations (DevRel), Acessibilidade digital e Governança de dados. Ananindeua, Pará, Brasil. E-mail: leandro.alcolumbre@gmail.com. Orcid: <https://orcid.org/0009-0001-3731-6055>

<sup>2</sup> Doutor em Educação em Ciências e Matemáticas (UFPA). Professor na Faculdade de Ciências da Educação, da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (FACED/ICH/UNIFESSPA), Marabá, Pará, Brasil. E-mail: walberchristiano@gmail.com. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2440-8564>

<sup>3</sup> Doutor em Educação em Ciências e Matemáticas, Professor Adjunto do Instituto de Ciências Exatas e Naturais, da Universidade Federal do Pará (ICEN/UFPA). Belém, Pará, Brasil. E-mail: pvilhena@ufpa.br. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3989-5927>

<sup>4</sup> Livre Docente em Educação Matemática. Professora Associada do Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP), São Paulo, SP, Brasil. E-mail: analuciamanrique@gmail.com. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7642-0381>

and public policies.

**Keywords:** Assistive technologies. Mathematics education. Visual impairment. Teacher training.

## **Educación básica: el uso de tecnologías asistivas en la enseñanza de matemáticas a estudiantes ciegos.**

**Resumen:** Este artículo analiza críticamente los desafíos y las posibilidades del uso de tecnologías asistivas en la enseñanza de matemáticas para personas con discapacidad visual, desde la perspectiva de la educación inclusiva. A través de una revisión bibliográfica narrativa, se articulan tres ejes fundamentales: la formación docente orientada a prácticas inclusivas, la importancia de políticas públicas que garanticen la infraestructura y la capacitación continua, y el potencial pedagógico de las herramientas tecnológicas para el aprendizaje matemático. Inicialmente, se evidencia que la mera disponibilidad tecnológica no garantiza la inclusión. Se requiere un esfuerzo sistémico que involucre formación específica, adaptación curricular y compromiso institucional. El trabajo también incorpora, de forma reflexiva, la experiencia vivida por uno de los autores en la educación básica, quien es ciego, reforzando la urgencia de prácticas pedagógicas que superen barreras actitudinales y metodológicas. Se concluye señalando caminos para futuras investigaciones e intervenciones en el campo de la educación matemática inclusiva, destacando la necesidad de una mayor integración entre tecnología, didáctica y políticas públicas.

**Palabras clave:** Tecnologías asistivas. Educación matemática. Discapacidad visual. Formación docente.

### **1 Introdução**

O presente artigo busca abordar o ensino da matemática a estudantes com deficiência visual, analisando as principais dificuldades no aprendizado dessa disciplina por estudantes cegos, bem como as contribuições do uso da tecnologia assistiva como ferramenta auxiliar e as perspectivas para, futuramente, adquirir cada vez mais papel relevante nesse sentido. A investigação se justifica pelo fato de que é notória a dificuldade de muitas pessoas cegas na obtenção de materiais adaptados, o que repercute na construção de conhecimento, absorção de conteúdo e mesmo no acompanhamento de aulas de matemática (Sganzerla; Geller, 2018).

Isso acontece, muitas vezes, porque os docentes usam recursos visuais para ministrar suas aulas, excluindo os educandos cegos. Com a falta do uso de ferramentas que auxiliem no aprendizado, alguns estudantes concluem a educação básica sem ter retido quaisquer assuntos ministrados (Manrique; Viana, 2021).

Assim, neste artigo, objetivamos demonstrar os avanços tecnológicos que visam auxiliar o ensino de conteúdos de matemática valendo-se da ludicidade, como jogos de computador e softwares desenvolvidos para auxiliar pessoas cegas em temáticas complexas. Fez-se, ainda, um breve apanhado histórico, a fim de situar o leitor no contexto em que se encontra a inclusão e sua relação com a educação, além de demonstrar os avanços obtidos até os dias atuais.

Ressaltou-se a importância do trabalho em conjunto entre educadores, estudantes e gestores públicos, já que, para o aperfeiçoamento do modelo de ensino atual, será necessário que, nos próximos anos, os órgãos públicos invistam na formação continuada de professores de matemática a fim de que utilizem, no teor de suas aulas, ferramentas assistivas para que haja maior fluidez no aprendizado desses estudantes.

Este trabalho utiliza uma revisão bibliográfica do tipo narrativa. Cavalcante e Oliveira (2020) argumentam que o método de revisão bibliográfica permite uma ampla descrição sobre o assunto, mas não consegue esgotar todas as fontes de informação, visto que sua realização não é feita por busca e análise sistemática de dados. Esse tipo de revisão busca desenvolver uma síntese crítica da literatura existente sobre um tema específico, cujo objetivo principal é mapear e interpretar, sem necessidade de seguir um protocolo rígido e sistemático de busca e seleção de estudos, como fazem as revisões sistemáticas. Em vez disso, seu processo é guiado pelo conhecimento especializado dos pesquisadores, que selecionam intencionalmente trabalhos considerados relevantes para construir uma narrativa coerente e argumentativa. Dessa forma, realizou-se uma revisão bibliográfica narrativa, que permitiu o mapeamento interpretativo da produção acadêmica sobre o tema, articulando as dimensões pedagógicas, tecnológicas e políticas.

Além da revisão, o trabalho incorpora, de forma reflexiva, a experiência de um dos autores como pessoa cega na educação básica<sup>5</sup>, trazendo para o debate a lacuna entre as propostas teóricas e a realidade vivida nas salas de aula. A intenção é contribuir para a construção de um olhar mais sensível e fundamentado sobre a inclusão no ensino de matemática, área ainda marcada por barreiras epistemológicas e didáticas.

