

**TECNOLOGIA EDUCACIONAL E TECNOLOGIA ASSISTIVA: ESPECIFICIDADES E APLICAÇÕES PARA A INCLUSÃO DE ESTUDANTES COM DEFICIÊNCIA VISUAL****EDUCATIONAL TECHNOLOGY AND ASSISTIVE TECHNOLOGY: SPECIFICITIES AND APPLICATIONS FOR THE INCLUSION OF STUDENTS WITH VISUAL IMPAIRMENT****TECNOLOGÍA EDUCATIVA Y TECNOLOGÍA DE ASISTENCIA: ESPECIFICIDADES Y APLICACIONES PARA LA INCLUSIÓN DE ALUMNOS CON DISCAPACIDAD VISUAL**

10.56238/revgeov16n4-063

**Giordano Muneiro Arantes**

Doutor em Engenharia Elétrica

Instituição: Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)

E-mail: giordanomarantes@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5272-8835>**Luiz Cesar Martini**

Prof. Doutor em Engenharia Elétrica

Instituição: Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)

E-mail: martinifeee@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5291-0896>**RESUMO**

Com a inclusão da Tecnologia Educacional (TE) e Tecnologia Assistiva (TA) no âmbito educacional este artigo distingue conceitualmente os termos com foco na inclusão de pessoas com deficiência visual sustentando que a tecnologia pode auxiliar, mas não substituir a mediação pedagógica. Com base em análise teórico-conceitual da literatura e de marcos nacionais, apresentam-se critérios para reconhecer quando um recurso configura-se como TA, apresentando exemplos de aplicações e recursos, como: leitores de tela, audiodescrição, materiais/diagramas táteis, cartografia tátil, dispositivos e apps de mobilidade e navegação e discute-se sua articulação com práticas docentes. Por meio deste estudo é possível concluir que diferenciar TE de TA é decisão ética e técnica com impactos no planejamento pedagógico e na formação docente e que a inclusão efetiva depende de implementação consistente de novos recursos, além de políticas públicas e produção de pesquisas da área.

**Palavras-chave:** Tecnologia Educacional. Tecnologia Assistiva. Deficiência Visual. Acessibilidade. Inclusão.

**ABSTRACT**

With the inclusion of Educational Technology (ET) and Assistive Technology (AT) in the educational context, this article conceptually distinguishes the terms focused on the inclusion of people with visual impairments, arguing that technology can assist, but not replace, pedagogical mediation. Based on a theoretical and conceptual analysis of the literature and national frameworks, criteria are presented for recognizing when a resource qualifies as AT, presenting examples of applications and resources such as screen readers, audio description, tactile materials/diagrams, tactile cartography, mobility and



navigation devices and apps, and discussing their articulation with teaching practices. Through this study, it is possible to conclude that differentiating ET from AT is an ethical and technical decision with impacts on pedagogical planning and teacher training, and that effective inclusion depends on the consistent implementation of new resources, in addition to public policies and research in the field.

**Keywords:** Educational Technology. Assistive Technology. Visual Impairment. Accessibility. Inclusion.

### RESUMEN

Con la inclusión de la Tecnología Educativa (TE) y la Tecnología de Asistencia (TA) en el contexto educativo, este artículo distingue conceptualmente los términos enfocados en la inclusión de personas con discapacidad visual, argumentando que la tecnología puede asistir, pero no reemplazar, la mediación pedagógica. Con base en un análisis teórico y conceptual de la literatura y los marcos nacionales, se presentan criterios para reconocer cuándo un recurso se califica como TA, presentando ejemplos de aplicaciones y recursos como lectores de pantalla, audiodescripción, materiales/diagramas táctiles, cartografía táctil, dispositivos y aplicaciones de movilidad y navegación, y analizando su articulación con las prácticas docentes. A través de este estudio, es posible concluir que diferenciar la TE de la TA es una decisión ética y técnica con impacto en la planificación pedagógica y la formación docente, y que la inclusión efectiva depende de la implementación consistente de nuevos recursos, además de las políticas públicas y la investigación en el campo.