O texto está organizado da seguinte forma: inicialmente, apresenta-se um breve panorama histórico da educação da pessoa com deficiência visual, com ênfase no ensino de matemática. Em seguida, discute-se a formação docente e as políticas públicas necessárias para uma prática inclusiva. Na sequência, explora-se o conceito e os exemplos de tecnologias assistivas aplicáveis ao ensino matemático. Por fim, apresentam-se as considerações finais, com reflexões analíticas, limitações do estudo e propostas de encaminhamento para a pesquisa e para a prática educativa.

## 2 Contexto histórico da educação matemática do estudante com deficiência visual

---

<sup>5</sup> Primeiro autor.

O constante avanço tecnológico mostra-nos que a tecnologia assistiva pode ser ferramenta de suma relevância no ensino de matemática para pessoas com deficiência visual, já que, por esse meio, muitos conteúdos, antes acessíveis apenas à visão, com um pouco de adaptação, podem ser acessados por esses estudantes com leitores de tela (Viginheski *et al.*, 2017). Para além disso, diversos programas foram criados com a finalidade de reduzir a distância entre conteúdos originalmente visuais e suas respectivas versões adaptadas ou, pelo menos, caminhos alternativos que conduzem a um só objetivo, qual seja, o aprendizado por parte de todos os estudantes.

O caminho de evolução é longo. Originalmente, acreditava-se que as pessoas cegas eram inaptas. Em algumas sociedades antigas, como a grega, que buscava formar seus cidadãos para a arte da guerra, havia a cultura do sacrifício de pessoas com deficiência. Na Idade Média, por outro lado, a pessoa com deficiência era envolvida por concepções místicas e misteriosas, conforme explicam Dicher e Trevisam (2014):

O povo, de maneira geral, supunha ser um “castigo de Deus” o nascimento de uma criança com deficiência, acreditando, também, que um corpo malformado era a morada de uma mente igualmente malformada, supersticiosamente vista como feiticeiros ou bruxos. Assim, aos indivíduos que apresentavam alguma deficiência somente restava o abandono, a discriminação, a manutenção à distância e a prática da mendicância (Dicher; Trevisam, 2014, p. 09).

Na Idade Moderna, com as profundas transformações nas artes e nas ciências, o tratamento dispensado às pessoas com deficiência começa a mudar, resultando em descobertas e avanços, inclusive para esse público. Gugel (2007) cita como exemplo a criação, por Girolamo Cardano<sup>6</sup> (1501-1576), de um código de sinais para que pessoas surdas pudessem ler e escrever.

Com o passar dos séculos, criaram-se metodologias que visavam o aprendizado desses estudantes, havendo, no mundo e no Brasil, mudanças nas últimas décadas nas terminologias adotadas que buscam a inclusão de estudantes com deficiência, a começar pela conhecida educação segregacionista, em vigor até meados do século passado no Brasil. Hoje temos o conceito da educação inclusiva, devendo-se garantir ao estudante cego as ferramentas que lhe auxiliem na compreensão da matemática (Barros, 2021).

Escola inclusiva é aquela que garante a qualidade de ensino educacional a cada um de seus alunos, reconhecendo e respeitando a diversidade e respondendo a cada um de acordo com suas potencialidades e necessidades [...], independentemente de etnia, sexo, idade, deficiência, condição social ou qualquer outra situação (Brasil, 2004, p. 07).

<sup>6</sup> Médico e matemático italiano (1545), é famoso pela sua obra *Ars Magna*, na qual discute a resolução de equações de terceiro grau.

Essa necessidade se observa, em particular, no ensino da matemática, quando esse é predominantemente visual, muitas vezes pela falta de disseminação de boas práticas e didáticas mais inclusivas. Mesmo existindo metodologias, algumas antigas, como as envolvendo o Braile e o sorobã, e outras mais recentes, como as envolvendo impressões 3D, programas de computador, como o Dosvox, leitores de tela, etc. A maior parte das vezes, o professor as desconhece, criando um abismo entre o educador e o educando (Manrique; Viana, 2021).

É inconteste que diversas metodologias de ensino devem ser concebidas com o objetivo de assegurar o aprendizado e que nenhuma deve excluir a outra. Nesse sentido, o uso de tecnologias assistivas não afasta, por si só, o uso do Braile, o sorobã e outros. Sobre esse assunto, pondera Barros (2021):

Braille e sorobã, assim, continuariam sendo o cargo chefe para a Matemática, visto que aprofundariam esses conhecimentos, viabilizando o acesso exitoso à temas como: expressões algébricas, equações, potenciação e radiciação, além de função. Para atividades com o uso de gráfico, como a geometria, o estímulo tático seria essencial, na busca de um reconhecimento preciso, que envolveria espaço, reta e curva. Nesse caso, o uso de relevo para a adaptação desses materiais seria de grande importância (Barros, 2021, p. 20).

Além dos avanços tecnológicos e pedagógicos, a história nos mostra que houve um grande avanço legislativo, que norteou o caminho que devemos percorrer para que o ensinamento em classe seja efetivo (Viana; Manrique, 2018). Alguns dos marcos jurídicos são representados na figura da Constituição de 1988 (Brasil, 1988), que rompe com o modelo segregacionista, ruptura essa ratificada em legislações e convenções internacionais, como a Convenção dos Direitos da Pessoa com Deficiência de Nova York, texto aprovado em 2007 e ratificado pelo Brasil em 2008 (Brasil, 2008), e a Lei Brasileira de Inclusão — lei nº 13.146/2015 (Brasil, 2015), etc. Assentou-se, ainda, na jurisprudência pátria de que devem ser empreendidos esforços com a finalidade de se assegurar a educação inclusiva, posição adotada, entre outras decisões, na ADI 5357, pelo Supremo Tribunal Federal. A ADI 5357 foi a ação judicial que consolidou a Lei Brasileira de Inclusão como constitucional, especialmente no âmbito educacional. A decisão unânime do STF representou uma vitória para os movimentos de direitos das pessoas com deficiência e estabeleceu que a educação inclusiva, inclusive no ensino da matemática, é um direito fundamental inegociável e de responsabilidade de todo o sistema de ensino, público e privado.

### **3 Práticas pedagógicas no ensino de matemática e formação continuada do docente: uma questão de políticas públicas**

A implementação de tecnologias assistivas nas salas de aula depende de diversos fatores. Além da disponibilidade de hardwares (dispositivos físicos) e softwares (programas de computador e congêneres), políticas públicas são necessárias para garantir formação continuada aos professores, de modo a que conheçam e apliquem na prática tais ferramentas. De outro modo, os avanços teóricos e as determinações legislativas se converteriam em lei morta, e a teoria de nada serviria se não garantisse o aprendizado de estudantes cegos. Assim sendo, discorreremos, neste tópico, acerca de algumas práticas didáticas e do que elas contribuem (ou não) para o ensinamento a pessoas cegas em matemática.

Os problemas evidenciam-se na medida em que se dá preferência a aulas meramente expositivas, apesar das críticas a esse modelo e da rejeição por parte de educadores (Vasconcellos, 1992). Para além disso, é recorrente que o professor, no momento de explicar o conteúdo ministrado, recorra ao uso da visão ao explicar determinado conteúdo. Assim, frases como "Façam conforme esta equação", "Somem este aqui com aquele ali" sem, contudo, verbalizar quais seriam os objetos de soma ou, realmente, qual seria a equação ou o cálculo, tornam impossível à pessoa cega compreender apenas acompanhando a fala do docente. Percebe-se, nesse ponto, que problemas com a disciplina, que não necessariamente decorrem de conteúdos visuais, germinam em razão da barreira criada entre professor e estudante (Rosa; Baraldi, 2017). Essa realidade viu-se, por vezes, agravada durante a pandemia da COVID-19, com recorrente envio de exercícios, perguntas, resoluções etc., em formato de imagem, tornando inacessível o conteúdo aos softwares, como os leitores de tela e, consequentemente, aos discentes (Engelbrecht, 2020).

Podemos observar que as práticas de encaminhar os conteúdos em texto ao invés de imagem, quando feitas pelo meio digital, ou a busca por verbalizar de forma detalhista o assunto ensinado, contribuem enormemente para a redução de barreiras de compreensão por parte do educando, porque ele passa a ter acesso aos mesmos conteúdos que os demais colegas. Sabemos que incumbe ao educador apresentar o conhecimento ao estudante, além de despertar nele a sede pelo aprendizado da temática proposta (Vasconcellos, 1992; Bandeira, 2018; Manrique; Viana, 2021).

Não obstante, duas fases permeiam essa construção do saber: a primeira consiste nas ferramentas que terão à disposição tanto o professor como o estudante; a segunda, a formação continuada disponibilizada ao professor para poder utilizá-las, como supramencionado. Não apenas isso, o educando deve ser capaz de construir esse conhecimento, abstraindo o conteúdo proposto, e adequando-o à sua realidade concreta. É onde, muito provavelmente, reside um dos

grandes problemas, porque muitas vezes o estudante cego não consegue equiparar o assunto ensinado a nada que ele conheça; criam-se, então, obstáculos difíceis de ultrapassar, porque conhecer a realidade do estudante implica em mapear seu saber anterior, de modo a relacioná-la com o objeto de conhecimento (Vasconcellos, 1992; Kaleff, 2018; Manrique; Viana, 2021), mas isso muitas vezes não é realizado pelo educador.

Uma vez radicadas noções pré-estabelecidas pelo estudante, elas funcionarão como barreiras epistemológicas, criando resistência às temáticas de matemática e, na verdade, não são poucas as pessoas cegas que, em razão de práticas excludentes — como falta de adaptação de conteúdos educacionais — acreditam que não conseguem aprender nada que envolva essa disciplina, permanecendo essa crença mesmo após muitos anos. Para resultados satisfatórios, é relevante que exista a colaboração entre professores e estudantes para elaboração do projeto pedagógico, para que se mapeiem, como dito anteriormente, os conhecimentos prévios dos estudantes, a fim de possibilitar a educação inclusiva (Veiga, 2008; Santos; Thiengo, 2016; Manrique; Viana, 2021).

O educador terá aulas mais eficazes se souber previamente quais tecnologias assistivas o estudante conhece, na hipótese de utilizá-las para o ensino de matemática. Qual é a aptidão do educando com os recursos digitais, qual sua compreensão de conteúdos por esse meio, etc. Assim, o docente poderá realizar uma apresentação do objeto, mesmo que sintética, a fim de contextualizar o objeto de estudo, buscando despertar o interesse do educando desde o primeiro contato (Sganzerla; Geller, 2018; Manrique; Viana, 2021).

Malgrado a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2017) estipular diversos eixos temáticos para aprendizagem no decorrer da educação básica, para que se concretizem, serão, como esperado, necessárias ações políticas que garantam que os docentes tenham cursos de formação continuada. É que a educação inclusiva, em qualquer disciplina, parte do pressuposto do alinhamento entre gestores, professores e discentes. A verdadeira inclusão do estudante cego constitui fator de Direitos Humanos e, como tal, não se pode olvidar que os planejamentos e a execução das finanças públicas devem ser feitos em consonância com os ditames da igualdade e da dignidade humana (Amaral, 2020). Assim, com a crescente relevância nos próximos anos das tecnologias assistivas no aprendizado de matemática por educandos com deficiência visual, torna-se imprescindível que os educadores saibam, no mínimo, seu funcionamento, a fim de que possam utilizá-las no dia a dia nas salas de aula.