**Palabras clave:** Tecnología Educativa. Tecnología de Asistencia. Discapacidad Visual. Accesibilidad. Inclusión.



## 1 INTRODUÇÃO

Os avanços tecnológicos das últimas décadas estão trazendo inúmeras ferramentas para as práticas pedagógicas, como: ampliar o acesso à informação, diversificar metodologias e possibilitar a personalização do aprendizado. Ainda assim a inovação não substitui a essência da relação pedagógica. A mediação do docente, o vínculo humano e o contexto sociocultural do estudante continuam no centro do processo de ensino-aprendizagem. E quando falamos de inclusão de estudantes com deficiência visual, esse ponto fica ainda mais sensível com a necessidade de descrições verbais claras, materiais e conceitos com acessibilidade tátil e outras estratégias que fazem toda a diferença para garantir a participação de todos.

Nesse cenário, na literatura e na prática escolar acabam misturando termos e funções de Tecnologia Educacional (TE) e Tecnologia Assistiva (TA). De um lado, a TE reúne recursos e metodologias pensadas para qualificar o ensino de todos. Enquanto a TA foca produtos, serviços e estratégias voltados para remover barreiras funcionais e ampliar a autonomia de pessoas com deficiência com forte lastro em marcos de políticas públicas e diretrizes interdisciplinares. Distinguir esses termos é um passo necessário para direcionar decisões pedagógicas na formação de docentes.

Este artigo tem três metas centrais para delimitar as especificidades entre TE e TA, com ênfase no contexto brasileiro: apresentar marcos, critérios e terminologia que orientam o que é TA no ambiente escolar; sistematizar recursos e aplicações de TA voltados à deficiência visual, contemplando tanto soluções digitais quanto materiais táteis e de mobilidade. Para isso, propomos uma análise teórico-conceitual na literatura da área, que permita identificar que a tecnologia, isoladamente, não substitui a mediação pedagógica e a inclusão efetiva surgindo de práticas pedagógicas e recursos tecnológicos adequados para cada situação.

## 2 TECNOLOGIA EDUCACIONAL E MEDIAÇÃO DOCENTE PARA ESTUDANTES COM DEFICIÊNCIA VISUAL

Há um consenso entre teóricos como Borges (2009), Motta (2015), Filho e Kassar (2019), Roma (2020), Mianes (2020) e Amorim (2021) de que a tecnologia e seus avanços caminham na direção de uma simplificação das atividades do cotidiano, tornando-as cômodas e de fácil execução, bem como têm desempenhado um papel cada vez maior na educação, permitindo novas formas de ensinar e aprender. Contudo, alertam os autores, mesmo que a tecnologia possa oferecer muitas vantagens na educação, não significa que possa fazer uma substituição exclusiva sobre o ensino e interação entre professores e estudantes, pois a relação de confiança construída a partir da realidade que ambos vivenciam constitui o elemento fundamental no processo ensino-aprendizagem.

Essa orientação interativa entre professor e aluno é especialmente importante para o professor que tem cegos ou alunos de baixa visão em sala de aula. Além da relação de confiança, algumas



estratégias precisam ser adotadas pelo professor para superar os obstáculos que possam aparecer. Neste caso, indicam Barbosa e Guedes (2020, p.7), torna-se necessário ao professor “associar o conhecimento percebido pela visão com a verbalização por meio de descrições claras e explicativas”. Além disso, acrescentam as autoras, “transpor conceitos abstratos para percepção tátil, adaptando o uso de maquetes e materiais 3D, o que poderá auxiliar o aluno cego a interagir como todos os demais alunos da sala”.

Algumas das principais vantagens da incorporação da tecnologia na educação incluem o acesso ao conhecimento, onde as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) permitem aos estudantes uma ampla variedade de informações e recursos educacionais, independentemente do nível de sua habilidade, incluindo desde materiais de ensino e bibliotecas digitais até cursos online e simulações interativas. Ferramentas digitais, como o e-mail, o chat e as redes sociais, permitem que estudantes se comuniquem, inclusive de locais geograficamente distantes, facilitando inclusive a ocorrência de cursos online e o aprender a aprender ao longo da vida.

Outros aspectos mencionados por teóricos da área sobre as vantagens do uso da tecnologia na educação em geral são que ela permite aos professores personalizar o aprendizado para atender às necessidades individuais dos estudantes. Assim, estudantes podem trabalhar conforme seu ritmo e obter feedback instantâneo sobre o seu desempenho. Permite a diversificação de metodologias, como gamificação, realidade virtual aumentada, entre outras, que agregam novos recursos para engajamento dos estudantes, personalização, motivação e até aprendizagem mais lúdica e interativa.