Desse modo, o conhecimento especializado de matemática por parte do docente implicará, igualmente, a tomada de decisão acerca do conhecimento interpretativo, uma vez

que perpassa pelo entendimento prévio que os estudantes têm do conteúdo, como correlacionam com outros objetos do saber e, decerto, compreendem o que fazem e as razões por que o fazem (Ribeiro *et al.*, 2018). A contribuição de tais ferramentas para o aprendizado é perceptível porque, ao tornarem acessíveis diversos conteúdos, retiram o véu do caráter puramente abstrato. O estudante cego, que antes apenas conseguia imaginar determinado conteúdo, com tais práticas consegue entendê-lo de maneira mais pessoal, compreendendo os porquês e como aplicá-lo.

Por último, cabe ressaltar que a responsabilidade do gestor público — e que se estende aos gestores de instituições privadas, no que couber — é do tipo positiva, ou seja, obrigação que deve ser cumprida, cujas adaptações possíveis devem ser realizadas como forma de minimizar as barreiras de aprendizado (Souza, 2020). Inclui-se nesse rol, de forma reflexa, a capacitação de professores nas práticas inclusivas, porque deles depende o aprendizado do estudante. A recusa de adaptação razoável cria nexo causal capaz de ensejar reparação na esfera cível, ou seja, cabe indenização ao estudante se comprovada a negativa e a ausência de alternativas por parte dos órgãos públicos, uma vez configurado o ilícito civil (Souza, 2020).

Assim, verificamos que didáticas includentes, como o uso de tecnologias assistivas e o detalhamento do ensino, de modo a verbalizar o que está no material, são condutas imprescindíveis para o aprendizado do educando cego. Indo além, dever-se-á pensar, nos próximos anos, em medidas de políticas públicas para a capacitação dos atuais professores, para que o aprendizado seja possível e não signifique a mera aprovação de estudantes cegos, sem que haja retenção do conteúdo proposto.

#### **4 A tecnologia assistiva como auxílio no aprendizado do estudante com deficiência visual**

##### **4.1 O conceito de tecnologia assistiva**

O conceito de tecnologia assistiva encontra-se expresso no art. 3º, inciso III da Lei Brasileira de Inclusão, lei nº 13.146/2015 (Brasil, 2015), senão vejamos:

Art. 3º Para fins de aplicação desta Lei, consideram-se: [...]. III - Tecnologia assistiva ou ajuda técnica: produtos, equipamentos, dispositivos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivem promover a funcionalidade, relacionada à atividade e à participação da pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida, visando à sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social.

Assim, podemos compreender a aplicação da tecnologia assistiva no âmbito educacional como toda ferramenta capaz de promover a autonomia, a independência e a inclusão do

educando com deficiência na sala de aula. É importante mencionar que o uso de tecnologia assistiva deverá ser considerado na oportunidade do desenho universal, já que assim estabelece o inciso II do mesmo artigo, conforme se mostra: “II - Desenho universal: concepção de produtos, ambientes, programas e serviços a serem usados por todas as pessoas, sem necessidade de adaptação ou de projeto específico, incluindo os recursos de tecnologia assistiva” (Brasil, 2015). No que diz respeito à pessoa cega, incluem-se nesse rol leitores de tela, linhas Braille, programas educativos, impressoras Braille, etc. (Sganzerla; Geller, 2018).

Os avanços na área tecnológica representaram um importante marco na vida educacional das pessoas cegas. É que, antes, para acessar conteúdos, duas situações se apresentavam. A primeira, nada agradável, consistia em solicitar a um terceiro que fizesse a leitura do material didático, tarefa penosa e cansativa para ambos, leitor e estudante cego. Na segunda, o acesso se dava por meio de materiais impressos em Braille e, rapidamente, surgiam dificuldades, porque a produção demorava bastante, seja pela alta demanda, seja pela quantidade ínfima de pessoal capacitado para lidar com impressoras Braille. Assim, de uma forma ou outra, muitas vezes o resultado se manifestava na forma de construção rasa de conhecimentos acerca da matemática (Rodrigues; Sales, 2018).

Através dos softwares leitores de tela, então, se possibilitava ter acesso, desde que digitalizado e, no caso de determinados conteúdos de matemática, devidamente adaptado. Esse acesso se daria em posição de igualdade com os demais estudantes e, na verdade, com a possibilidade de a leitura ocorrer em maior ou menor velocidade, de revisar determinados conteúdos em específico, o que, com leitores humanos, constitui situação desgastante e extremamente penosa.

Há, ainda, o recurso de linhas Braille (também conhecidas como *Displays Braille* ou *Terminais Braille*), um dispositivo físico que, conectado a um computador ou aparelho celular, transforma o texto em conteúdo passível de ser lido com o recurso Braille. Em que pese a relevância desse último para a alfabetização de estudantes cegos e para o acesso tátil a determinados símbolos matemáticos, o preço elevado (na casa dos milhares de dólares) causa que poucas pessoas tenham acesso a esse recurso atualmente no Brasil. Nesse sentido, são necessárias políticas públicas que fomentem a formação do professor e a adaptação das escolas, com a compra de instrumentos que colaborem para a inclusão de pessoas com deficiência e os direitos legais desse público (Manrique; Viana, 2022).

Borges e Pereira (2016) colaboraram com a reflexão sobre a educação inclusiva nas escolas brasileira:

Para que se estabeleça uma educação verdadeiramente inclusiva, faz-se necessário um novo olhar a partir da cultura, da prática e das políticas implementadas nas escolas de modo que essas respondam à diversidade dos alunos. É uma abordagem essencialmente humanística, democrática, que percebe o sujeito e suas singularidades tendo como objetivos o seu crescimento, as suas potencialidades, a reorganização do conhecimento e a inclusão social de todos (Borges; Pereira, 2016, p. 570).

A seguir, apresentaremos alguns exemplos de tecnologias assistivas que podem contribuir para a inclusão de pessoas cegas ou com baixa visão.

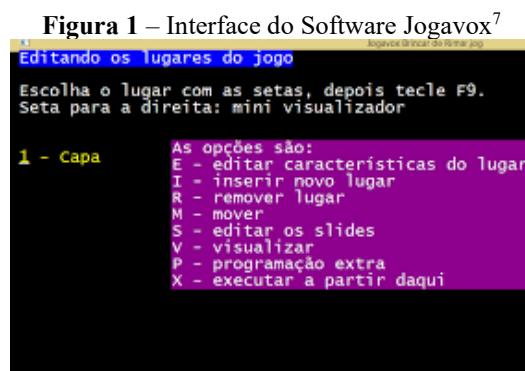
#### **4.2 Dosvox como tecnologia assistiva e ferramenta educacional**

O Dosvox surge inicialmente como resultado de uma série de experimentos do antigo Núcleo de Computações Eletrônicas da UFRJ, em 1993. O programa foi originalmente concebido por José Antônio Borges com a finalidade de auxiliar seu estudante cego, Marcelo Pimentel, que cursava a disciplina de computação gráfica (Borges, 2009). Constituiu um dos primeiros programas para pessoas cegas no Brasil e, naquele momento, representou uma verdadeira revolução na forma de utilizar o computador. A evolução desse programa trouxe uma série de ferramentas educacionais interessantes para estudantes em idade de alfabetização e de aprendizado das funções da matemática básica. Explica Barros (2021, p. 22) que: “O Dosvox é um sistema operacional para microcomputador, baseado no MSDOS, [...] e no uso intensivo de síntese de voz e navegação via teclado, desenvolvido no Núcleo de Computação Eletrônica da Universidade Federal do Rio de Janeiro (NCE/UFRJ)”. O autor ainda destaca que o Dosvox é um sistema que ajuda a pessoa com deficiência visual no uso de computadores, a partir de sintetizador de voz, e que “O programa lê todas as informações textuais e fala o caractere digitado para viabilizar tal acessibilidade” (Barros, 2021, p. 22).

Os jogos educativos do Dosvox são hoje uma de suas principais contribuições para o aprendizado de pessoas cegas. Centrar-nos-emos nos intitulados Jogavox e Contavox. O uso da ludicidade pode constituir uma importante ferramenta de ensino na educação inclusiva, porque muda a perspectiva de ensino para que não apenas exista o foco no conteúdo proposto, mas também no prazer que se pode obter na atividade (Nery; Sá, 2019).

O Jogavox é uma plataforma em que se pode desenvolver, sem muito treinamento, jogos pedagógicos inclusivos. Dessa forma, se poderia pensar em atividades com casos concretos que visassem ao aprendizado de assuntos temáticos da disciplina através de um simples jogo. O ponto mais interessante nessa plataforma é a capacidade de expandir a quantidade de atividades

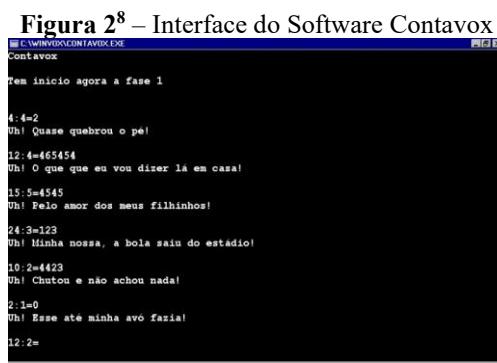
sem grandes dificuldades por parte do docente, não estando atrelado a uma modalidade concreta e não expansiva, como ocorre com o Contavox.



**Fonte:** Dias et al (2016, p. 308).

Entre suas funcionalidades, há a possibilidade do uso audiovisual na elaboração de jogos pedagógicos, além do uso de textos para apoio quando necessário. Não requer conhecimentos prévios de programação, o que demonstra sua simplicidade para que docentes sem conhecimentos aprofundados em tecnologia possam desenvolvê-lo.

O Contavox, por outro lado, consiste num jogo de cálculos matemáticos, apropriado para crianças. Possui níveis que vão de 1 a 9, sendo o nível 1 de cálculos simples de soma até o nível 9, de divisão. Há ainda o recurso de tabuada, que se acessa no menu principal com a tecla Tab (tabulador) ou durante o jogo com o “.” (ponto). Está ambientado como se um jogo de futebol se tratasse, então existem campeonatos em nível crescente. A finalidade consiste em trabalhar as diversas fases de aprendizagem pelas quais passa a criança (Barros, 2021).



**Fonte:** <https://www.dm.ufscar.br/~caetano/iae2004/G4/tabcuada.htm>

<sup>7</sup> A figura mostra a interface do Jogavox, na qual aparecem opções de editar a capa.

<sup>8</sup> A figura mostra a interface do Contavox, com atividades lúdicas da tabuada, relacionando os erros ou acertos com lances de futebol.

Nesse sentido, é importante que o estudante aprenda as quatro operações básicas, valendo-se do Contavox como provável ferramenta de apoio. A Lei nº 9394/1996, que estabelece as diretrizes para a educação nacional, admite metodologias variadas e diferentes maneiras de se chegar ao objetivo, ou seja, o aprendizado (Barros, 2021). Assim, entende-se que tanto o Jogavox como o Contavox podem ser utilizados como método de inserção de novos conteúdos ou exercício de assuntos adequadamente ensinados anteriormente.

O Jogavox oferece um leque de possibilidades infinito, dependendo exclusivamente da criatividade do educador para replicar práticas pedagógicas por meio dessa plataforma. Por sua vez, o Contavox, ao mesmo tempo que diverte o educando, mal dá a perceber que está treinando conceitos básicos, retirando, então, a ideia de que o estudo de matemática é algo maçante ou inacessível a pessoas cegas.