### **3 TECNOLOGIA ASSISTIVA NO BRASIL: CONCEITOS, MARCOS E DISTINÇÃO EM RELAÇÃO À TECNOLOGIA EDUCACIONAL**

Importa observar que essa ampliação e evolução da tecnologia no contexto educacional possui um significado especial quando utilizada por pessoas com deficiência. Ela não só facilita atividades rotineiras como também representa alternativas que servem de recursos de aprendizagem e serviços, que visam à melhoria da qualidade de vida de pessoas com deficiência, proporcionando mais independência e inserção na escola e na sociedade de forma geral. Essa tecnologia, com estas características, é denominada Tecnologia Assistiva, conforme o Comitê de Ajudas Técnicas (CAT), instituído em 16 de novembro de 2006, pela Secretaria Especial dos Direitos Humanos da Presidência da República (SEDH/PR) por meio da Portaria n. 142. Este comitê, constituído por especialistas brasileiros e representantes de órgãos governamentais, objetivou apresentar propostas de políticas governamentais e parcerias entre sociedade civil e órgãos públicos referentes à Tecnologia Assistiva, bem como:



estruturar as diretrizes da área de conhecimento; realizar levantamento dos recursos humanos que atualmente trabalham com o tema; detectar os centros regionais de referência, objetivando a formação de rede nacional integrada; estimular nas esferas federal, estadual, municipal, a criação de centros de referência; propor a criação de cursos na área de tecnologia assistiva..., com o objetivo de formar recursos humanos qualificados e propor a elaboração de estudos e pesquisas, relacionados com o tema da tecnologia assistiva (Bersch, 2017, p.3).

Assim, o CAT aprovou em 2007 o conceito brasileiro de Tecnologia Assistiva 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” (BRASIL-SDHPR-Comitê de Ajudas Técnicas - ATA In: Bersch, 2017, p. 4).

Pode-se dizer então que Tecnologia Assistiva é um termo ainda novo, mas muito utilizado para “identificar todo o arsenal de recursos e serviços que contribuem para proporcionar ou ampliar habilidades funcionais de pessoas com deficiência e consequentemente promover vida independente e inclusão”. Objetiva proporcionar às pessoas com deficiências “maior independência, qualidade de vida e inclusão social, por meio da ampliação de sua comunicação, mobilidade, controle de seu ambiente, habilidade de seu aprendizado e trabalho” (Bersch, 2017, p. 4).

Bersch (2017) inicia a discussão em torno da distinção da terminologia Tecnologia Educacional e Tecnologia Assistiva afirmando que, quando se trata do uso da tecnologia em sala de aula para alunos com deficiências, há uma tendência nacional já formada da utilização do termo Tecnologia Assistiva. Essa interpretação é aceita no meio acadêmico, nas organizações de pessoas com deficiência e em setores governamentais como o Ministério da Educação (MEC), Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Na tentativa de diferenciar Tecnologia Educacional de Tecnologia Assistiva, Bersch (2017, p. 12) sugere que se façam três perguntas. Se as respostas forem afirmativas para as três questões, a ferramenta utilizada pelo aluno pode ser denominada de TA, mesmo quando ela também se referir à educação comum:

O recurso está sendo utilizado por um aluno que enfrenta alguma barreira em função de sua deficiência (sensorial, motora ou intelectual) e este recurso/estratégia o auxilia na superação desta barreira?

O recurso está apoiando o aluno na realização de uma tarefa e proporcionando a ele a participação autônoma no desafio educacional, visando sempre chegar ao objetivo educacional proposto?

Sem este recurso o aluno estaria em desvantagem ou excluído de participação?

Como referido acima, se as respostas forem afirmativas, estaremos fazendo uso de Tecnologia Assistiva. Porém, Bersch (2017, p. 12) observa que a Tecnologia Educacional nem sempre será



Assistiva, mas “poderá exercer a função Assistiva quando favorecer de forma significativa a participação do aluno com deficiência no desempenho de uma tarefa escolar proposta a ele”. Caracteriza-se como Tecnologia Assistiva quando “retirando o apoio dado pelo recurso, o aluno fica em dificuldade de realizar a tarefa e está excluído da participação”. Conforme sugestão do Comitê de Ajudas Técnicas, a expressão Tecnologia Assistiva poderá ser utilizada sempre no singular por referir-se a uma área do conhecimento e não a uma coleção de produtos. Dessa forma, um conjunto de equipamentos equivale a Recursos de TA. Para especificar serviços e procedimentos, utiliza-se os termos Serviços TA e Procedimentos em TA (BRASIL – SDHPR- Comitê de Ajudas Técnicas, CAT, 2009).