#### **4.3 Leitores de tela e outras ferramentas**

Não há como discorrer acerca das tecnologias assistivas que auxiliam na educação de pessoas cegas sem que se mencionem os leitores de telas, porque eles realmente dão acesso a quaisquer materiais digitais, de forma direta ou indireta. O leitor de telas consiste em um software (programa codificado em alguma linguagem de computação) que converte o texto para fala. Assim, o estudante cego terá acesso a materiais didáticos em qualquer formato, desde que se trate de texto puro, ou seja, não esteja contido em uma imagem.

Nesse sentido, é importante que se ressalte a necessidade de que todos os materiais enviados aos estudantes estejam em formato de texto ou, havendo expressões algébricas, funções e gráficos contidos em imagem, que se faça a devida descrição, em texto, para que haja ciência do software que fará a leitura. Em que pese existirem dispositivos reconhecedores de imagem, que são capazes de transformar texto e algumas figuras contidas em fotos ou prints, o auxílio humano, em muitos casos, ainda é necessário. É provável que essa seja uma das principais barreiras encontradas por um estudante cego (Geller; Sganzerla, 2014). Frequentemente lidará com conteúdos repletos de imagens sem descrição, textos desconexos e inacessíveis ao leitor de telas. Páginas web educativas enfrentam muitas vezes desse mesmo problema, o que torna penosa a tarefa de encontrar algum material didático acessível, frustrando e impedindo o aprendizado de assuntos mais complexos de matemática (Esquincalha, 2017).

Programas que têm como objetivo funcionar como ferramentas no ensino de matemática foram criados, como o *Edico Es*, idealizado pela ONCE (Organización de los Ciegos Españoles). Essa organização espanhola projetou um programa que possui perfis capazes de

auxiliar o estudante desde as fases mais básicas, equivalente aos primeiros anos do ensino fundamental no Brasil, até as formações acadêmicas. Ademais de barreiras de idioma (não existe versão em português), o programa faz uso de linhas Braille, infelizmente, produtos inacessíveis para grande parte da população brasileira em razão do elevado valor.

#### **4.4 Linguagens de programação como ferramenta no aprendizado de matemática**

As linguagens de programação têm um imenso potencial para o ensino de pessoas com deficiência visual, porque, em primeiro lugar, instiga fortemente o raciocínio lógico dos estudantes e, em segundo lugar, porque pode, tal como as demais ferramentas mencionadas, garantir sentido ao que se está aprendendo, na medida em que torna o conteúdo teórico em algo prático, passível de comprovação imediata.

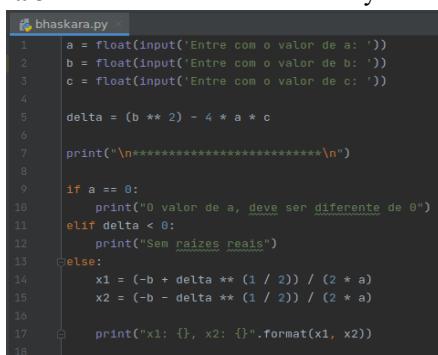
Python é uma das linguagens de programação que há muito tempo se estudam para inserção de estudantes na programação e, no caso em tela, ensinamento de conceitos atinentes à matemática, por se tratar de uma linguagem simples, interpretada (o estudante pode conferir imediatamente os resultados dos comandos inseridos). Além disso, possui uma sintaxe de fácil assimilação para iniciantes. O uso pode colaborar com a aprendizagem significativa, que ocorre quando houve assimilação pelo estudante, quando ele consegue empregá-la e, mesmo que deixe de usá-la por um tempo, revisitá-la fará com que se lembre de forma ágil (Pesente, 2019).

As TIC (Tecnologia de Informação e Comunicação) são uma realidade incontestável no mundo moderno. A (in)existência de inclusão digital no universo estudantil é especial fator de preocupação. No entanto, seu uso pode tornar as aulas mais dinâmicas e atrativas para os estudantes, fruto de constante interação (Morais, 2021). No que diz respeito às pessoas cegas, é importante ressaltar que, como regra, as aplicações Python podem ser acessíveis a leitores de tela e, com as recomendações anteriores deste trabalho, ações em conjunto podem ser facilmente praticáveis por esses estudantes.

Nesse sentido, algumas atividades podem ser praticadas diretamente na interface principal do software, chamada de interpretador Python. O estudante poderá realizar todas as operações básicas da matemática (subtração, multiplicação etc.), respeitados o uso de parênteses, prioridade na execução, de forma idêntica aos critérios matemáticos, podendo praticar igualmente a formulação de algoritmos simples, declaração de variáveis (Morais, 2021).

A Figura 3 mostra uma atividade com a fórmula de Bháskara, realizada em Python. Ademais, como essa linguagem de programação possui um número expressivo de bibliotecas (pacotes que podem executar determinada tarefa), sua utilidade se afere no ensino de estatísticas ou outras operações matemáticas avançadas, recomendações de eixos da BNCC (Brasil, 2017).

**Figura 3 – Fórmula de Bháskara em Python**



```

bhaskara.py
1 a = float(input('Entre com o valor de a: '))
2 b = float(input('Entre com o valor de b: '))
3 c = float(input('Entre com o valor de c: '))
4
5 delta = (b ** 2) - 4 * a * c
6
7 print("\n*****\n")
8
9 if a == 0:
10    print("O valor de a, deve ser diferente de 0")
11 elif delta < 0:
12    print("Sem raizes reais")
13 else:
14    x1 = (-b + delta ** (1 / 2)) / (2 * a)
15    x2 = (-b - delta ** (1 / 2)) / (2 * a)
16
17 print("x1: {}, x2: {}".format(x1, x2))
18

```

**Fonte:** <https://franciscochaves.com.br/blog/formula-de-bhaskara-em-python/>

Por fim, salienta-se que, apesar de pouco estudo relacionando a educação inclusiva no ensino de matemática com linguagens de programação, as pesquisas de âmbito geral mostram um terreno fértil e promissor, sobretudo pela adaptabilidade e acessibilidade de que muitos programas dispõem nativamente para os leitores de tela. Não será, então, a falta de ferramentas que impeça o aprendizado de educandos cegos em um futuro próximo, mas a antecipação dos órgãos públicos em capacitar seus professores para o constante avanço das TIC.