Bersch (2017, p. 4) esclarece junto ao Comitê de Ajudas Técnicas a significação de Categorias, Equipamentos e Recursos de Acessibilidade da Tecnologia Assistiva. Nos diz a autora: as Categorias da Tecnologia Assistiva estão destinadas ao “auxílio para a vida diária e vida prática, materiais e produtos que favorecem desempenho autônomo e independente em tarefas rotineiras ... nas atividades como ... cozinhar, vestir-se ... executar necessidades pessoais”. São exemplos: talheres modificados, roupas desenhadas para facilitar o vestir e despir, barras de apoio, entre outros. Já os Equipamentos para a independência das pessoas com deficiência visual na realização de tarefas referem-se a: “consultar relógio, usar calculadora, verificar a temperatura do corpo, identificar se as luzes estão acesas ou apagadas, cozinhar, identificar cores ... verificar pressão arterial, identificar chamadas telefônicas, escrever”, entre outros.

Quando se trata dos Recursos de Acessibilidade relacionados ao computador, estamos nos referindo, segundo Bersch (2017, p. 4), ao “conjunto de hardware e software especialmente idealizados para tornar o computador acessível a pessoas com privações sensoriais (visuais e auditivas), intelectuais e motoras”. A autora inclui mouses, teclados e acionadores diferenciados como dispositivos de entrada, e sons, imagens, informações táteis como dispositivos de saída. Exemplos de dispositivos de entrada incluem “teclados modificados, teclados virtuais com varredura, mouses especiais e acionadores diversos, software de reconhecimento de voz, dispositivos apontadores que valorizam o movimento da cabeça, o movimento dos olhos, ondas cerebrais, ... órteses e ponteiras para digitação”, entre outros. Como dispositivos de saída, Bersch (2017, p. 6) cita “softwares leitores de tela, software para ajustes de cores e tamanhos das informações (efeito lupa), os softwares leitores de textos impressos (*Optical character recognition*, reconhecimento de caráter óptico), impressoras Braille e linha Braille, impressão em relevo, entre outros”.

Bersch (2017, p. 10) se preocupa em esclarecer que “auxílios ópticos, lentes, lupas manuais, lupas eletrônicas; os softwares ampliadores de tela”, bem como o “material gráfico com texturas e relevos, mapas e grafias táteis; software *Optical character recognition* em celulares para identificação



de texto informativo”, entre outros, representam auxílios para ampliação da função visual e recursos que traduzem conteúdos visuais em informação tátil.

Desta forma, a Tecnologia Assistiva deve ser entendida como recursos que o usuário poderá utilizar quando desejar ou quando “necessitar desempenhar funções do cotidiano de forma independente. Por exemplo, a bengala é da pessoa cega ... o software leitor fala o conteúdo de textos digitalizados à pessoa com deficiência visual”. Todos estes recursos, afirma Bersch (2017, p. 10), promovem maior eficiência e autonomia nas várias atividades de interesse de seus usuários. Assim, podemos dizer que mouses diferenciados, teclados virtuais com varreduras e acionadores, softwares de comunicação alternativa, leitores de textos, textos ampliados, textos em Braille, textos com símbolos, mobiliário acessível e recursos de mobilidade pessoal são exemplos de Tecnologia Assistiva no contexto educacional.

A preocupação com a distinção entre TA e TE vem desde o início da década de 2000. Observa-se que em Gil (2000) encontramos a necessidade de explicar a possível confusão: a Tecnologia Educacional pode ser confundida com Tecnologia Assistiva quando, por exemplo, um professor propõe a utilização de novas ferramentas tecnológicas com o objetivo de diversificar o acesso dos alunos às informações e sugerir outras formas de apresentação de conhecimentos construídos. Assim, qualquer aluno, tendo ou não deficiência, ao utilizar um software educacional, está se beneficiando da tecnologia para o aprendizado. Já Borges (2009) deixa muito clara a função da TA, ressaltando que quando a pessoa com deficiência visual faz uso da Tecnologia Assistiva, é como se resgatasse, em virtude da limitação visual, a sua capacidade de desenvolver inúmeras tarefas que até então eram impossíveis de serem realizadas.

Dessa forma, fechamos a discussão afirmando que a Tecnologia pode ser considerada TA no contexto educacional quando percebemos que, sem este recurso tecnológico, “a participação ativa do aluno no desafio de aprendizagem seria restrita ou inexistente”, aplicada no seguinte contexto: quando for utilizada por um aluno com deficiência que objetiva “romper barreiras sensoriais, motoras ou cognitivas que limitam/impedem seu acesso às informações, registros e expressão sobre os conhecimentos adquiridos por ele”, ou ainda quando favorecem aos alunos com deficiência visual “acesso à participação ativa e autônoma em projetos pedagógicos, quando possibilitam a manipulação de objetos de estudo” (Bersch, 2017, p. 12).

#### **4 RECURSOS E APLICAÇÕES DE TECNOLOGIA ASSISTIVA PARA PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL**

Por outro lado, o avanço na área da informática, centrado nas Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), tem oferecido outros recursos para o processo de ensino-aprendizagem do aluno com deficiência visual, como, por exemplo, o sistema de ampliação de letra para as pessoas com visão



reduzida, softwares especiais como o programa Lentepro, desenvolvido pelo Núcleo de Computação Eletrônica da Universidade do Rio de Janeiro, e sistemas que permitem a ampliação direta do texto, como os circuitos fechados de televisão.

Dentro deste contexto, para pessoas com cegueira, há softwares que, com um sintetizador de voz, fazem a leitura do que aparece escrito na tela do microcomputador, despontando como um dos principais recursos de Tecnologia Assistiva na atualidade. No Brasil, temos alguns programas com essa tecnologia, como, por exemplo, o Dosvox, desenvolvido no Núcleo de Computação Eletrônica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, pelo professor Dr. José Antônio Borges, dessa mesma universidade, quando ainda em 1993 teve um aluno com cegueira cursando a disciplina que ele ministrava no curso superior de Processamento de Dados. Outro programa com esta mesma tecnologia é o Virtual Vision, desenvolvido pela Micro Power, empresa do município de São Caetano do Sul, SP. Conforme Borges (2009), através da informática, a pessoa com deficiência visual assimila a informação sem a mediação de outras pessoas.

Atualmente, outros softwares de acessibilidade potencializam a operacionalização dos computadores e dispositivos móveis, com aplicativos que complementam e personalizam o processo de aprendizagem conforme o ritmo e o nível de conhecimento técnico dos estudantes. Assim, softwares de acessibilidade, nos dizem Barbosa e Guedes (2020, p. 9), podem contribuir de forma significativa para que “estudantes cegos possam superar barreiras tradicionalmente presentes no processo educacional, permitindo que eles realizem as mesmas tarefas que os demais estudantes desempenham no cotidiano escolar, com autonomia e valorização das suas características pessoais de aprendizagem”.

Vale lembrar também que, no final da década de 1990, no Brasil, outro recurso da Tecnologia Assistiva se popularizou e, até hoje vem ganhando “reconhecimento em pesquisas acadêmicas, nas legislações e na produção de material acessível em diferentes mídias”: a Audiodescrição (AD), que, nas palavras de Barbosa e Guedes (2020, p. 10), é “a narração dos elementos visuais que não podem ser compreendidos por pessoas cegas devido à visibilidade presente nos vários contextos, tais como em cenas dinâmicas ou imagens estáticas”. Em outras palavras, “a audiodescrição pode ser considerada uma técnica para transformar as imagens em palavras, requerendo um conhecimento das diretrizes tradutórias da audiodescrição”.

Como nos lembra Motta (2015), no ambiente escolar e acadêmico, as imagens podem contribuir para favorecer o aprendizado, já que se utiliza do sentido visual, contribuindo também para tornar as aulas mais interessantes, ilustrativas e motivacionais, e podem facilitar o entendimento de um texto. Neste cenário, o papel da audiodescrição é “fazer a leitura e a tradução dessas imagens, gestos, gráficos, mapas, cartazes, esquemas, exposições considerando a diversidade presente em sala de aula e as possíveis barreiras comunicacionais que a ausência de acessibilidade pode provocar para estudantes cegos” (Barbosa; Guedes, 2020, p. 10).



Outro aspecto interessante da audiodescrição é que, pelo fato de aumentar o senso de observação e ampliar a percepção de tudo que é visual, a audiodescrição atende também às solicitações de pessoas não cegas, que almejam desvelar detalhes de uma imagem que passariam despercebidos se olhadas naturalmente.