## 5 Considerações Finais

Este estudo buscou discutir os desafios e as perspectivas do ensino de matemática para estudantes cegos, com foco no papel das tecnologias assistivas e na formação docente inclusiva. A revisão narrativa realizada permitiu mapear e interpretar criticamente a literatura existente, evidenciando que a barreira mais persistente não reside na falta de recursos tecnológicos, mas sim na sua efetiva integração às práticas pedagógicas e na capacitação dos professores.

Os achados indicam que o ensino de matemática ainda é predominantemente visual e expositivo, marginalizando estudantes cegos quando os professores não verbalizam procedimentos ou utilizam materiais não acessíveis. Por outro lado, ferramentas como leitores de tela, softwares educativos (e.g., Dosvox, Jogavox, Contavox) e linguagens de programação (como Python) apresentam-se como alternativas viáveis para promover a autonomia e a participação ativa dos usuários. Contudo, sua implementação esbarra na escassa formação continuada e na insuficiência de políticas públicas que garantam acesso e capacitação.

Com base nessas reflexões, propõem-se o desenvolvimento de estudos empíricos que avaliem o impacto de tecnologias assistivas específicas (como Python adaptado ou jogos digitais) na aprendizagem matemática de estudantes cegos; investigar modelos de formação docente que articulem conhecimentos matemáticos, pedagógicos e tecnológicos, com ênfase no desenho universal para a aprendizagem; e a realização de revisões sistemáticas que ampliem e aprofundem o mapeamento de recursos e estratégias validadas para o ensino de matemática a estudantes com deficiência visual.

Em síntese, a efetiva inclusão de estudantes cegos nas aulas de matemática exige uma transformação que vá além da disponibilidade de tecnologias. É necessária uma reorientação das práticas pedagógicas, sustentada por investimentos em formação docente e por políticas públicas estruturadas. Espera-se que este trabalho contribua para ampliar o diálogo entre educadores, pesquisadores e gestores, rumo a uma educação matemática verdadeiramente inclusiva, na qual a diversidade seja vista como elemento enriquecedor do processo de ensino e aprendizagem.

A revisão narrativa, embora permita uma síntese abrangente e contextualizada, apresenta limitações inerentes ao método. Por não seguir um protocolo sistemático de busca e seleção, há risco de viés na escolha das fontes e de omissão de estudos relevantes. Além disso, a maioria das pesquisas analisadas é qualitativa e de pequena escala, o que limita a generalização dos resultados. A escassa literatura sobre a integração entre a programação e a educação matemática inclusiva também sinaliza uma lacuna a ser preenchida.

## Referências

- AMARAL, C.E.R. **Educação inclusiva é caminho sem volta**. Consultor Jurídico, 2020. Disponível em: <<https://www.conjur.com.br/2020-out-18/carlos-amaral-educacao-inclusiva-caminho-volta>>. Acessado em: 19 de Dez. 2024.
- BANDEIRA, S. M. C. Olhar sem os olhos e as Matrizes: conexões entre a educação matemática e a neurociência. **Perspectivas da Educação Matemática**, INMA/UFMS, v. 11, n. 27, p. 820-841, 2018.
- BARROS, A.S. **Contavox**: A visão cega da matemática. Dissertação (Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas) Instituto de Educação Matemática e Científica (IEMCI), da Universidade Federal do Pará. Belém, p. 83. 2021.
- BORGES, J.A.S.; PEREIRA, A.C.C. O estado da arte sobre políticas públicas para pessoas com deficiência no Brasil: dialogando sobre transversalidade e educação. **Revista do Serviço Público**, [S. l.], v. 67, n. 4, p. 555 - 574, 2016. Disponível em: <https://revista.enap.gov.br/index.php/RSP/article/view/1132>. Acesso em: 22 out. 2024.

BORGES, J.A.S. **Do Braille ao DOSVOX - diferenças nas vidas dos cegos brasileiros** - Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2009.

BRASIL. Congresso Nacional. **Decreto Legislativo nº 186, de 9 de julho de 2008**. Aprova o texto da Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência e de seu Protocolo Facultativo, assinados em Nova York, em 30 de março de 2007. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p. 1, 10 jul. 2008. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Congresso/DLG/Dlg-186-2008.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Congresso/DLG/Dlg-186-2008.htm).

BRASIL. **Lei n. 13.146, de 6 de julho de 2015**. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Diário Oficial [da] União, DF, 7 jul. 2015.

BRASIL. **Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular**. MEC, Brasília, 2017.

CAVALCANTE, L.T.C.; OLIVEIRA, A.A.S. Métodos de revisão bibliográfica nos estudos científicos. **Psicología em Revista**, Belo Horizonte, 2020, vol.26, n.1, pp.83-102. Disponível em: <https://pepsic.bvsalud.org/pdf/per/v26n1/v26n1a06.pdf>. Acesso em: 22 out. 2024.

DIAS, A. F. S, FRANCA, J.B.S, BORGES, M. R. S, BORGES, J.A.S, MARINS. L, SOEIRO, M.C.A “Toolbox de Programação no JogaVox: Criação de Jogos para educadores em Classes Inclusivas”, **Nuevas Ideas en Informática Educativa**, 2016. Disponível em: <https://www.tise.cl/volumen12/TISE2016/305-313.pdf>. Acesso em: 20 de out. 2024.