Há também dispositivos capazes de imprimir textos em Braille, adequados tanto para uso pessoal quanto para a produção em larga escala de livros e revistas. Segundo Amorim (2021), os microcomputadores e as impressoras são os equipamentos de informática mais comuns no Brasil. No entanto, outros dispositivos já estão disponíveis, como a reglete de mesa, o terminal Braille (display Braille) e o Braille falado (minicomputador).

Outro recurso de TA pode ser encontrado na Cartografia, área que se ocupa da confecção de mapas e outros produtos cartográficos. Dentro deste contexto, existe um ramo específico, a cartografia tátil, destinada à leitura por pessoas com cegueira ou com baixa visão. Nogueira *et al.* (2010) afirmam que o mapa gráfico tátil se caracteriza como um instrumento cuja função é auxiliar a pessoa com deficiência visual a mentalizar o espaço geográfico, podendo funcionar como recurso educativo por ampliar a capacidade intelectual de pessoas cegas e com baixa visão, permitindo que ampliem seu conhecimento do universo.

Além disso, Nogueira *et al.* (2010) identificam a cartografia tátil como facilitadora de mobilidade para pessoas com deficiência visual, pois permite orientar sobre o curso de uma rota acessível, combinando textos em Braille, alto-relevo e informações como o contraste de cores e a tipologia utilizada, que proporcionam orientação sobre o ambiente a ser percorrido, desde que apresente altíssimo nível de qualidade, observam os autores. Dessa forma, auxiliam e promovem a independência de mobilidade em edifícios públicos de grande circulação, como terminais rodoviários, metroviários, aeroviários, shopping centers, campus universitários e centros urbanos.

Sobre a importância do mapa tátil, alguns pontos relevantes são destacados por Nogueira *et al.* (2010) no âmbito da sinalização da acessibilidade (conforme critérios contidos na Norma Brasileira de Acessibilidade 9050 (NBR), publicada em 2004): Segurança: a pessoa com deficiência visual consegue se locomover com mais segurança quando sabe o percurso que precisa percorrer; Independência: o mapa permite que a pessoa com deficiência visual se locomova com maior independência sem precisar de auxílio de terceiros e Localização: mesmo com a deficiência visual, por meio do mapa tátil, a pessoa consegue saber a localização de uma loja dentro de um shopping center, ou de uma sala de aula em uma universidade.

Assim, Segurança, Independência e Localização fazem parte dos critérios que devem ser adotados para fazer da acessibilidade um direito imperativo das pessoas com deficiência visual ou de mobilidade reduzida, conforme a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos (2015). Ou seja, a



Acessibilidade refere-se à capacidade e condição para pessoas com deficiência ou de mobilidade reduzida alcançarem, perceberem, e compreenderem com segurança e autonomia o uso de espaços, mobiliário, equipamentos urbanos, edificações, transporte, informação, comunicação, sistemas e tecnologias, além de outros serviços e instalações abertos ao público, sejam eles de uso público ou privado coletivo, tanto em áreas urbanas quanto rurais.

Barbosa e Guedes (2020, p. 10) chamam a atenção para o fato de que garantir a acessibilidade “ultrapassa o entendimento apenas das estruturas físicas, urbanísticas e arquitetônicas e ganha uma dimensão muito maior se agregadas a recursos da Tecnologia Assistiva voltada para o acesso à informação de qualidade que será acessada por todos, independentemente do ato de enxergar”. Dessa forma, a “qualidade das informações recebidas pelos estudantes cegos está diretamente ligada à acessibilidade promovida por quem disponibiliza esse conteúdo”.

A seguir uma síntese de algumas Tecnologias Educacionais e ferramentas disponíveis, já mencionadas a cima, destinadas às pessoas com deficiência visual, que objetivam contribuir para o ensino e aprendizagem, desenvolvimento profissional e inclusão social:

Leitores de tela: “convertem a informação escrita em informação sonora, em áudio, permitindo maior velocidade na produção, no consumo e na partilha da informação” (Barbosa; Guedes, 2020, p. 9). Essas ferramentas podem ler em voz alta o conteúdo de documentos, sites e softwares, permitindo que as pessoas com deficiência visual possam acessar e compreender esses materiais. Dessa forma, o conhecimento ocorre pela audição dos textos. Contudo, alertam as autoras, podem ocorrer algumas dificuldades peculiares, como “a falta de acessibilidade aos gráficos escritos ou tabelas em formatos de imagem, além de sites que não respondem aos comandos dos softwares leitores de tela”.

Software de reconhecimento de voz: Essas ferramentas permitem que pessoas com deficiência visual possam controlar o computador usando comandos de voz, o que pode ajudar a acessar e criar documentos, fazer cálculos e desenhar esquemas eletrônicos.

Sistemas de navegação baseados em voz: Esses sistemas podem guiar pessoas com deficiência visual através de ambientes físicos, fornecendo orientações sonoras sobre como chegar a determinados lugares.

Diagramas e desenhos táteis: Esses materiais podem ser criados especialmente para serem lidos por pessoas com deficiência visual e podem incluir desenhos e esquemas táteis para ajudar a compreender conceitos eletrônicos.

Dentro do contexto social geral, podemos citar também uma síntese de algumas tecnologias destinadas a atividades comuns do dia a dia, mas que podem ser aliadas para a inclusão da pessoa com deficiência visual, como a própria bengala eletrônica, que permite identificar obstáculos à frente, emitindo um sinal sonoro; quanto mais próximo estiver o objeto, menores serão intervalos entre os sinais.



Outros recursos que têm por objetivo auxiliar a pessoa com deficiência visual nas tarefas do dia a dia: softwares leitores de tela, como Jaws, Virtualvision, Orca (no Linux), Voiceover (Mac e iOS), Talkback (Android), NonVisual Desktop Access (NVDA); ampliadores de tela e recursos de alto contraste, como pisos táteis, semáforos sonoros, sinalizações em alto contraste, que buscam viabilizar a locomoção; lupa, cão-guia, óculos escuros, viseira, entre outros.

O aplicativo Be My Eyes, disponível para iOS e Android, funciona como um sistema de câmera que conecta deficientes visuais com voluntários. A plataforma permite que, por meio da fala e da imagem, dificuldades como a identificação de locais, fotos, o que diz uma placa, sejam identificadas, bem como se propõe a ler, por exemplo, o prazo de validade de produtos e verificar a cor de uma peça de roupa (BE MY EYES, 2023).

Outro aplicativo gratuito a ser destacado, exemplo de tecnologia social, é o Veever, que utiliza a tecnologia de microlocalização e inteligência artificial para facilitar a locomoção e a interação de pessoas com deficiência visual em ambientes internos e externos. Por meio de um assistente de voz, o usuário recebe informações e orientações em tempo real. O funcionamento é offline, pois o banco de dados é armazenado no próprio dispositivo, ignorando-se a necessidade de conexão com a internet. O aplicativo tem uma interface acessível. A experiência dentro do aplicativo foi projetada às diretrizes de acessibilidade digital. Assim, com o micromapeamento, ao apontar o smartphone para a direção desejada, o aplicativo avisa o usuário quais pontos de interesse estão mapeados ali (Legado, 2020).

Embora se constate evolução, a observação de Bersch feita ainda em 2017 (p. 15) é pertinente no sentido de que as pesquisas devem continuar pois:

estamos no início de um trabalho para o reconhecimento e estruturação desta área de conhecimento em nosso país. Inicial também é o estágio de incentivos à pesquisa e à produção nacional de recursos de Tecnologia Assistiva, que venham atender à grande demanda reprimida existente, no entanto, passos importantes estão acontecendo nestes últimos anos.

Portanto, percebe-se a partir desta leitura a importância de se compreender e respeitar as necessidades de pessoas com deficiência visual, assim como de se oferecer ferramentas adaptativas que favoreçam sua autonomia e aprendizagem. A pesquisa e a produção de recursos de Tecnologia Assistiva devem ser estimuladas e difundidas, visando à inclusão efetiva e à qualidade de vida das pessoas com deficiência visual.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso da Tecnologia Educacional e Tecnologia Assistiva nos permite trazer grandes possibilidades e benefícios para o meio educacional, esclarecendo durante o desenvolvimento deste artigo a distinção entre TE e TA, tornando-as uma decisão ética e técnica, com impacto direto na participação, na autonomia e na aprendizagem de estudantes com deficiência. Em termos práticos



enfatizamos a necessidade de adotar os três critérios observados para classificar algo como TA: remover barreiras; viabilizar a realização autônoma da tarefa e; evitar a exclusão oferecendo um guia operativo para escolas, redes e docentes.