DICHER, M.; TREVISAM, E. A jornada histórica da pessoa com deficiência: inclusão como exercício do direito à dignidade da pessoa humana. **XXIII Congresso Nacional do Conselho Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em Direito (CONPEDI)**, João Pessoa, 2014. Disponível em <http://publicadireito.com.br/artigos/?cod=572f88dee7e2502b>. Acesso em: 21 out 2024.

ENGELBRECHT, J. et al. Will 2020 be remembered as the year in which education was changed. Editorial. Special issue of ZDM Mathematics Education “Online mathematics education and e-learning”. ZDM. v. 52, n. 5, September, p. 821-824, 2020.

ESQUINCALHA, A.C. Exemplos de recursos tecnológicos para o ensino de matemática a alunos com necessidades educacionais especiais. **Revista Educação Pública**, v. 17, n. 9, 2017.

GELLER, M., SGANZERLA, M. A. R. Reflexões de professores sobre tecnologias assistivas e o processo de ensino e aprendizagem de Matemática. **Acta Scientiae**, v. 16, n. 4, 2014.

GUGEL, M.A. **Pessoas com Deficiência e o Direito ao Trabalho**. Florianópolis: Obra Jurídica, 2007.

Guía EDICO (Editor Científico ONCE) para Matemáticas. **Web de Educación de la ONCE**. Disponível em: <<https://educacion.once.es/noticias/guia-edico-editor-cientifico-once-para-matematicas>>. Acessado em: 18 de Dez. 2024.

KALEFF, A. M. M. R. A Formação de Professores de Matemática frente à Aprendizagem Ativa Significativa e à Inclusão do Aluno com Deficiência Visual. **Perspectivas da Educação Matemática**, INMA/UFMS, v. 11, n. 27, p. 863-879, 2018.

MANRIQUE, A. L.; VIANA, E. A. **Educação matemática e educação especial: diálogos e contribuições**. Belo Horizonte: Autêntica, 2021.

MANRIQUE, A. L.; VIANA, E. A. Reflexões sobre uma formação de professores com uma perspectiva inclusiva. **Com a palavra, o professor**. v.7, p.165 - 184, 2022.

MORAIS, D. C. **A linguagem de programação Python para o ensino da matemática**. Trabalho de Conclusão de Curso (CURSO DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA) UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA. Florianópolis, 2021.

NERY, É. S. S.; SÁ, A. V. M. A deficiência visual em foco: estratégias lúdicas na Educação Matemática Inclusiva. **Revista Educação Especial**, vol. 32, 2019, pp. 1-26 Universidade Federal de Santa Maria Brasil.

OLIVEIRA, A. M. P.; ORTIGÃO, M.I.R. (Org). **Abordagens teóricas e metodológicas nas pesquisas em educação matemática**. (Coleção SBEM; 13) 8 Mb; ISBN 978-85-98092-55-3. Brasília: SBEM, 2018. E-Book.

PESENTE, G. M. **O ensino de matemática por meio da linguagem de programação Python**. Dissertação (Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia) Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2019.

RIBEIRO, M.; POLICASTRO, M.; MARMORÉ, J.; DI BERNARDO, R. Conhecimento especializado do professor que ensina matemática para atribuir sentido à divisão e ao algoritmo. **Educação Matemática em Revista (RS)**, v. 1, n. 19, 2018.

RODRIGUES, J. M., SALES, E. R. Educação Matemática em uma perspectiva inclusiva: percepções de professores e alunos deficientes visuais. **Educação Matemática em Revista**, Brasília, v. 23, n. 58, p. 23-33, abr./jun. 2018.

ROSA, F. M. C.; BARALDI, I. M. Narrativas de si: o que professores (de matemática) e alunos com deficiência visual contam sobre suas formações? **Revista Paranaense de Educação Matemática**, Campo Mourão, v. 6, n. 10, p.118-134, jan./jun. 2017.

SANTOS, F. L.; THIENGO, E. R. Aprendizagem matemática de um estudante com baixa visão: uma experiência inclusiva fundamentada em Vigotski, Leontiev e Galperin. **RPEM**, Campo Mourão, Pr, v. 5, n. 9, p. 104-120, jul.-dez. 2016.

SGANZERLA, M. A. R., GELLER, M. Tecnologias Assistivas e Educação Matemática: um estudo envolvendo alunos com deficiência visual no AEE. **Acta Scientiae**, Canoas, v. 20, n. 1, p. 36-55. 2018.

SOUZA, I. A. **Educação inclusiva da pessoa com deficiência e responsabilidade civil**. Portal Migalhas, 2020. Disponível em: <<https://www.migalhas.com.br/coluna/migalhas-de>>

---

[responsabilidade-civil/335290/educacao-inclusiva-da-pessoa-com-deficiencia-e-responsabilidade-civil](http://responsabilidade-civil/335290/educacao-inclusiva-da-pessoa-com-deficiencia-e-responsabilidade-civil). Acessado em: 19 de Dez. de 2024.

VASCONCELLOS, C. S. Metodologia Dialética em Sala de Aula. In: **Revista de Educação AEC**. Brasília: abril de 1992 (n. 83).

VIANA, E. A.; MANRIQUE, A. L. A educação matemática na perspectiva inclusiva: investigando as concepções constituídas no Brasil desde a década de 1990. **Perspectivas da Educação Matemática**, v. 11, n. 27, 2018.

VIGINHESKI, L. V. M. et al. Análise de produtos desenvolvidos no mestrado profissional na área de matemática: possibilidades de adaptações para o uso com estudantes cegos. **Rev. Diálogo Educ.**, Curitiba, v. 17, n. 51, p. 223-250, jan./mar. 2017.

VEIGA, I. P. A. (org.). **Aula: gênese, dimensões, princípios e práticas**. Campinas, SP: Papirus, 2008.