O cenário brasileiro já dispõe de marcos normativos, categorias e exemplos suficientemente consolidados para orientar políticas, formação docente e compras públicas. O importante é sair do consenso conceitual-teórico e avançar para a implementação prática, reduzindo ambiguidades entre TE e TA, planejando continuidade e melhorias.

Para isso percebemos a necessidade da formação contínua de docentes com adoção de disciplinas incluindo TE e TA; políticas públicas voltas a acessibilidade; pesquisas envolvendo estudos do impacto das ferramentas em sala de aula; incentivo à produção nacional de TA, de modo a buscar a inclusão de todos dentro e fora do ambiente educacional.

É importante ressaltar que este é um estudo teórico-conceitual que não substitui um estudo em larga escala. Sugerimos que, em pesquisas futuras sejam quantificados qualitativamente os efeitos de aprendizagem e autonomia em diferentes arranjos didáticos. Consideramos, em síntese que a efetividade da inclusão de estudantes com deficiência visual depende essencialmente da articulação entre práticas pedagógicas e recursos tecnológicos adequados. Quando a tecnologia é mobilizada para remover barreiras e garantir participação de todos, ela cumpre seu papel assistivo e educacional, promovendo equidade e autonomia dos indivíduos, trazendo qualidade de vida e justiça social a todos.

### **AGRADECIMENTOS**

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Agradecemos a Universidade Estadual de Campinas e a Faculdade de Engenharia Elétrica e Computação por todo apoio.



**REFERÊNCIAS**

AMORIM, E. G. Reinvenções na vida de pessoas com deficiência visual: caminhos à reabilitação inclusiva? **Tese** (Doutorado em Saúde Coletiva). Programa de Pós-graduação em Saúde Coletiva. Universidades do Rio Grande do Norte, Natal, Rio Grande do Norte, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050 Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**. Rio De Janeiro. 2015.

BARBOSA, L. M. M; GUEDES, D. M. Deficiência visual no Ensino Superior e a acessibilidade com o auxílio dos docentes. **Intr@ciência**. Revista científica. Faculdade do Guarujá, São Paulo, ed. 19, junho de 2020.

BE MY EYES. **Be My Eyes Bringing Sight To Blind and Low-vision People 2023**. Disponível: <<https://www.bemyeyes.com/language/english>>. Acesso em: 25 jul. 2025.

BERSCH, R. **Introdução à tecnologia assistiva**. Assistiva. Tecnologia e Educação. Porto Alegre, RS. 2017.

BORGES, J. A. dos S. Do Braille ao Dosvox: diferenças nas vidas dos cegos brasileiros. **Tese** (Doutorado). Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, 2009.

BRASIL. **Norma Brasileira de Acessibilidade 9050 (NRB)** publicada em 2004. Disponível em: <<http://accessibilidade.unb.br>>. Acesso 2 mar. 2025.

FILHO, D. M. da S.; KASSAR, M. de C. M. Acessibilidade nas escolas como uma questão de direitos humanos. **Revista Educação Especial**, [S. l.], v. 32, p. e27/ 1–19, 2019. DOI: 10.5902/1984686X29387. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/educacaoespecial/article/view/29387>>. Acesso em: 26 jun. 2025.

GIL, M. (Org.) **A tecnologia na educação do aluno com deficiência visual**. Brasília, MEC, Secretaria à Distância, 2000.

LEGADO. **10 tecnologias sociais pela inclusão da pessoa com deficiência**. 2020. Disponível em: <<https://institutolegado.org/blog/tecnologias-sociais-para-pessoas-com-deficiencia/>>. Acesso em: 15 ago. 2025.

MIANES, F. L. Deficiência visual: olhares e possibilidade. **Momento: Diálogos em Educação**. E. ISSN 2316-3110, v. 29, n.3, 2020.

MOTTA, L. M. de M. **Audiodescrição na escola: abrindo caminhos para leitura de mundo**. 2015. Disponível em: <<http://www.vercompalavras.com.br/pdf/a-audiodescricao-na-escola.pdf>>. Acesso em 16 mar. 2025.

NOGUEIRA, R. E.; RIBEIRO, G. R.; GARCIA, M. L. S. Elaboração de mapas táteis em escala grande: o caso do mapa do campus da UFSC. **III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação**. Recife, PE, 2010.

ROMA, A. de C. A trajetória de formação e atuação profissional de professores com deficiência visual. **Dissertação** (Mestrado em Educação). Universidade de Taubaté, SP, 2020.

